



"Perspectivas y Avances de Investigación"

de la serie "Lasallista Investigación y Ciencia"



CORPORACIÓN
UNIVERSITARIA
LASALLISTA

Lleva el conocimiento
por siempre

001.4

C822 Corporación Universitaria Lasallista. Perspectivas y avances de investigación.

Caldas: Corporación Universitaria Lasallista, 2010.

449 p. (Serie Lasallista Investigación y Ciencia).

ISBN: 978-958-8406-12-1

Derechos reservados conforme a la ley

1. COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR – 2. GESTIÓN EMPRESARIAL – 3. ECONOMÍA SOLIDARIA – 4. EDUCACIÓN – 5. TELEVISIÓN COMUNITARIA – 6. LARVAS DE PECES – 7. LARVICULTURA – 8. PLAGUICIDAS – 9. ALGARROBO – 10. COMUNICACIÓN ORGANIZACIONAL – 11. CIENCIAS AGROPECUARIAS – 12. INGENIERÍA DE ALIMENTOS – INVESTIGACIONES.

© De los capítulos: las opiniones, conceptos, tablas, gráficas, ilustraciones y fotografías que hacen parte de cada uno de los capítulos, son responsabilidad exclusiva de los autores.

ISBN: 978-958-8406-12-1

Derechos reservados conforme a la ley

Presidente del Consejo Superior

Hermano José Bianor Gallego Botero

Rector

César Augusto Fernández Posada

Editor

Luis Fernando Garcés Giraldo

Comité Editorial

Luis Fernando Garcés Giraldo, Corporación Universitaria Lasallista

Juan Carlos Restrepo Botero, Corporación Universitaria Lasallista

María Gladys Romero Quiroga, Universidad San Buenaventura

Mario Fernando Cerón Muñoz, Universidad de Antioquia

Edison Javier Osorio Durango, Universidad de Antioquia

Correctora de texto

Lorenza Correa Restrepo

Traductor

Inglés: Juan David Tous Ramírez

Apoyo Editorial

Claudia Isabel Cruz Segura

Gloria Patricia Orozco Berrío

Diagramación e impresión

Editorial Artes y Letras S.A.S.

e-mail: artesyletras@une.net.co

PBX (57-4) 372 77 16

Itagüí, Colombia

Fecha de edición: 16 de noviembre de 2010

Edición 300 ejemplares

Tabla de Contenido

Table of Contents

PRESENTACIÓN / PRESENTATION

7 Luis Fernando Garcés Giraldo, Director de Investigación

PARTE I / PART I

EDUCACIÓN Y SOCIEDAD / EDUCATION AND SOCIETY

Capítulo 1 / Chapter 1

Circuitos económicos solidarios: referentes teóricos y conceptuales
Solidarity economic circuits: theoretical and conceptual references

9 *Sol Bibiana Mora Rendón.*

Capítulo 2 / Chapter 2

La percepción como condicionante del comportamiento del consumidor frente a las ofertas de educación superior en el sector agropecuario
Perception as a conditioning factor of the consumer's behavior for choosing higher education offers in the agropecuary sector

21 *Rodrigo Posada Bernal.*

Capítulo 3 / Chapter 3

La televisión local y regional como mecanismo para vincular jóvenes a procesos de ciudadanía cultural
Local and regional television as a mechanism to integrate young people to cltural citizensip processes

37 *Alejandra Castaño Echeverri, Mauricio Velásquez Hurtado.*

Capítulo 4 / Chapter 4

Origen y la evolución de la comunicación organizacional en Antioquia, a partir del testimonio de algunos de sus protagonistas.
Organizational communications in Antioquia: origin and evolution. a vision from its protagonists' testimonies

65 *Fernando Aquiles Arango Navarro, Luisa Fernanda Pulgarín Restrepo.*

Capítulo 5 / Chapter 5

La relaciones entre empresas y medios de comunicación ¿cómo se gestiona la información?

Relationships between companies and mass media: ¿how is information managed?

91 *Diego Alonso Sánchez Sánchez, Jhon Jaime Osorio Osorio.*

Capítulo 6 / Chapter 6

El reconocimiento del niño como sujeto en la práctica educativa en preescolar

The recognition of children as a subject in the pre-school education practice

109 *Claudia Patricia Ortiz Escobar, Cruz Elena Vergara Medina.*

Capítulo 7 / Chapter 7

Éticas contemporáneas: una interpretación del pluralismo ético en la Corporación Universitaria Lasallista

Contemporary ethics: an interpretation of ethical pluralism at corporación universitaria lasallista

125 *Juan Manuel Uribe Cano, Jairo Augusto Alvarado Sánchez.*

Capítulo 8 / Chapter 8

Parentela y territorialidad: la familia negra en la apropiación y construcción del espacio

Kin and territory: black families in the ownership and construction of space

143 *Lucía Mercedes De la Torre Urán*

Capítulo 9 / Chapter 9

Procedencia de la acción de tutela contra sentencia judicial por defecto fáctico en Colombia

Protection action relevance against factic defect judgments in Colombia

161 *Andrés Felipe Zuluaga Jaramillo.*

Capítulo 10 / Chapter 10

Tres aspectos en las relaciones de consumo: la naturaleza del contrato de consumo; el consumidor como parte débil en la contratación y, la integración contractual de las declaraciones publicitarias

Three aspects in consumption relationships: the nature of the consumption contract; consumers as the weak part in the contract and the contract integration of advertising declarations

175 *Juan Ignacio Granados Aristizábal.*

PARTE II / PART II

CIENCIAS AGROPECUARIAS / AGROPECUARY SCIENCES

Capítulo 11 / Chapter 11

Efecto de la densidad de siembra sobre la larvicultura de guabina (*rhamdia sebae* c.f.) en sistema de recirculación.

Seed density's effect on "guabina's" larviculture (*rhamdia sebae* c.f.) in a recirculation system

Germán David Castañeda Álvarez, Carlos Arturo David Ruales, Claudia Isabel Cruz Segura,

- Gustavo Adolfo Lenis Sucerquia, Juan David Castro Rojas, Miguel Augusto Álvarez Vanegas,*
189 *Neithan Lidueña Arrieta, Ever Segundo Rodríguez.*
-

Capítulo 12 / Chapter 12

Larvicultura de peces comerciales en sistemas de recirculación

Larviculture of commercial fish in recirculation systems

- 199 *Carlos Arturo David Ruales, Germán David Castañeda Álvarez.*
-

Capítulo 13 / Chapter 13

Efecto de los suplementos fluido folicular y suero fetal bovino sobre la maduración *in vitro* de oocitos equinos

Effect of follicular fluid and bovine fetal serum supplements on *in vitro* maturation of horse oocytes

- 217 *Giovanni Restrepo Betancur, John Jairo Giraldo Giraldo, Jorge Gómez Oquendo, Neil Vásquez Araque, Eliana Vásquez Correa, Jorge Andrés Ortega Flórez, Luís Fernando Córdoba.*
-

Capítulo 14 / Chapter 14

Evaluación de la adherencia de bacterias ácido-lácticas al epitelio intestinal de pollos alimentados con probióticos

Evaluation of the acid lactic bacteria adhesion to the intestinal epithelium in chickens fed with probiotics

- 231 *Luz Adriana Gutiérrez Ramírez, Luz Adriana Ramírez Arias.*
-

Capítulo 15 / Chapter 15

Valores hematológicos en caballos criollos colombianos del Valle de Aburrá

Hematology values in colombian creole horses from the Aburrá Valley

- 245 *Cristian Alejandro Castillo Franz, Mauricio Tobón Restrepo, Claudia Alejandra Cano Benjumea, Juliana Mira Hernández, Ana Patricia Suárez Ortega, Eliana María Vásquez Correa.*
-

PARTE III / PART III

CIENCIAS AMBIENTALES Y DE ALIMENTOS / ENVIROMENTAL AND FOOD SCIENCES

Capítulo 16 / Chapter 16

Pesticidas tradicionales y contaminantes emergentes en la producción hortofrutícola

Traditional pesticides and emerging pollutants in horticultural production

- 263 *Claudio Jiménez Cartagena, Gustavo A. Peñuela Mesa.*
-

Capítulo 17 / Chapter 17

Uso de dos fotosensibilizadores para el tratamiento de aguas residuales coloreadas: un análisis desde el modelo factorial

Use of two photo sensitizers to treat dyed water: an analysis from the factorial model

- 289 *Luis Fernando Garcés Giraldo*
-

Capítulo 18 / Chapter 18

Retos analíticos y perspectivas instrumentales del monitoreo de pesticidas

Analytic challenges and instrumental perspectives in pesticides monitoring

317 *Claudio Jiménez Cartagena, Gustavo A. Peñuela Mesa.*

Capítulo 19 / Chapter 19

Alternativas de tratamientos de las aguas de los drenajes ácidos de minas: una revisión

Water treatment alternatives for acid drains from mines

347 *Juan Pablo Salazar Giraldo, Marta Lucía Hernández Ángel, Álvaro Arango Ruiz.*

Capítulo 20 / Chapter 20

Determinación de las propiedades conservantes de la pulpa de algarrobo (*hymenaea courbaril linneaus*) para la industria de alimentos

Determination of the preservative properties of carob tree's pulp (*hymenaea courbaril linneaus*) for food industries

367 *Luz María Alzate Tamayo, Diana María Arteaga González, Yamilé Jaramillo Garcés.*

Capítulo 21 / Chapter 21

Aprovechamiento de residuos de la agroindustria de cítricos: extracción y caracterización de flavonoides

Use of waste from the citrus agro industry: extraction and characterization of flavonoids

395 *Julián Londoño-Londoño.*

Capítulo 22 / Chapter 22

Obtención de la oleoresina de páprika por medio de tecnologías emergentes en Colombia: un ejemplo de la innovación de producto

Obtaining paprika oleoresin by the use of emerging technologies in Colombia: a product innovation example

417 *Maritza Andrea Gil Garzón, Benjamín A. Rojano, Carlos Esteban Restrepo, Leonidas de Jesús Millán Cardona.*

Presentación



Para la Corporación Universitaria Lasallista, la investigación tiene como propósitos: fomentar el más avanzado conocimiento de nuestra riqueza natural, en especial el de la biodiversidad y su aprovechamiento racional; crear y fortalecer las ventajas competitivas de la economía colombiana, a través del conocimiento y la tecnología; impulsar el desarrollo regional con criterios de equidad social, mediante la intensificación de las relaciones de la investigación con los sectores educativo y cultural, y con la industria; contribuir con orientaciones de políticas a la transformación del Estado y a la modernización de sus instituciones para fortalecer la unidad nacional.

El conocimiento generado en la Universidad ha de ser difundido en producciones de alta calidad; por esto, la Corporación debe asegurar las condiciones para que sus investigadores divulguen sus productos en medios que permitan su visibilidad. Con ello, no sólo se consolida la cultura de la investigación sino que se fortalece la calidad de los programas académicos, se avanza en la acreditación institucional y se sientan las bases para el diseño de programas de posgrado.

Conscientes de la obligación que tiene la Corporación de difundir el conocimiento, y como estrategia de su Sistema de Investigación Lasallista, presentamos a la comunidad académica, científica e industrial este libro que recopila los temas trabajados por los grupos de investigación. El libro *Perspectivas y Avances de Investigación* de la serie *Lasallista Investigación y Ciencia*, consta de tres partes, cada una de ellas conformada

por capítulos de acuerdo con las áreas, así: Educación y Sociedad, Ciencias Agropecuarias y Ciencias Ambientales y de Alimentos.

En la primera parte del libro, Educación y Sociedad, se presentan diez capítulos que tocan diversos temas relacionados con estas áreas, entre ellos: economía solidaria, el comportamiento de los consumidores en ámbitos diversos, las relaciones de consumo en el marco de la ley, la incidencia de la televisión local y regional en procesos de cultura ciudadana, algunos aspectos de la comunicación organizacional en Antioquia, empresas y medios de comunicación; en el ámbito educativo, propiamente dicho, se destacan temas referidos a aspectos de la educación preescolar, reflexiones en torno a la ética, y una aproximación a la cultura afro-colombiana.

La parte dos del libro, Ciencias Agropecuarias, conformada por seis capítulos, trae estudios de gran impacto para el sector, por cuanto le apuntan a la mejora de la productividad en este fundamental renglón de la economía; así, se analizan temas relacionados con la larvicultura en peces, el efecto de diversos suplementos en la maduración in vitro de oocitos equinos, además de un estudio de valores hematológicos en caballos criollos, y se presenta una evaluación de los resultados de la cría de pollos alimentados con probióticos.

En Ciencias Ambientales y de Alimentos, parte tres, en sus siete capítulos se tratan los temas: pesticidas tradicionales y contaminantes emergentes, y monitoreo de pesticidas; tratamiento de aguas residuales coloreadas, y de aguas de los drenajes ácidos; alimentos: propiedades conservantes de la pulpa de algarrobo, aprovechamiento de residuos de la agroindustria de cítricos, extracción y obtención de la olerresina de páprika por medio de tecnologías emergentes en Colombia, un empleo de la innovación de producto.

Agradecemos a todos nuestros investigadores por sus contribuciones para este primer libro y esperamos que esta publicación sea de mucha utilidad para la comunidad académica, científica e industrial de nuestro país. Estamos seguros de que en el futuro nuestra serie *Lasallista Investigación y Ciencia* se consolidará como un instrumento de difusión para la apropiación social del conocimiento en nuestra región, en el país y en el mundo.

Luis Fernando Garcés Giraldo
Director de Investigación

Circuitos económicos solidarios: referentes teóricos y conceptuales

Sol Bibiana Mora Rendón*

Resumen

El propósito de este artículo es identificar unos referentes teóricos y conceptuales para el estudio de los circuitos económicos solidarios. Con este fin se realizó una revisión de la literatura existente en torno al tema. Esta búsqueda concluyó con el hallazgo de la *Economía Política* de Karl Marx y la *Teoría económica comprensiva* de Luis Razeto Migliaro. El primer autor provee los elementos conceptuales y teóricos para comprender la composición y el funcionamiento de los circuitos económicos en general, a partir de los procesos de producción, distribución, cambio y consumo. El segundo autor ofrece un referente importante para conocer la especificidad de los circuitos económicos solidarios a partir de los flujos, relaciones, sujetos unidades económicas que componen el universo del sector solidario.

Solidarity economic circuits: theoretical and conceptual references

Abstract

The purpose of this article is to identify theoretical and concept references to study the solidarity economic circuits. With this in mind, a revision to the literature available on the subject was made. This research finished with the finding of Karl Marx's Political Economy and Luis Razeto Migliaro's Comprehensive Economic Theory. The first author provi-

* Economista, magíster en Ciencias de la Administración. Docente de la Corporación Universitaria Lasallista.

des the theoretical and conceptual elements to understand how economic circuits are formed and how they work in general, departing from the production, distribution, change and consumption processes. The second author offers an important reference to show the specific details of solidarity economic circuits from their fluxes, relations, subjects and economic units that form the solidarity sector's universe.

Introducción

Uno de los referentes teóricos y conceptuales obligados para hablar de los circuitos económicos es la economía política desarrollada por Karl Marx, de la cual se recogen algunos planteamientos relacionados con el análisis de las actividades económicas realizadas por los individuos de una sociedad dada, quienes, para conseguir su subsistencia como especie, precisan producir sus medios materiales de subsistencia, lo cual logran a partir de los procesos de producción, distribución, cambio y consumo.

Los elementos de este proceso económico se toman como parte de una totalidad; cada uno de ellos presenta una especificidad que los diferencia de los otros, es decir, no son iguales, tampoco están separados en la realidad, sin embargo, para lograr su comprensión es necesario aislarlos, aclarando que es sólo por razones prácticas, pues entre ellos se presenta una serie de relaciones y flujos que hace complejo estudiarlos de manera simultánea.

Como la disciplina económica en sus diversas teorías se ha quedado corta para comprender la totalidad de los fenómenos y de las relaciones económicas, es necesario recurrir a un segundo referente, pues no se pretende hablar de los circuitos económicos en general, sino de los solidarios. En ese sentido, se acogen los desarrollos teóricos y conceptuales del profesor chileno Luis Razeto Migliaro, quien cuenta con una nutrida producción intelectual reconocida en el ámbito internacional y plasmada en los libros, artículos, ponencias que ha escrito a lo largo de su trayectoria académica.

Las reflexiones de este autor acerca de la economía solidaria están escritas en varias de sus obras, de las cuales se considera para este artículo *Fundamentos de la teoría económica comprensiva*, pues en ella se encuentra la guía conceptual y teórica para abordar el tema de los circuitos económicos solidarios, en el sentido que amplía el espacio de lo económico y logra reconocer la existencia de la economía solidaria, con su racionalidad y lógica operacional específica, sus relaciones económicas y sus unidades empresariales.

Con estos referentes teóricos, conceptuales y empíricos, se pretende una aproximación a la comprensión de los circuitos económicos solidarios, que considera a

las personas que se han dedicado a pensar en este fenómeno y a las comunidades organizadas que en la práctica cotidiana tratan de garantizar sus medios materiales de subsistencia y construyen alternativas de vida digna para una población excluida de la posibilidad de satisfacer sus necesidades, deseos y aspiraciones.

La economía política y los circuitos económicos

La producción, la distribución, el cambio y el consumo son actividades económicas que pueden entenderse, de acuerdo con Karl Marx, como partes de una totalidad, donde cada una conserva su singularidad; de esta manera en palabras del autor:

“La producción crea los objetos que responden a las necesidades; la distribución los reparte según las leyes sociales; el cambio reparte lo ya repartido según las necesidades individuales; finalmente, en el consumo el producto abandona este movimiento social, se convierte directamente en servidor y objeto de la necesidad individual, a la que satisface en el acto de su disfrute. La producción aparece como el punto de partida, el consumo como el punto terminal, la distribución y el cambio como el término medio, término que a su vez es doble, ya que la distribución está determinada como momento que parte de la sociedad, y el cambio como momento que parte de los individuos”¹.

Este proceso económico no es realizado por individuos aislados; por el contrario, la producción de los medios materiales de subsistencia ha sido posible en la medida en que los seres humanos de una sociedad dada se organizan y cooperan para llevarlo a cabo y garantizar su sobrevivencia como especie, reconociéndose entonces como seres sociales, económicos y políticos. En ese sentido es posible notar cómo Marx se aleja de concepciones economicistas, es decir, no parte de ese *homo economicus*, que pone toda su energía en maximizar la felicidad y minimizar el dolor, tampoco lo concibe como un individuo aislado, ahistórico y descontextualizado; el hombre es un ser económico, político y social:

“El hombre es, en el sentido más literal, un Zoon politikon, no solamente un animal social, sino un animal que solo puede individualizarse en la sociedad. La producción por parte de un individuo, fuera de la sociedad no es menos absurda que la idea de un desarrollo del lenguaje sin individuos que vivan juntos y hablen entre sí”².

En el proceso de producción material, los individuos entablan una serie de relaciones sociales que no están regidas por leyes naturales o por la divina providencia y tampoco son independientes de la historia; ellas determinan el lugar de cada individuo en la sociedad, de acuerdo con la propiedad o no de los medios de producción. Este es el espacio de la distribución no solo de los productos sino de los instrumentos de producción y, además, de los miembros de la sociedad entre las distintas ramas de la producción. Luego, existe un proceso que intermedia entre la producción y la distribución por un lado, y el consumo por otro; se trata del cambio de actividades (producción), capacidades (distribución), productos acabados (consumo) y, por supuesto, un intercambio entre agentes económicos

(comerciantes). Por último, el consumo no solo como acto final donde se destruye el objeto, sino como acto inicial donde empieza nuevamente el proceso.

En la economía política se encuentra una pista importante para estudiar los circuitos económicos solidarios, pues presenta el proceso económico como algo dinámico y complejo, alejándose de la visión simplista de verlo en términos lineales y automáticos, además, identifican las actividades y sobre todo las relaciones que se establecen entre los individuos. Sin embargo, estas últimas solo se enfocan en aquellas realizadas por unos propietarios de recursos, bienes y servicios que son transferidos entre ellos de acuerdo con lo señalado por la racionalidad del mercado capitalista, que tiene que ver con la maximización de ganancias. Esto deja de lado otro tipo de relaciones que operan bajo lógicas diferentes, donde la obtención de ganancias no es el único móvil en las relaciones entre agentes económicos. En este sentido es que cobra importancia recoger los conceptos y teorías del profesor Luis Razeto Migliaro^a, para mirar las características de este último tipo de relaciones.

La teoría económica comprensiva^b y los circuitos económicos solidarios

El análisis del proceso económico en esta teoría se ubica en la línea de la economía política desarrollada por Marx, en tanto que para Razeto: “en la realidad, producción, circulación, y consumo están indivisiblemente unidos, son aspectos no separados aunque distintos, de un mismo proceso global”³. Además, no lo concibe como una serie de pasos lineales o una sumatoria de etapas, sino más bien como un proceso donde unos sujetos establecen relaciones, desarrollan vínculos y logran satisfacer sus necesidades, aspiraciones y deseos de manera colectiva.

Los procesos de producción, circulación y consumo son considerados como un elemento que ayuda a caracterizar un sector económico, de acuerdo con las

a Luis Razeto Migliaro es licenciado en Filosofía y Educación y magíster en Sociología. Su trabajo intelectual de 30 años se ha centrado en los temas económicos y en las cuestiones sociales y del trabajo. Dicho trabajo lo ha realizado en conexión permanentemente con organizaciones de la economía solidaria y junto a una activa participación en procesos de apoyo y organización de experiencias económico-sociales populares y cooperativas, y de promoción y servicios a formas empresariales asociativas y solidarias. Actualmente trabaja en la Universidad Bolivariana de Chile, donde se desempeña como profesor e investigador. Desde hace años, participa en los Directorios de varias instituciones y corporaciones sin fines de lucro. Ha dictado numerosos cursos y conferencias sobre los temas de su especialidad en Universidades, Centros de Estudio y ONGs de Argentina, México, Brasil, Colombia, Venezuela, Uruguay, Perú, España, Italia, Alemania, Francia, Bélgica y otros países europeos y latinoamericanos. Ha realizado un vasto trabajo de asesoría y capacitación a organizaciones de economía solidaria, microempresas, programas de desarrollo local y afines, en Chile y en diversos países latinoamericanos. Es autor de una extensa producción intelectual.

b Teoría económica comprensiva en la medida en que la teoría comprende, o sea, incluye y abarca las diferentes formas y modos de la actividad económica, ampliando significativamente el espacio de la disciplina y en cuanto ella proporciona nuevos medios para comprender, o sea entender y explicar los fenómenos y procesos económicos, llevándonos más allá del conocimiento del cómo son, para acceder a la intelección de sus lógicas y racionalidades.

unidades económicas que los realizan. En ese sentido, la teoría económica comprensiva define un sector económico como:

“Todos los flujos y relaciones económicas de una sociedad se encuentran entrelazados constituyendo el mercado determinado. Dentro de este es posible diferenciar algunos circuitos especiales, constituidos por subconjuntos de flujos y relaciones que presentan una más estrecha articulación entre sí, generando ciertas dinámicas especiales y determinados modos de comportamiento económico relativamente homogéneos. Y como en esos circuitos participan unidades económicas y sujetos que se conectan e interactúan precisamente para tener ciertos rasgos y modos de comportamiento comunes que los llevan a participar en esos circuitos, se constituyen y pueden diferenciarse algunos definidos sectores económicos”⁴

De otro lado, los circuitos económicos son ubicados en el proceso de circulación, conformado éste por un sinnúmero de flujos y de relaciones económicas específicas entrelazadas unas con otras y establecidas “entre los distintos sujetos económicos cuando entre ellos fluyen o se transfieren factores o productos, en cualquiera de los momentos del circuito económico y cómo resultado de la actividad de algunos o de varios sujetos”⁵. Sin embargo, el autor dice que esta diferencia entre sector y circuito es más gnoseológica que real, ya que el proceso de circulación involucra a los sujetos y unidades económicas que establecen las relaciones y que también participan en la producción y en el consumo.

De acuerdo con la teoría económica comprensiva, los circuitos económicos son definidos como un conjunto de relaciones económicas vinculadas en un encañamiento de flujos que tienden a ser recurrentes. La diferencia con otras posturas teóricas de la disciplina económica las empieza a marcar cuando considera que estas relaciones son la esencia misma del proceso de circulación y cuando además reconoce y define varios tipos^c:

- Las de intercambio, cuando los sujetos de la relación económica se presentan uno ante el otro como propietarios o poseedores de determinados bienes económicos distintos, que se transfieren recíprocamente en determinada proporción libremente estipulada por ellos.
- Las de tributación, cuando el sujeto receptor de los flujos económicos es un centro de poder decisional que se constituye y presenta como distinto de los sujetos que tributan; al tributar, éstos se desprenden de los bienes que transfieren, y pierden poder decisional sobre el fondo de recursos constituido por la suma de las tributaciones.
- Las de cooperación son aquellas en las que, a manera de ejemplo, un grupo de trabajadores contribuye con cuotas iguales o diferenciadas a la organización de una empresa que gestionan en común, y en la que utilizan sus fuerzas individuales como única fuerza de trabajo social, para producir determinados bienes. Una parte de la riqueza generada sirve de nuevo como medios de producción, mientras la otra es consumida y, por

c Todas estas definiciones son tomadas del glosario de economía solidaria.

consiguiente, repartida entre los mismos trabajadores con algún criterio de distribución previamente acordado por ellos.

- Las de comensalidad son aquellas en las que alguno o algunos de los miembros de un grupo, familia, comunidad, etc., efectúan trabajos de distinto tipo que benefician a todo el grupo.
- Las de donación se presentan cuando hay flujos de bienes económicos de un sujeto a otro, que no implican un correspondiente flujo en sentido inverso. Una persona da una limosna a un indigente, una institución dona a una cooperativa determinados medios de trabajo, sin esperar por ello ninguna retribución económica.
- Las de reciprocidad se presentan cuando una persona presta al vecino un servicio que implica un cierto flujo económico; no cobra por ello un flujo de intercambio, pero implícitamente ambos suponen que en el futuro, ante una eventual necesidad del que prestó el servicio, el otro deberá corresponder con una actitud similar.

Estas relaciones vienen equiparadas con el reconocimiento de tres sectores económicos diferenciados de acuerdo con la relativa homogeneidad del comportamiento de los sujetos, los flujos y las unidades económicas que hacen parte de cada uno de ellos. En ese sentido, a la par de los sectores de intercambio (constituido por los sujetos, actividades y flujos económicos donde se establecen preferentemente y se procede en términos de relaciones de intercambio); y regulado (constituido por los sujetos, actividades y flujos que transfieren bienes y riqueza económica mediante relaciones económicas de tributación y asignaciones jerárquicas planificadas); aparece el sector solidario (integrado principalmente por los sujetos, actividades y flujos que implican movimiento de factores y productos que proceden preferentemente conforme a relaciones económicas de comensalidad, de cooperación, de reciprocidad y de donación); es en este último donde se ubican las particularidades de los circuitos económicos solidarios.

En este punto es interesante observar cómo la teoría económica comprensiva no excluye ningún sector económico, relación, flujo o unidades económicas, más bien logra establecer la especificidad e importancia de cada sector, en la medida en que su desarrollo aporta a la satisfacción de las necesidades, deseos y aspiraciones de las personas; claro está que lo hacen de manera distinta, por ejemplo, el sector de intercambios privilegiaría la satisfacción de necesidades y deseos de aquellas personas que tienen la capacidad adquisitiva para adquirir los bienes y servicios que les permitan lograr dicha satisfacción; el sector regulado, a su vez, funciona como un agente importante para satisfacer algunas necesidades de carácter social y colectivo, sin embargo, lo logra con cierto nivel de asistencialismo lo que puede generar algunos niveles importantes de dependencia; por último, el sector solidario posibilita la satisfacción conjunta de las necesidades, los deseos y aspiraciones de una gran mayoría de comunidades e individuos, haciéndolo de manera autónoma, democrática y autogestionaria.

El sector de economía solidaria presenta una gran riqueza humana, pues lo componen unos sujetos individuales y colectivos que se juntan para satisfacer sus necesidades, aspiraciones y deseos, con base en una serie de relaciones basadas en la cooperación, la comensalidad, la reciprocidad, la donación, donde la característica que prima es la solidaridad y no el utilitarismo. No se asume como un sector subsidiario de los otros, que simplemente trata de resolver los problemas (“externalidades del modelo”, dicen algunos economistas) que van dejando la aplicación de modelos que emanan de los sectores de intercambio y regulados. Se le concibe como un sector autónomo, es decir, tiene una racionalidad económica propia que le permite autoconducirse y tomar decisiones con criterios propios e independiente; también se puede decir que la economía solidaria es superior a la de intercambios y regulada, desde el punto de vista económico (considera la satisfacción de necesidades, deseos y aspiraciones), ético (incorpora la solidaridad en todas las relaciones económicas) y humano, (pone al ser humano en el centro de las actividades económicas).

La conceptualización que se ha desarrollado hasta el momento es necesaria, si se quieren comprender las características y funcionamiento de los circuitos económicos solidarios, de los que ya de ha dicho, se estudian en el ámbito del proceso de circulación^d donde se manifiesta de un lado, la asignación de recursos y factores a las distintas actividades y sujetos que los emplean, y del otro, como la distribución de productos, entre quienes los van a consumir.

De acuerdo con lo anterior, los circuitos económicos solidarios tienen que ver con las relaciones económicas que se establecen cuando los sujetos individuales y colectivos desarrollan una serie de actividades económicas en aras de procurarse los medios materiales de subsistencia, lo que implica un flujo incesante de recursos productivos, (fuerzas materiales e inmateriales, natural, social y humano, que tiene su fuente en la naturaleza, en el ser humano o en la sociedad), factores productivo (son los mismos recursos en cuanto económicamente movilizados, combinados y organizados en las empresas, valorizados por los sujetos y participantes en las actividades y funciones del circuito económico), y productos. Estos recursos y factores son seis, trabajo, medios materiales, tecnología, financiamiento, gestión y factor C.

En la teoría económica comprensiva se evidencian cuatro momentos de este proceso de circulación y son los que se toman en cuenta para la constatación empírica de los circuitos económicos solidarios.

d Razeto define el proceso de circulación con los flujos desde unos sujetos económicos a otros, movimiento incesante y circular que lleva al establecimiento de relaciones económicas transitorias y permanentes entre sujetos que participan en la economía. (...) su esencia es la asignación de los recursos y factores económicos a las distintas actividades y sujetos que los utilizan y la distribución de los productos entre quienes la han de consumir.

Un primer momento de incorporación de factores económicos a la empresa (constitutivo del complejo proceso de asignación de recursos y factores); un segundo momento tiene que ver con los flujos de bienes que se dan dentro de las unidades económicas entre los sujetos que participan en su operación y que se benefician de sus resultados (procesos de remuneración de factores y distribución de excedentes); un tercer momento se relaciona con el flujo de bienes que se dan entre las diferentes unidades económicas (proceso de intermediación); y por último, en los flujos que conducen los bienes económicos hasta quienes los consumen, (proceso de distribución social del producto y de la riqueza que determina que los diferentes sujetos, grupos sociales y sectores económicos tengan participación diferenciada en los bienes y servicios producidos en una economía determinada).

De la manera como se presente este proceso, dependerá el reconocimiento de un circuito económico solidario, es decir, en el momento que una unidad económica solidaria decide convocar los recursos y factores productivos para iniciar su actividad, empieza a visualizarse su especificidad. La cantidad de recursos que logre incorporar a una unidad económica, la intensidad en que vayan a ser utilizados, las características de los sujetos que consiga invitar serán diferentes de acuerdo con el tipo de relación económica que se establezca.

Si los recursos y factores convocados para una unidad económica del sector solidario, provienen del sector de intercambios, solo podrán ser adquiridos en la medida en que medie una transacción en dinero; de igual manera, solo podrán ser remunerados a partir de salarios, rentas y utilidades y con base en lo que determine el mercado. Si llegan del sector regulado, tendrán características de una transacción en dinero o especie, y remunerado a partir de cargas impositivas y generando problemas de dependencia y asistencialismo. Mientras que si recursos y factores llegan del mismo sector solidario pueden hacerlo a través de la donación (dinero, medios materiales), la cooperación (esfuerzo conjunto de los asociados), la reciprocidad (convites, mingas) o la comensalidad (regalos). De igual manera, el proceso de remuneración de factores y la distribución de excedentes, cuando se hace bajo el prisma de las relaciones económicas del sector solidario, presentan un menor grado de conflictualidad, pues tanto la retribución a cada factor y como la distribución serán mas equitativas. En ese mismo sentido, los niveles de integración entre unidades económicas del mismo sector potencian el desarrollo, pues operan bajo la misma racionalidad y en cumplimiento de sus objetivos empresariales. Por último, el acceso a los bienes y servicios procedentes del sector solidario será de mayor alcance para los grupos menos favorecidos, y lograrán una integralidad en la satisfacción de necesidades, aspiraciones y deseos. De acuerdo con Razeto:

“...unos tipos de sujetos participan mejor y más activamente en el proceso cuando éste se realiza conforme a determinado tipo de relaciones económicas, mientras

que otros sujetos ven facilitada su participación y se adaptan mejor a otras relaciones. Del mismo modo, determinados bienes tanto factores como productos se movilizan y transfieren más fluidamente por una relaciones que por otras. Mientras que otros lo hacen mejor por relaciones distintas⁶⁷.

Desde el punto de vista de la **PRODUCCIÓN**, es muy importante definir las relaciones económicas que se establecen para incorporar los factores económicos a la organización económica, porque de esto depende la identificación y sobre todo, el cumplimiento de los objetivos y fines que se persiguen de acuerdo con la especificidad de cada sector. Es posible desarrollar unas breves reflexiones sobre el proceso de incorporación de los recursos a las organizaciones empresariales de economía solidaria y las consecuencias que trae no considerar la racionalidad propia de cada sector.

El trabajo: es necesario que cuando se incorpore a la organización empresarial de economía solidaria, llegue con cierto nivel de conciencia que le permita reconocer la racionalidad económica, los objetivos que se pretenden lograr, y la importancia de su aporte como propietario para tal fin en la medida en que no se subordine a los demás factores (financiamiento, medios materiales, gestión, tecnología). Por último está la comprensión de que su participación le va a permitir la satisfacción conjunta de sus necesidades, deseos y aspiraciones. Cuando este factor no tiene conciencia de su papel en la organización, se generan dificultades que pueden llevar a desvirtuar la esencia de ésta; de igual manera, los niveles de conflictividad se aumentan en la medida en que sus intereses individuales tropiecen con los intereses colectivos.

El financiamiento: cuando es producto del esfuerzo colectivo, de los pequeños o medianos montos de dinero que han logrado acumular los asociados y se pone al servicio de una actividad económica genera mayores niveles de confianza y menor dependencia de otros agentes. También es posible que alguna parte de la financiación llegue de organizaciones empresariales del sector solidario, caso en el cual las condiciones de acceso a este recurso serían favorables en lo relacionado con los intereses, las amortizaciones y los plazos ya que en la economía solidaria el dinero se convierte en un bien común generador de nueva riqueza puesta al servicio de los asociados y del crecimiento de la misma organización. Cuando los recursos financieros llegan del sector regulado, como donaciones, subsidios, préstamos con bajo interés, a largo plazo y con períodos de gracia, se genera una dependencia sobre todo porque en muchos casos esa financiación no obedece al apoyo de las iniciativas comunitarias, sino a la necesidad de las políticas públicas formuladas de antemano.

Adquirir los medios materiales a través del mercado de intercambios es muy difícil por el difícil acceso que se tiene a ellos dados sus altos precios en el mercado. En este caso son una opción importante las donaciones del sector regulado en cuanto que estos recursos son costosos; sin embargo, se corre el riesgo de la dependencia y

del asistencialismo. Cuando se obtienen del sector solidario mismo, pueden venir a partir de donaciones, sin necesidad de tener una dependencia del donante. En este aspecto es donde existe una mayor complejidad para su adquisición, pues en el caso colombiano, el sector solidario no es productor de medios materiales; por esto la dependencia del sector intercambios y regulado se nota más.

La gestión es uno de los factores más subdesarrollados en las organizaciones empresariales de economía solidaria pues está concentrado en pocas personas, lo que genera problemas como el gerencialismo, es decir, este factor se apodera de los demás y empieza a usurpar sus funciones. Cuando proviene del sector de intercambios o regulado, se encuentra una dificultad, pues sus centros de formación están diseñados para estudiar aquellos modelos administrativos que favorezcan el interés privado, a través del maximalismo y la consecución de dinero a corto plazo. Es por esto que la procedencia de este factor es importante para lograr el objetivo de las organizaciones empresariales de economía solidaria. Cuando es formado y convocado bajo la racionalidad solidaria, cuando conoce los objetivos de estas organizaciones y se somete a las directrices de la máxima autoridad que es la Asamblea, sus decisiones serán tomadas con criterios de participación y autogestión.

La tecnología, ese poder hacer, se refiere al desarrollo de las capacidades de creación e imaginación; estas habilidades pueden ser desplegadas por cualquier persona y puestas al servicio de la sociedad. Si este factor no se logra generar y potenciar en los sujetos que participan de una organización solidaria, la dependencia es evidente en el sentido en que para algunos el saber es poder. Cuando se desarrolle este saber hacer, debe circular de manera democrática sin que exista un monopolio de personas o instituciones sobre él.

El factor comunidad, o C, se convierte en el elemento de integración y cohesión social que se manifiesta en la colaboración y cooperación voluntaria entre las personas integrantes de la organización empresarial que hace posible y facilita su acción conjunta. La formación y surgimiento de este Factor no siempre obedece a decisiones racionales y calculadas, más bien tiene que ver con procesos sociales muy complejos que logran, en un momento determinado, juntar esa energía de la solidaridad, para ponerla al servicio de una actividad productiva que resuelva los problemas apremiantes que enfrentan las comunidades urbanas y rurales, en América Latina.

Es posible mencionar algunas condiciones previas que hacen surgir el Factor C en prácticas económicas de carácter solidario: la existencia de una necesidad económica urgente que toca con la subsistencia misma; la presencia histórica de organizaciones sociales con fines religiosos, culturales, políticos, reivindicativos; la intervención de algún estímulo externo destinado a promover la organización con fines de auto ayuda y cooperación; motivaciones ideológicas y axiológicas que llevan a las personas y a los grupos a buscar formas de vida y de organización alternativas.

Este Factor impacta a los demás, en la medida en que los llena de sus contenidos, y afecta la productividad de cada uno. Así, por ejemplo, la cooperación

voluntaria en el trabajo logra incrementar el rendimiento de toda la fuerza laboral, de manera individual y colectiva. El uso compartido de conocimientos e informaciones democratiza el saber hacer y ayuda a abaratar los costos de acceso a la información. La adopción colectiva de decisiones es más efectiva porque: logra unir a los ejecutores y a los proponentes, provoca una distribución más equitativa de los beneficios, acorde con los aportes que haga cada uno, genera unos incentivos psicológicos al hacer real el trabajo en equipo o comunitario, logra una reducción de la conflictividad social y unos beneficios especiales para cada integrante, para la comunidad en general y para el entorno.

Desde el punto de vista de la **REMUNERACIÓN** de los factores productivos y la **DISTRIBUCIÓN** de excedentes, es posible decir que una organización empresarial de economía solidaria retribuye el aporte que hace cada uno de esos factores productivos, considerando parámetros de solidaridad, justicia y eficiencia, teniendo en cuenta la participación o proporcionalidad de cada factor en el cumplimiento del objeto social. De otro lado la distribución de excedentes debe permitir el mejoramiento en la calidad de vida de los asociados en particular y de sus comunidades en general.

Desde el punto de vista del **CONSUMO**, habría que pensar en la satisfacción de necesidades, aspiraciones y deseos, teniendo en cuenta las dimensiones del ser humano, pues como dice el autor:

*“...las necesidades, deseos y aspiraciones, tanto individuales como grupales y sociales pueden efectivamente ser ordenadas y clasificadas en algunos de sus tipos, y el estar construida relevando las dos dimensiones cruciales en que se mueve la experiencia humana y que se definen sus tensiones existenciales, pragmáticas, axiológicas y éticas fundamentales: por un lado el eje cuerpo – espíritu, que es también el que va de lo fisiológico a lo psicológico y cultural, y por otro lado el eje individuo – comunidad, que va de la exigencia de auto-conservación a la de proyección social y participación en la vida colectiva”*⁷.

Conclusión

La ampliación del espacio de lo económico en la teoría económica comprensiva hace visible un universo de prácticas y de relaciones que abren las puertas para sacar el economicismo de los análisis, y con él, al famoso hombre económico, que trata de maximizar su felicidad y minimizar su dolor y cuya principal motivación es la de obtener ganancias; esta concepción mira toda acción humana desde el punto de vista del cálculo racional y la obtención del beneficio monetario. Sin embargo, la realidad de las sociedades latinoamericanas presenta una serie de universos económicos comunitarios, en los cuales existen actos desinteresados, materializados en prácticas que recogen nuevas maneras de relaciones económicas y sociales, basadas en la autogestión colectiva, solidaria y democrática, que ponen en escena una ética solidaria, es decir, una voluntad, una conciencia y unos sentimientos que conducen a actuar con los demás en función de todos.

Cabría mencionar una variedad de prácticas que incorporan la cooperación y la solidaridad como los valores que motivan las relaciones sociales y económicas; ejemplos de ellas serían las economías familiares, los intercambios domésticos, las economías campesinas, las empresas cooperativas, los fondos de empleados, las empresas de trabajo asociado, las empresas comunitarias, las natilleras, los clubes de trueque, las monedas alternativas, los clubes de mercado, los comedores comunitarios, los merquemos juntos, los talleres laborales etc.

Lo anterior nos ayuda a hacer visible una serie de relaciones que obedecen a unas racionalidades económicas y a unas lógicas operacionales particulares, que no pueden ser entendidas a la luz del utilitarismo, definido en el hombre económico. Es decir, existen motivaciones y comportamientos que no pueden ser leídos y medidos con los parámetros de las teorías y las reglas del universo económico convencional. Las relaciones económicas que establecen los sujetos participantes de estas prácticas y organizaciones están basadas en las donaciones, la reciprocidad, la cooperación y la comensalidad.

Las concepciones utilitaristas no pueden negar que los seres humanos han logrado subsistir como especie, en la medida en que se han relacionado, cooperado y solidarizado entre sí, para garantizar la subsistencia. Prueba de ello la encontramos en sociedades antiguas y tradicionales, donde la probabilidad de subsistencia la determinaba la solidaridad y la cooperación, no la competencia. En estas sociedades: “La vida económica está incrustada en la organización social y política de la sociedad”⁸

Estos valores tradicionales han trascendido a las sociedades modernas, desafortunadamente, no como una generalidad; sin embargo, permanecen agazapados, como un tesoro que está escondido y solo espera que alguien lo descubra, lo incorpore en su cultura, para obtener y gozar de la riqueza, que significa su posesión.

Referencias

1. Marx, Karl, Introducción general a la crítica de la economía política. 26^a edición; México: Siglo XXI editores; 2001. 27 p.
2. Zuleta, Estanislao. Comentarios a la introducción general a la crítica de la economía política de Carlos Marx. Editorial La Carreta. Bogotá, 1977. 159 p.
3. Razeto Migliaro, Luis. Fundamentos de una Teoría Económica Comprensiva. Santiago de Chile: Ediciones PET; 1994. P 233-256.
4. *Íbid.*,p. 237.
5. Betancur, Leonel. Glosario de economía solidaria. [Sitio en Internet], Disponible en [http://www.economía solidaria.net](http://www.economía%20solidaria.net). consulta: 10 de mayo de 2008.
6. *Íbid.*,p. 265.
7. *Íbid.*,p. 272.
8. Bourdieu, Pierre. Las estructuras sociales de la economía. Barcelona: Editorial Anagrama, 2003. 283 p.

La percepción como condicionante del comportamiento del consumidor frente a las ofertas de educación superior en el sector agropecuario*

Rodrigo Posada Bernal**

Resumen

Introducción. La individualidad es considerada en todas las estrategias de mercadeo para lograr los propósitos planteados, y de la individualidad, la percepción es determinante para caracterizar la actitud de consumo de las personas. Es la tipificación de esta percepción la que arroja elementos de juicio que permiten dirigir, con cierto grado de seguridad, las acciones de *marketing*. La elección de un pregrado, específicamente en el sector agropecuario, no es ajena a la presencia de la percepción, por lo que es necesario identificar la forma como se estructura, para poder influenciar sobre ella.

Objetivo. Identificar los principales factores que inciden en la percepción de los individuos, referentes a las opciones de estudio de educación superior en el sector agropecuario.

Material y método. Se basó en la utilización de la encuesta estructurada, que tuvo por finalidad identificar los motivos que inducen a modificar o a afianzar la percepción en los estudiantes. Esta encuesta permite obtener información sobre características socioeconómicas, opiniones, actitudes y motivaciones del público objetivo. La encuesta se aplicó durante el año 2009 a estudiantes de colegios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, clasificados según el estrato socioeconómico y zona de influencia. **Resultados.** Entre los más significativos están: la tendencia en todos los estudiantes, sin diferencia de estrato socioeconómico, de estudiar Medicina

* Artículo derivado de la investigación del mismo nombre, realizada entre los años 2009 y 2010 por el grupo de investigación DELTA, con apoyo del Fondo para el Desarrollo de la Investigación de la Corporación Universitaria Lasallista.

** Economista Industrial, magíster en Ciencias de la Administración, docente de la Corporación Universitaria Lasallista en la Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias.

Veterinaria, con un 53% de aceptación; la percepción que poseen sobre el reconocimiento social que brinda estudiar en una institución universitaria de prestigio; de un total de 588 estudiantes que optaron por carreras agropecuarias, un 50% considera relevante este aspecto; adicionalmente, la seguridad económica que brinda el posgrado elegido y la posibilidad de lograr un empleo con relativa facilidad definen en el público objetivo un argumento sobre el cual basar su decisión de estudio. La percepción sobre calidad académica de la institución y la exigencia académica de la misma, se presentaron como elementos altamente valorados; es así como un 68,9% de los encuestados manifestaron su deseo de estudiar en una institución con un alto nivel académico, y un 55,6% precian en alto grado la exigencia académica como elemento que asegura la calidad de los programas ofrecidos; por último, la facilidad personal para estudiar el pregrado elegido, con un 90,6% de aceptación y la participación del núcleo familiar en esta decisión, con un 9,3%, han aparecido como elementos que han ganado peso en la formación del proceso perceptivo. **Conclusión.** Es innegable el papel que juega la percepción en los estudiantes de educación media, al momento de elegir el pregrado a estudiar; por consiguiente, las instituciones de educación superior deben identificar en cuál etapa del proceso de formación de la percepción deben actuar, para lograr estructurar estrategias de mercadeo efectivas, y lograr cambios a favor en las decisiones de los posibles estudiantes, de acuerdo con sus políticas internas.

Perception as a conditioning factor of the consumer's behavior for choosing higher education offers in the agropecuary sector

Abstract

Introduction. Individuality is regarded in all of the marketing strategies, in order to achieve the objectives. The perception of this individuality is a key factor to characterize the consumption attitudes people have. Classifying this perception allows marketing specialists to have judgment elements to implement, with some accuracy, marketing actions. Electing an undergraduate program, specifically in the agropecuary sector, implies, of course, a perception, and it is necessary to identify how it is structured in order to influence it. **Objective.** To identify the most important factors that influence the perceptions individuals have about the higher education options in the agropecuary sector. **Material and method:** The article was based on the use of a structured survey, aiming to identify the reasons why the perception can be modified or strengthened among students. This survey was useful to get information about the social and economic characteristics of the sample population, and also about their attitudes and motivations. The survey was applied in 2009 to high school students from

the Abrurrá Valley's Metropolitan Area, classified under social and economic levels and under influence zones terms. **Results.** Among the most meaningful results the following ones can be remarked: The trend to study Veterinary Medicine, among all students, with a 35% acceptance grade; The perception they have of the social acknowledgement provided by the fact of studying in a prestigious institution; From a total number of 588 students who chose agropecuary studies, 50% considers this issue as relevant; Also the economic safety given by the graduate programs chosen and the possibility to get a job with a relative ease, define among the target group an argument from which they can make their choice concerning education. The perception of the institution's academic quality and its academic standards were considered as very valuable elements; 68.9% of the people surveyed said that they wanted to study in an institution with very demanding academic standards and 55.6% highly appreciate academic demand as an element to guarantee the quality of the programs offered; Finally, the personal skills to study the undergraduate program chosen, with a 90,6% of acceptance, and the participation of the whole family in the decision made, with a 9.3%, appeared as elements that are becoming more important in the perception process. **Conclusion.** The role played by perception among high school students when they choose their undergraduate programs can not be denied. Therefore, higher education institutions must identify in which of the stages of the perception process they have to intervene in order to create effective marketing strategies and obtain favorable changes in the decisions of their potential students, according to their internal policies.

Introducción

Desde las prácticas y estrategias de mercadeo, cuando una organización desea impactar sobre su público objetivo buscando incitar hacia ciertas actitudes de consumo, utilizando en forma óptima los recursos disponibles, es necesario evidenciar e identificar los motivos reales que acompañan las decisiones de demanda. Pero igual de importante es poder evidenciar de qué forma los motivos que inducen al consumo pueden ser modificados, para poder condicionar, de una manera acertada, la oferta de productos (bienes y servicios), y lograr una percepción positiva sobre ellos.

Estremecer conceptos, modificar estructuras de pensamiento en los individuos no es tarea fácil; es incursionar en las realidades epistemológicas, desde donde se conciben los principios de pensamiento de cada quien. Esto implica que intervenir en una realidad de pensamiento requiere acciones de alta efectividad, donde la posibilidad de error está negada, pues cualquier elemento que no se

logre controlar, que permanezca a la deriva, puede generar erróneas interpretaciones de la realidad.

El *statu quo*, tan común en todas las situaciones de nuestra vida, debe ser impactado para romper con la encrucijada de la inactividad práctica, buscando tal vez una conveniencia pragmática de las situaciones de competitividad y eficiencia.

Competitividad y eficiencia son dos palabras poco utilizadas en la gestión de mercadeo en las instituciones universitarias de nuestro país, las cual se desenvolvían, hasta hace relativamente muy poco, en un medio ambiente sin turbulencias en el cual el financiamiento estaba asegurado y la competencia se encontraba limitada. Hoy, dicho marco de referencia ha cambiado drásticamente y es otro el escenario que enfrentan las universidades, en el cual estas no sólo deben ser eficaces, sino que deben buscar y alcanzar la eficiencia. La eficacia es la obtención de los resultados deseados, y la eficiencia se logra cuando se obtiene un resultado deseado con el mínimo de insumos.

Es bien sabido que en los individuos uno de los elementos principales que induce a la acción, y específicamente a la acción de consumo, es la percepción que se posea sobre el objeto sobre el cual recaerá ésta; la acción es el último eslabón del proceso de toma de decisiones, después de elaborarse en forma intrínseca una secuencia lógica de aceptaciones y rechazos. Según Hammond¹, el proceso de toma de decisiones se inicia con la identificación de un problema, que se caracteriza después de que el individuo se percata del detonante de este. El detonante es el elemento que genera el problema, y por consiguiente es sobre el cual se debe actuar para resolverlo realmente; el proceso continúa con el evidenciador, que es el elemento, interno o externo, que pone de manifiesto la realidad de un problema; y luego se identifica la manifestación del evento que se analiza, la cual se refiere a lo que se observa en la cotidianidad de los hechos; se continua con la identificación y análisis de la alternativa que puede solucionar el problema, para terminar con el proceso de acción mencionado.

Todas estas etapas se amalgaman con el sentimiento de la percepción, para construir un férreo concepto de consumo, el cual, mediante estrategias mediáticas, puede ser modificado, para crear el ambiente necesario en la comercialización de este o aquel producto. Tratar de identificar los elementos que configuran esta percepción, determinar los motivantes que impulsan a la acción y caracterizar la forma como se pueden moldear o tratar de canalizar de una forma diferente los elementos constitutivos de ella es uno de los mayores retos en cualquier estrategia de mercadeo. Por esta razón, lo primero que toda organización debe identificar al implementar sus estrategias de comercialización, sin lugar a dudas, es la forma como se concibe y se forma la percepción sobre el producto o servicio ofrecido.

La percepción es un proceso constructivo, es una categoría mental, que consiste en interpretar las sensaciones, pero que no tiene una base científica, que

le asigne una coherencia conceptual; esta interpretación se resuelve a través del tiempo en una idea o imagen la cual está condicionada en gran medida por el estilo de vida de los individuos, por su entorno y por su experiencia. Por esta razón, la percepción puede ser modificada, ya que el concepto de las cosas, por efecto de nuevas experiencias puede cambiar, en forma positiva o negativa según la realidad individual de sus sensaciones.

La percepción incluye la interpretación de esas sensaciones, dándoles significado y organización (Matlin y Foley)². La organización, interpretación, análisis e integración de los estímulos, que se convierten en los detonantes de la percepción, implica la actividad no sólo de nuestros órganos sensoriales, sino también de nuestro cerebro (Feldman)³, lo que le imprime a esta categoría mental, un espacio sumamente importante en la configuración del proceso perceptivo. El anterior concepto es muy importante en las prácticas de mercadeo, ya que dependiendo de la forma como desde los postulados de esta disciplina se maneje la realidad, el individuo podrá inclinarse por un consumo o por otro.

Es evidente que la percepción se basa en los estímulos y las experiencias individuales, poniendo a la hermenéutica, como el eje rector del proceso perceptivo; es decir, en este acápite el proceso interpretativo asume una gran fuerza en la valoración de los eventos que rodean el entorno en el cual se opta por una decisión de consumo.

Según Walter Schupnik⁴ La percepción es el “Significado que en base a las experiencias, atribuimos a los estímulos que nos entran por los sentidos”. Las percepciones pueden ser tanto subjetivas (que dependen de los instintos particulares del “ello” del individuo) como selectivas (que dependen de sus experiencias, intereses y actitudes) y están directamente relacionadas con tres tipos de influencias: Las características físicas de los estímulos, la interrelación del estímulo con su entorno y las condiciones particulares del individuo, siendo las dos primeras sujetas a modificaciones por medio de ciertas prácticas y estrategias del marketing, las cuales tendrán mayor o menor validez, dependiendo de la forma como se interpreten las condiciones particulares de las personas. Es aquí donde surge la importancia de identificar el eje directriz de la percepción de los individuos, para estructurar procesos y estrategias que permitan modificar una o varias de estas influencias y poder así tener cierto control sobre los motivantes del consumo.

En la elaboración de la percepción, todas las personas construyen de una forma consciente o inconsciente un proceso lógico y coherente, compuesto por cuatro etapas determinadas por los tres tipos de influencias mencionadas anteriormente.

Estas etapas son: la necesidad perceptiva, en la cual cada individuo siente la urgencia de satisfacer una necesidad, y asume diferentes intensidades y condiciones dependiendo de las características particulares de cada quien; es en esta etapa donde el mercadeo tiene que estar atento en su estrategia de evidenciar a los

posibles consumidores nuevas necesidades, es la etapa de la percepción donde las organizaciones deben prestar una gran importancia a la investigación, desarrollo e innovación (I+D+I); la segunda etapa se define como la selección perceptiva e identifica el momento donde los individuos conciben el universo de satisfactores que se considera, poseen las características necesarias para satisfacer sus necesidades.

En esta etapa es necesario que las estrategias de mercadeo se inclinen de una manera decidida a lograr un posicionamiento de los productos o de su imagen corporativa en el medio, pues es un hecho que si el posible consumidor no reconoce la empresa o el producto en sus posibilidades de consumo, no será posible que lo incluya en su universo de satisfactores; es tal vez una de las etapas más sensibles en el proceso de formación de la percepción, es el momento en el cual se obtiene una posición en el mercado; la tercera etapa se conoce con el nombre de la elección perceptiva, y es aquella en la que el consumidor asume su posición de demanda, es decir es donde la persona toma partido por un producto, de los identificados en la selección perceptiva.

En este momento la persona evalúa los beneficios frente a los costos de su decisión, y efectivamente decide sobre el producto a consumir; en este momento el posicionamiento de producto o de marca asume un papel definitivo como impulsador de la decisión de elección, es aquí donde las organizaciones deben prestar especial interés a la calidad y a la innovación de sus productos; y la última etapa del proceso se denomina la apropiación perceptiva, la cual involucra diferentes aspectos que permiten que las personas logren en forma definitiva poseer el producto; el primer elemento que se involucra en esta etapa se refiere a la oportunidad del producto, la cual tiene que ver con el aspecto temporal de la oferta, es decir que el producto sea apropiado para el momento histórico que se está viviendo y que el individuo reconozca esta temporalidad, y el segundo aspecto que se debe considerar es la facilidad de la adquisición, la cual involucra aspectos tan sensibles y determinantes como el precio, la promoción, los medios de pago y el fácil acceso a estos elementos.

Para Jack Trout⁵ en mercadeo se identifica la ley de la percepción, por medio de la cual puede afirmarse que “El *marketing* no es una batalla de productos, es una batalla de percepciones”; esto implica que no hay mejores productos. Lo único que existe en el mundo del *marketing* son percepciones en las mentes de los consumidores actuales y potenciales. La percepción es la realidad; todo lo demás es una ilusión. Según esta ley la percepción de un producto es como la realidad de la mente; lo que el cliente o consumidor crea será lo que imperará a la hora de elegir un producto, no importa ante cuál producto esté.

En forma específica, la elección de la institución y del programa de pregrado que satisfaga las necesidades individuales de estudio no es ajena a la percepción del individuo. ¿Por qué elige una persona determinado pregrado?, ¿cuál es el

elemento que motiva a elegir esta o aquella institución? Una persona siempre se encontrará ante un gran número de instituciones de educación superior que ofrecen una considerable posibilidad de carreras que en buena forma podrían suplir cualquier temática deseada.

El gran interrogante surge ante la necesidad de identificar el real motivo que ha llevado a elegir una o la otra. Lograr claridad al respecto es de gran importancia para las instituciones de educación superior, ya que permitiría identificar y rastrear en qué momento un individuo realiza su acción de elección y cuáles fueron los elementos que encauzaron dicha acción. Más aún, surge aquí la posibilidad de poder identificar de qué forma podría moldearse la percepción del individuo para que la elección se realice a favor de una u otra opción.

Lograr identificar la forma como la percepción de las personas puede ser influenciada en la decisión de estudio superior es de gran utilidad para definir cómo influir en los diferentes estratos socioeconómicos, cómo se presentan las estrategias publicitarias o promocionales, que elementos deben ser puestos de relieve para motivar a la elección, cómo deben ser estructurados los currículos para que las personas se sientan atraídas por ellos, y cuál debe ser la oferta educativa que debe ser implementada.

La investigación asume una importancia relevante en el sector educativo, porque permite identificar los aspectos que tienen en cuenta los potenciales estudiantes al momento de elegir su opción de estudios profesionales en el área agropecuaria, y para evitar costos innecesarios en la estructuración de estrategias de mercadeo eficientes, al identificar de qué forma influyen en la percepción, variables como el estrato socio económico, la posición socio cultural donde se ha desenvuelto, el nivel académico del colegio, sus experiencias personales, y el entorno que lo rodea, para asumir su opción de estudio.

Materiales y métodos

Población y muestra: para calcular el total de estudiantes de grado once en el 2009 se buscó la información en el Anuario Estadístico de Antioquia del 2007, y se realizó la proyección bajo el sistema Montecarlo de simulación, el cual se basa en ensayos independientes en los que los resultados para un ensayo no afectan lo que sucede en ensayos subsiguientes (Sweeney)⁶. Esta proyección arrojó una cifra de 25.400 estudiantes en el Valle de Aburra, tanto en colegios privados, como oficiales, y permitió establecer una muestra de 2.502 personas.

Instrumento de recolección de la información: el instrumento utilizado fue la encuesta estructurada la cual tuvo por finalidad identificar los motivos que inducen a modificar o a afianzar la percepción en los estudiantes. La encuesta se aplicó a estudiantes de colegios ubicados en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, clasificándolos según el estrato socio económico al que pertenecen.

Según Eyssautier⁷, una encuesta se considera estructurada, cuando está compuesta de listas formales de preguntas que se formulan a todos por igual. Se utilizó este tipo de encuesta, porque ella permite obtener información sobre características socioeconómicas, opiniones, actitudes y motivaciones del público objetivo.

La principal ventaja del uso de la encuesta es que, dependiendo de la profundidad de la misma, se pueden obtener datos muy precisos sobre la temática investigada. Adicionalmente, la encuesta estructurada presenta las siguientes ventajas: asegura la elaboración uniforme de las preguntas para todos los que van a responder, es fácil de administrar y de evaluar, y permite un proceso más objetivo tanto del que responde, como del que analiza las encuestas

Los participantes respondieron preguntas sobre su comportamiento, las intenciones, las actitudes y las motivaciones que priman al momento de elegir un pregrado y una institución para estudiar una carrera agropecuaria.

Resultados

A continuación se presentarán los resultados que la investigación en referencia mostró.

Para un mejor análisis y comprensión de la información recopilada, el análisis de la información se realizó teniendo en cuenta dos grupos de encuestados, de la siguiente forma: estudiantes de colegios ubicados en estratos 2 y 3, y estudiantes de colegios ubicados en estratos 4, 5 y 6.

Realizar esta división permite evaluar y analizar de una forma más precisa, el modo como se percibe el estudio de carreras agropecuarias, según el estrato de procedencia.

Se encuestaron 2.502 estudiantes, de los cuales 1.105 correspondieron a estratos 2 y 3, y 1397 a estratos 4, 5 y 6.

De esta muestra de encuestados, 217 estudiantes de colegios ubicados en estratos 2 y 3, y 371 estudiantes de colegios ubicados en sectores 4, 5 y 6 manifestaron su deseo de estudiar carreras agropecuarias; este resultado arroja una intención de estudio en esta área del 23,5%, que ocupa un segundo lugar después del área de la salud que arrojó una intención de estudio del 26%.

También pudo observarse en el estudio realizado, que tanto en estratos 2 y 3, como en estratos 4, 5 y 6, existe una preferencia por estudiar en instituciones universitarias; en estratos 2 y 3 el porcentaje es del 49% y en estratos 4, 5 y 6 es del 86,7%; se observó que en los estratos 4, 5 y 6, la tendencia a estudiar en este tipo de instituciones prácticamente dobla en porcentaje a los estratos 2 y 3. En estratos 2 y 3, se evidenció una alta tendencia a estudiar tecnologías, con un 39,6% de aceptación, mientras que en estratos 4, 5 y 6 este tipo de estudios presenta una motivación muy baja, con un 13,3% de aceptación; en cuanto a carreras técnicas,

la situación es aún más crítica, pues en los estratos 2 y 3, la intención de estudio es del 11,4%, mientras que en los estratos 4, 5 y 6 no existe ninguna intención de estudio de perfil técnico.

En la investigación también se indagó sobre las carreras del sector agropecuario, en las cuales se tenía una preferencia, resultados que fueron sumamente radicales según el estrato socio económico al que se pertenecía.

En los estratos 2 y 3, existe una alta tendencia a estudiar Medicina Veterinaria, con un 48,8% de aceptación, continuando en su orden Zootecnia con una intención del 26,8%, Administración de Empresas Agropecuarias, con una intención del 15,2 % y por último Industrias Pecuarias, con una aceptación del 7,4%.

En los estratos 4, 5 y 6, la situación no difiere mucho en relación con Medicina Veterinaria, ya que el 56,1% de los estudiantes encuestados manifestó su interés en este pregrado, continuando en intención de aceptación Industrias Pecuarias, con un 17,6%, para proseguir con Administración de Empresas Agropecuarias, con un 13,7% de intención de estudio; llama la atención la poca aceptación de Zootecnia en este nivel de estratos, como opción de estudio, pues solo un 10,2% ha manifestado su intención de estudio.

Otro aspecto que es necesario resaltar en este punto es la poca intención, en todos los estratos de estudiar pregrados del área de las ciencias ambientales, pues en ningún caso la intencionalidad excede del 2,5%.

La investigación realizada, obviamente, se centró en estudiar la percepción que los estudiantes encuestados tenían sobre los elementos y circunstancias que los motivan a realizar las respectivas elecciones; por consiguiente, a partir de este momento se realizará un análisis de los aspectos que desde la percepción influyen en el proceso de la decisión que se elaborará para los dos grandes grupos de estratos identificados.

En los estratos 2 y 3, existe un consenso al considerar que estudiar un pregrado en el área agropecuaria genera un alto reconocimiento social, pues el 69% está de acuerdo con esta afirmación, mientras que en los estratos 4, 5 y 6 solo el 18,6% de las personas consideran que se genera un alto reconocimiento social. Aquí se puede establecer un umbral claramente definido entre los dos grupos, lo que debe ser considerado con sumo cuidado al emprender una estrategia comunicacional en cualquier sentido.

Otro aspecto importante que debe ser observado como resultado de la investigación referenciada es la forma como los estudiantes de pregrado perciben que las carreras del sector agropecuario brindan seguridad económica, una vez se haya obtenido el respectivo título. En los estratos 2 y 3 existe una amplia percepción de que al terminar sus estudios existe un alto porcentaje de lograr seguridad económica, ya que un 47% de ellos considera que se logrará dicha seguridad en alto grado, frente a un 32,6% de las personas pertenecientes a los estratos 4, 5 y 6. Sin embargo, al

medir la percepción en ambos grupos de estudiantes, entre un mediano y alto grado, el nivel de consenso es muy similar, pues en el primer grupo el porcentaje asciende al 85,7%, y en el segundo grupo asciende al 76,3%; esto denota la esperanza puesta por los estudiantes de todos los estratos socio económicos en obtener una seguridad de ingresos al obtener su título de pregrado.

De igual forma, y como complemento al anterior aspecto, se ha indagado sobre la participación en el campo laboral de los egresados de estos pregrados, y se ha podido concluir que en ambos grupos de personas existe la esperanza de que al poseer un título, se facilitará la consecución de un puesto de trabajo, pues en los estratos 2 y 3 el 75,% de las personas consideran que en mediano y alto grado esta consecución sería una realidad, mientras que en los estratos 4, 5 y 6 un 68,6% consideran que en mediano y alto grado se aseguraría un puesto de trabajo.

El posicionamiento corporativo, es decir, el reconocimiento de la universidad por el público, y la imagen institucional que en el medio se tenga sobre la institución universitaria, también se presenta como un elemento de percepción sumamente importante en el momento de elegir un pregrado en el área agropecuaria. En los estratos 2 y 3, para un 75,1% de los estudiantes es muy importante el reconocimiento de la institución en el medio, mientras que para un 24,9% de estos estudiantes es mediana la importancia de este reconocimiento. Esto quiere decir que un 100% de los estudiantes de sectores de bajos ingresos le prestan una significativa importancia al nombre de institución donde estudiarían su pregrado. En los estratos 4, 5 y 6 la situación no es menos representativa, pues un 80,6% de estos estudiantes le asignan una calificación de alto grado al nombre de la institución, mientras que el 12,1%, le asignan una mediana importancia.

No menos importantes y sorprendentes fueron los resultados obtenidos sobre la percepción que los estudiantes tienen de lograr triunfo en la vida, al estudiar un pregrado de orden agropecuario. Para los estratos 2 y 3, definitivamente el estudiar un pregrado influye en un alto grado en ser triunfadores en la vida, y posiblemente en esta percepción basan su decisión de estudio, pues un 72,4% de ellos opinan que en alto grado se triunfa en la vida si se estudia una carrera. Por el contrario, en los estratos 4, 5 y 6 existe un escepticismo sobre esta percepción, pues solo 19,9% de los encuestados reconocieron que para triunfar en la vida es necesario estudiar un pregrado.

Al parecer los posibles estudiantes de educación superior son críticos y exigentes con las cualidades de las instituciones universitarias, pues su percepción les ha llevado a identificar varios elementos neurálgicos que influirían en el momento de elegir dónde estudiar su carrera.

Analicemos estos elementos en forma independiente, para poder caracterizar la acción de demanda de cada grupo identificado. El primer aspecto sobre el que se investigó se refiere a la importancia que el prestigio de la institución de educación superior posee: en los estratos 2 y 3, un 18% de ellos consideran este

aspecto como determinante al momento de elegir una universidad, mientras que el 23% de los estudiantes de estratos 4, 5 y 6, consideran relevante esta cualidad. La accesibilidad económica no parece ser un factor de preocupación mayor, pues solo un 16,6% de los estudiantes de estratos socio-económicos bajos lo consideraron como elemento que impulsaría a su elección, mientras que en los estratos socio-económicos más pudientes, solo el 10,4% lo considera como un elemento determinante de elección.

Llama la atención que un factor como el nivel académico se convierta en uno de los elementos que se considera con mayor fuerza como factor que impulsa al consumo, pues en estratos 2 y 3 un 35,1% considera que el nivel académico es definitivo para optar por una institución, y en los estratos 4, 5 y 6 el 22,4% asumen este factor como uno de los más definitivos en la decisión.

La ubicación de la institución es un factor que poco peso tiene en el momento de decidir por una opción de estudio, pues solo el 11% de los estratos 2 y 3 lo consideran relevante y el 20,4% de los estudiantes de estratos 4, 5 y 6 le otorgan una relativa fuerza. Pero un factor como la exigencia académica, parece ser importante para los dos grupos en cuestión, pues el 19,1% de los estudiantes de los estratos 2 y 3 lo consideran básico en el momento de elegir una institución de educación superior y el 23,8% de los estudiantes de estratos 4, 5 y 6 le otorgan una importancia relevante.

No sorprendió la respuesta recibida cuando se indagó sobre la preferencia de estudio en instituciones de educación superior pública o privada, pues en los estratos 2 y 3 el 95,8% prefieren estudiar en una institución pública, y en los estratos 4, 5 y 6 el 81,1% prefieren estudiar en instituciones privadas.

Es de anotar que estas preferencias están enmarcadas bajo todo el contexto perceptivo que se ha analizado en los párrafos anteriores.

Por último, al indagarse sobre aspectos personales que motivarían la elección de un pregrado en el área agropecuaria, se puede aseverar que la facilidad que posee la persona por las carreras ofrecidas es definitiva para elegir el pregrado, y se pudo establecer que en los dos grupos investigados, este factor es relevante. En los estratos 2 y 3, la facilidad en el área es importante para un 92,6% de los estudiantes, mientras que para los estratos 4, 5 y 6 este factor es importante en un 89,5%. Además, aparece un aspecto que, aunque no presenta porcentajes de aceptación significativos, es necesario que las instituciones de educación superior lo tengan en cuenta, pues su influencia puede tomar proporciones de importancia al momento de decidir: este aspecto se refiere a la influencia de la familia en el momento de optar por un pregrado; las respuesta ante la pregunta si existe alguna presión por parte de la familia, en los estratos 2 y 3 se ha recibido en un 7,4% una respuesta afirmativa y en los estratos 4, 5 y 6 la respuesta afirmativa fue del 10,5%.

Impactar en el proceso de la percepción no es tarea fácil, pero es importante que las personas de mercadeo analicen y evalúen el proceso de la percepción

descrito, a la luz de los criterios identificados en la investigación realizada y se planteen nuevas estrategias que permitan optimizar los esfuerzos que desde allí emanen, con la finalidad de optimizar costos y lograr resultados más precisos sobre los temas estudiados.

A continuación se presentarán algunas tablas que ilustran los resultados presentados:

Tabla 1. Intencionalidades

		Estratos 2 y 3	Estratos 4, 5 y 6
Tipo de institución deseada	Universitaria	49%	86,7%
	Técnica	11,4%	0%
	Tecnológica	39,6%	13,3%
Programa de estudio preferido	Medicina veterinaria	48,8%	56,1%
	Zootecnia	26,8%	10,2%
	Administración de Empresas Agropecuarias	15,2%	13,7%
	Industrias Pecuarias	7,4%	17,6%

Tabla 2. Percepciones

		Estratos 2 y 3	Estratos 4, 5 y 6
Deseo de reconocimiento social	Alto grado	69%	18,6%
	Mediano grado	28%	62,8%
Obtener seguridad económica	Alto grado	47%	32,6%
Inserción en el campo laboral	Alto grado	37,8%	17,8%
Conocimiento de la institución	Alto grado	75,1%	80,6%
Facilita triunfar en la vida	Alto grado	72,4%	19,9%

Tabla 3. Motivantes

	Estratos 2 y 3	Estratos 4, 5 y 6
Alto prestigio de la institución	18,2%	23%
Acceso económico	16,6%	10,4%
Buen nivel académico	35,1%	22,4%
Ubicación	11,0%	20,4%
Exigencia académica	19,1%	23,8%
Facilidad en el área	92,6%	89,5%
Intervención de la familia	7,4%	10,5%

Discusión

Los hallazgos que han sido evidenciados con la presente investigación permiten elaborar un perfil con mucha claridad de los estudiantes de bachillerato que pretenden estudiar alguna carrera del orden agropecuario. Estudios previos que en forma específica se hayan orientado al sector agropecuario no se pudieron identificar, pero sí existen en el medio varios estudios que tratan de establecer las percepciones que sobre el estudio superior tienen los estudiantes de bachillerato, entre ellos es pertinente mencionar a Fernando Chaparro⁸, que identifica varios aspectos, tales como: calidad de la educación, pertinencia de los programas, acceso económico, legalidad de la institución y educación continuada, que un usuario tiene en cuenta a la hora de hacerse un concepto de credibilidad, positivo o negativo, sobre una universidad.

Estos aspectos fueron analizados detalladamente, para así tratar de determinar el concepto aproximado que se puede hacer un usuario sobre la credibilidad de los programas ofrecidos en la educación superior colombiana.

De todas las variables estudiadas, muy pocas reportaron situaciones que podrían impactar negativamente en la formación del concepto de credibilidad de un postulante. Del resto, la gran mayoría reportaron impactos positivos en la formación en pregrados y posgrados. Así, se llegó a la conclusión de que en general el sistema educativo superior de Colombia goza de un alto grado de credibilidad.

Por otro lado, Mauricio Nieto⁹ sostiene que es urgente promover en la educación universitaria una mejor comprensión de la ciencia y sus relaciones con la sociedad. Hoy en día los llamados estudios sobre ciencia; tecnología y sociedad, constituyen un fértil y polémico campo de investigación que forma parte de los programas de la mayoría de universidades del mundo.

Adicionalmente, Carmelo Polino y Dolores Chiappe, 2001, desde el Observatorio Iberoamericano de Ciencia, Tecnología e Innovación del Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI (La Organización de Estados Iberoamericanos para la Ciencia y la Cultura) y con el apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) han venido desarrollando el Proyecto “Percepción de los jóvenes sobre la ciencia y la profesión científica”.

El objetivo general de este proyecto es proporcionar un panorama de situación acerca de la percepción que tienen los estudiantes de nivel medio de las profesiones científicas y tecnológicas y su atractivo como opción laboral, sobre la imagen de la ciencia y los científicos, la valoración del aporte de las materias científicas en la escuela para la vida, y los hábitos informativos sobre ciencia y tecnología. A través de la evidencia empírica que se obtenga se espera contribuir a la definición de políticas públicas destinadas al estímulo de las vocaciones científicas y tecnológicas en los países de la región.

También, Henry Dueñas Sánchez¹⁰ ha realizado un estudio sobre la percepción de la ciudadanía con respecto a los elementos que esta considera para tomar la decisión en el momento de elegir un programa de estudio o una universidad. En síntesis, Dueñas opina que el estudio de la percepción de los estudiantes debe considerar múltiples dimensiones, las cuales van desde el análisis de las instituciones socio-jurídicas que determinan el actuar de las personas, hasta factores geográficos y ambientales del desarrollo de cada quien.

La presente investigación se nos manifiesta como un verdadero crisol en el cual podemos evidenciar una serie de aspectos, que deben ser reconocidos en el momento de estructurar cualquier estrategia de mercadeo; allí se identifica la alta tendencia que se posee en todos los estratos socioeconómicos de la población analizada, para estudiar carreras del área agropecuaria que, sin duda, abren las puertas para pensar estrategias que permitan llegar al público objetivo con un considerable número de adeptos. Estas estrategias deben estar de acuerdo con las intencionalidades de cada universidad, pero lo que sí es cierto es que existe un público numeroso en todos los estratos.

También se ha observado, por la interpretación de las respuestas tabuladas, que si la institución no tiene por política llegar a estratos socio-económicos de bajo poder adquisitivo, no debe pensar en ofrecer programas técnicos o tecnológicos, pues posiblemente el número de personas que se matricularán será muy bajo, y los esfuerzos para lograr algún nivel de matrículas serán muy altos, igual que los costos en recursos físicos y en dinero.

Es innegable el alto porcentaje que Medicina Veterinaria asume en los públicos analizados, lo que implica que en los programas de pregrado de orden agropecuario, difícilmente alguna disciplina lograría superarla y, por consiguiente, las diferentes universidades con ofertas en este sector deberían mirar de una forma seria, la posibilidad de ofrecer este programa, dando opciones reales para que las personas de los diferentes estratos socio-económicos tengan la posibilidad de ingresar a él.

Es evidente la esperanza que los estudiantes con bajo nivel socio-económico le imprimen al estudio de un pregrado, para lograr un reconocimiento social, obteniendo de esta forma el estatus deseado en la comunidad donde se desenvuelven, y como consecuencia el pregrado se asume como una alternativa que puede ayudar a mejorar su calidad de vida; se manifiesta en este punto la confianza que los estudiantes pertenecientes a estratos socio-económicos de bajo poder adquisitivo ponen en el estudio de una carrera como elemento que les permite triunfar en la vida.

Como consecuencia de lo anterior, se nos presentan las instituciones de educación superior con un rol altamente definido, mediante el cual se conciben como generadoras de seguridad y bienestar para un amplio sector de su público potencial, y las universidades deben dar respuesta clara y oportuna a esta percepción mediante estrategias contundentes que realmente afiancen y refuercen este concepto; por consiguiente, el reto social de las instituciones de educación superior

es grande y por ningún motivo deben defraudar a los estudiantes que ven en ellas su carta de navegación.

Desde la perspectiva de uno de los aspectos más sensibles del mercadeo, el cual tiene que ver con la visibilidad y el reconocimiento social de los actos de consumo, la investigación realizada no ha sido ajena a esta realidad. Es sumamente importante para los estudiantes que aspiran a una universidad, y especialmente para carreras de orden agropecuario, el reconocimiento que en el medio posea la institución universitaria. Es decir, el conocimiento y la aceptación que la sociedad posea la institución define la opción de estudios en una gran mayoría de los casos; pero no se queda solo en la visibilidad, también existe un deseo manifiesto por parte de los posibles estudiantes, de que la universidad sea reconocida por su exigencia académica, pues mirado este aspecto desde una perspectiva de competitividad profesional, es una característica que con cierta seguridad podría ayudar a desempeñarse en buenas empresas, en cargos directivos y con buena asignación salarial.

Por último, con la presente investigación surge un nuevo elemento que debe ser evaluado por las instituciones como un factor de alta incidencia en la toma de decisión de estudio por un pregrado o por una institución, y es el concepto o sugerencia que la familia emite sobre el uno o la otra, y que afecta en gran forma la acción final de un estudiante sobre sus opciones, pues es un factor que maneja estructuras de orden sentimental, de referente de poder y de respeto, que establecen normas de comportamiento, las cuales normalmente no son consideradas o pasan desapercibidas en las estrategias de mercadeo. Es necesario evaluar la conveniencia de llegar en forma clara y precisa a los hogares, específicamente a los padres, para presentarles los beneficios que se pueden lograr si sus hijos deciden estudiar un programa agropecuario en una determinada universidad.

Conclusiones

La investigación ha demostrado que la construcción de la percepción sobre la elección de estudiar un pregrado en el área agropecuaria es determinante para resolverse por una u otra institución universitaria, y por uno u otro programa de formación. Las universidades que ofrecen este tipo de formación deben evaluar los resultados expuestos, para dirigir de una forma clara y precisa sus diferentes estrategias de *marketing*.

El entorno en el que los individuos se desenvuelven, en el cual tienen todas sus experiencias y afinan sus impresiones, puede ser modificado, lográndose un cambio en los conceptos epistemológicos y en la interpretación de la realidad de cada uno de ellos, para lograr nuevos conceptos sobre decisiones de consumo. Es decir, se puede lograr presentar una nueva realidad educativa, si la institución universitaria logra identificar en cuál momento del proceso de la percepción debe actuar para labrar un nuevo concepto sobre ella. La percepción es sumamente

sensible al estrato socio-económico al que se pertenece, es permeable a sucesos gratos o desagradables frente al objeto analizado, se cimienta en una expectativa de vida que se desea, y forma procesos de análisis que corresponden a la realidad presentada, aspectos todos estos que pueden ser modificados, mediante procesos continuos, serios y coherentes de visibilidad de los servicios y productos ofrecidos, desde instituciones organizadas y responsables.

Definitivamente, las universidades deben realizar un análisis muy serio sobre el estado laboral de sus egresados, para hacerlo público entre los posibles candidatos a estudiar estas carreras agropecuarias. Es necesario que la visibilidad del bienestar laboral y la seguridad de ingresos entre los egresados sea asegurada por todos los medios de comunicación corporativos, para brindar un elemento de confianza al momento de elegir el pregrado.

Indudablemente, las instituciones de educación superior deben realizar ingeniosos esfuerzos en darle a su nombre un alto reconocimiento en el sector educativo, de tal forma que se vuelva atractiva para los estudiantes de bachillerato.

Referencias bibliográficas

1. KEENEY, Ralph L.; RAIFFA, Howard; HAMMOND, John S. Decisiones inteligentes: guía práctica para tomar mejores decisiones. Bogotá: Norma, 1999. 289p.
2. MATLIN, Margaret W. y FOLEY, Hugh J. Sensación y percepción. México: Prentice Hall, 1996. 554p.
3. FELDMAN, Robert. Psicología. México: McGraw-Hill, 1999. 646p.
4. SCHUPNIK, Walter. El posicionamiento: la guerra por un lugar en la mente del consumidor. [en línea] < www.mercadeo.com.> <walter.schupnik@aig.com> 1999.
5. TROUT, Jack y RIES, Al. Las 22 leyes inmutables del marketing: viólelas bajo su propio riesgo. México: McGraw-Hill, 1993. 187p
6. SWEENEY, Dennis J.; WILLIAMS, Thomas A.; ANDERSON, David R. Métodos cuantitativos para los negocios. México: Thomson, 2004. 822p.
7. EYSSAUTIER DE LA MORA, Maurice. Metodología de la investigación: desarrollo de la inteligencia. México: ECAFSA, 2002. 316p.
8. CHAPARRO, Fernando. Apropiación social del conocimiento, aprendizaje y capital social. En: Simposio Internacional sobre Ciencia y Sociedad. Medellín: Universidad de Antioquia, 2003.
9. NIETO OLARTE, Mauricio. El público y las políticas de ciencia y tecnología. En: Interciencia Vol. 27, No. 002. Caracas: p. 80 – 83
10. DUEÑAS SÁNCHEZ, Henry. La apropiación del conocimiento desde la práctica de la innovación en las universidades: Medellín: Universidad EAFIT, 2006.

La televisión local y regional como mecanismo para vincular jóvenes a procesos de ciudadanía cultural

Alejandra Castaño Echeverri*,
Omar Mauricio Velásquez Hurtado**

Resumen

El uso de la televisión, que como dispositivo busca promover entre ciertos grupos de espectadores la asimilación de algunos discursos institucionales, más allá de la información, la educación y el entretenimiento, ha venido adquiriendo nuevas dimensiones en nuestro contexto. La segmentación de la oferta televisiva gira en nuestro país en torno a dos variables desde hace más de una década: la comercial y la pública, que da como resultado una particular dicotomía en el uso de sus propuestas, pues esta última lleva sobre sí la responsabilidad de generar contenidos referidos a procesos de transformación social desde la educación, la cultura y la puesta en conocimiento de proyectos o programas institucionales que pretenden involucrar al espectador en dinámicas participativas para el mejoramiento de su calidad de vida.

El siguiente texto tiene como premisa presentar los principales hallazgos del estudio *La televisión local y regional como mecanismo para vincular jóvenes a procesos de ciudadanía cultural*, desarrollado a partir del seguimiento de la principal oferta televisiva juvenil en Medellín, la interacción mediática con sus televidentes y el análisis del diálogo entre las semióticas de su narrativas y el imaginario de respuesta de sus espectadores finales.

* Comunicadora social periodista. Candidata a magíster en Estudios Humanísticos de la Universidad EAFIT. Docente del área audiovisual del Programa de Comunicación y Periodismo de la Corporación Universitaria Lasallista.

** Maestro en Artes Plásticas. Especialista en Hermenéutica Literaria de la Universidad EAFIT y candidato a magíster en la misma área. Realizador audiovisual del canal Telemedellín. Docente del área audiovisual del Programa de Comunicación y Periodismo de la Corporación Universitaria Lasallista.

Local and regional television as a mechanism to integrate young people to cultural citizenship processes

The use of television, a device that aims to promote the assimilation of some institutional contents among certain audiences, has been getting, beyond entertaining, educating and informing, new dimensions within our context. The segmentation of the television offer in our country has been focused in two variables for more than a decade: The private and the public ones. This means that there is a particular dichotomy in the use of their proposals, because public television has the responsibility of generating contents about social transformation processes departing from education, culture and the information about institutional programs or projects which aim to integrate audiences in participative activities, in order to increase their life quality. The following text has, as a premise, to introduce the main findings from the *Local and regional television as a mechanism to integrate young people to cultural citizenship processes* research work, developed from following up the television offer for young population in Medellín, the interaction with television viewers, the analysis of the dialog between the semiotics of its narrative structures and the response imaginary of its final audiences.

Introducción

La pregunta base que da pie al estudio *Televisión local y regional como mecanismo para vincular jóvenes a procesos de ciudadanía cultural* es: ¿cuáles son los mecanismos usados por los programas juveniles para promover actitudes de ciudadanía cultural en sus televidentes?, de la que se desprenden otras preguntas tales como si estos mecanismos son identificables y si son reconocidos como discursos institucionales que promueven procesos de transformación social. Teniendo en cuenta que entre productores y televidentes se da por sentada la relevancia y la pertinencia de los contenidos referidos a este tipo de oferta, la presente investigación pretende analizar en conjunto seis propuestas televisivas juveniles: Musinet y Caja de Sorpresas del canal regional Teleantioquia; Altavoz, La Más y Capicúa del canal local Telemedellín; y Radio U, de Canal U. En el análisis de las respuestas arrojadas por los métodos (grupo focal, encuesta y entrevista en profundidad) se busca determinar la percepción de los televidentes hacia este tipo de productos y su grado de vinculación con el mismo, sin obviar un elemento fundamental como es el grado de eficacia de los programas cuando se proponen como mecanismos de vinculación de los jóvenes a procesos de ciudadanía cultural.

Para ello, debemos comenzar por adentrarnos en el concepto de *ciudadanía cultural*, para lo cual resulta pertinente recurrir al británico John Hartley quien,

en su texto *Los usos de la televisión*, hace referencia a la principal labor educativa de la televisión dando origen a la idea del *ciudadano cultural*:

... si la televisión es un profesor transmoderno, tarde o temprano tiene que aparecer la cuestión acerca de qué es lo que enseña. Pero no se trata de describir el contenido de sus “lecciones”. Ciertamente, enseña una especie de conocimiento general, así como unos hechos acerca del mundo y de la conducta diaria tanto en los asuntos públicos como en los privados. Como Richard Hoggart sugirió en 1960, también enseña la “mejora de las costumbres” (entendidas como las costumbres de una época, no las costumbres a la hora de sentarse a la mesa), mostrando a diferentes segmentos de la población a qué se parecen los otros, cómo viven, hablan, se comportan, cuentan, discuten, bailan, cantan, votan, deciden, toleran, se quejan... (.) Y sin duda la televisión enseña diferentes preceptos éticos, ideológicos y morales, así como también ciertos prejuicios y perspectivas. Pero si la televisión como un todo –como un fenómeno histórico-cultural– puede ser caracterizada como un profesor, entonces será posible identificar de manera similar a aquellos a los que va dirigida la enseñanza”¹.

De esta manera podemos entender la ciudadanía cultural como las manifestaciones cívicas de los individuos en el seno de un conjunto acordado de reglas sociales, manifestaciones cuyo objetivo esencial es garantizar la armonía en la convivencia.

El presente estudio es el resultado de la constante inquietud referida al uso que los televidentes locales hacen de los canales subsidiados con dineros públicos, donde se hace determinante establecer nuevos modos de uso en la construcción de la oferta, con el ánimo de hacerla no sólo pertinente en su presencia, sino, además, coherente y eficaz en la manera de establecer un diálogo que permita otorgarle al espectador mecanismos lógicos de saber y poder a partir de los discursos que allí se plantean.

La investigación *Televisión local y regional como mecanismo para vincular jóvenes a procesos de ciudadanía cultural*, es el siguiente paso en el interés creado a partir del estudio *2012: Prospectivas de la televisión de interés público de producción local en Medellín*, cuyo hallazgo más significativo fue que no se vislumbran cambios significativos en la industria de la televisión local en Medellín, pese a todos los fenómenos de tipo sociocultural que la rodean, como son los nuevos aspectos tecnológicos y el aumento en la oferta de televisión por suscripción².

Cada uno de los espacios analizados posee una correspondencia de interés programático por parte de las directivas de cada canal. El hecho de referirse a sí mismos como “programas juveniles” los convierte en objeto de análisis con la intención de determinar de qué forma éstos, como parte de la televisión pública, interpretan situaciones, otorgan respuestas, alientan acciones y permiten debates en torno a lo que en los últimos años han llamado cultura ciudadana.

Antecedentes de la televisión juvenil en la ciudad de Medellín

Lo juvenil, entendido como aquellos asuntos referidos a las edades comprendidas entre el final de la pubertad y el inicio de la adultez, ha sido un estatuto que se ve

recurrentemente delimitado por lo espontáneo, lo alegre, lo entretenido, lo simple y, en todo caso, lo que reivindica en cierto modo la tranquilidad de no haber asistido todavía a una etapa en la vida donde se hace necesario asumir ciertas responsabilidades individuales y colectivas.

Gilles Lipovetsky³, por ejemplo, alguna vez se dio a la tarea de ofrecer categorías que definieran lo juvenil, y es así como encontró que las más adecuadas serían la *obsolescencia*, la *seducción* y la *diversificación*. La primera categoría asocia lo joven con lo inestable, en continua renovación, de ahí el interés por la imagen, propia y ajena, en la cual se determina cuándo alguien deja de ser joven. En cuanto a la *seducción*, Lipovetsky afirma que lo joven siempre será un código seductor por su versatilidad, y se constituye como una fuente inagotable de ideas para el mercado. Y por último, la *diversificación*, que engloba la idea de que la cultura ha entendido que no existe una sola idea de lo joven, a lo cual el mercado responde eficientemente.

La mirada de Lipovetsky recoge el imaginario que conecta lo joven con lo asociado a procesos en mayor o menor medida masificados y mediatizados. En una mirada con menos parcialidades se encuentra la autora Luciana Gandini, para quien lo joven

... se refiere al período del ciclo de vida en que las personas transitan de la niñez a la condición adulta, y durante el cual se producen importantes cambios biológicos, psicológicos, sociales y culturales, pudiendo afirmar que es la etapa que precede a la inserción al mundo adulto, ya sea a través de quienes adquieren un trabajo estable o constituyen una familia (...); la anterior clasificación permite hacer comparaciones con respecto a la edad, pero omite las condiciones del contexto⁴.

De esta manera una propuesta coherente de televisión juvenil referida a estos aspectos siempre supone un reto, pues, además, cada uno de estos aspectos no limita lo joven a una condición homogénea, es decir, hay tantos jóvenes para tantas experiencias de la vida como sean posibles.

El surgimiento en nuestro país de una oferta privada es un punto clave para entender los antecedentes que dieron vida al tipo de televisión que hoy conocemos como de interés público, social, educativo y cultural^a. La aparición de las dos primeras cadenas de carácter privado en el país, sumada a la alta demanda por suscripción que se gestaba desde el final de la década pasada, llevó de forma irremediable a la segmentación de la oferta y con ello, a la de sus espectadores finales. Los

a Véase BONILLA SEBÁ, Edna Cristina y GONZÁLEZ BORRERO, Jorge Iván. Destellos y sombras de la televisión colombiana. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2004. Se define lo público abierto televisivo en contraposición de lo privado abierto televisivo, dejando lo educativo, cultural y "recreativo" a la televisión pública, y lo entretenido y de consumo a la televisión comercial. Art. 21, incisos A y B de la Ley 182 de 1995. Congreso de la República de Colombia, sobre la reglamentación del servicio de televisión.

canales públicos^b comenzaron en firme a constituirse en una ventana para la discusión, en términos educativos y culturales, de ciertos discursos que prevalecían como necesarios para otorgarle un estatus relevante en la sociedad, como consecuencia lógica de la aparición en los canales privados de contenidos que algunos llamarían “light”, no propositivos, banales y hasta difamadores de la realidad^c.

La aparición de la televisión pública local en Medellín con Telemedellín en 1998 fue determinante para reforzar un discurso que promovía valores opuestos a aquellos que se asumían desde el entretenimiento ligero de los canales privados. Telemedellín, Canal U y Televida entraron en operación antes de terminar la década de los noventa, asumiendo la figura de canales sin ánimo de lucro, figura que en la ley 335 de 1996 estipula que “podrán recibir y distribuir señales codificadas acreditando ante la CNTV la autorización por parte de los titulares de los derechos de autor y derechos conexos para el uso de la programación que emitan. Fines: cívicos, cooperativos, solidarios, académicos, ecológicos, educativos, recreativos, culturales e institucionales”, de ahí su discurso educativo, cultural y ciudadano.

En los primeros años de los canales mencionados los televidentes pudieron acceder a una oferta que promovía ventanas con alternativas y posibilidades, con narrativas que se distinguían unas de otras en sus formatos y contenidos. Por un período de casi dos años, la ciudad de Medellín fue abordada desde la televisión con miradas novedosas y heterogéneas que convirtieron la producción televisiva en una industria fortalecida, sustentada en contenidos frescos, inéditos, y sobre todo, necesarios para ofrecer discursos de identidad en medio de la marea de canales y productos audiovisuales internacionales.

Asimismo, el nacimiento de Telemedellín, Canal U y Televida de manera casi simultánea permitió que cada canal se enfocara en públicos particulares, diferenciándose entre sí y con el canal regional Teleantioquia que, para la fecha (1998-2000) no había presentado síntomas de renovación formal ni en sus contenidos. De esta manera Telemedellín optó por ofrecer contenidos generalistas para televidentes interesados por las dinámicas urbanas, Canal U enfocó sus esfuerzos hacia las comunidades académicas del Valle de Aburrá y Televida le apostó al público adulto mayor.

A partir de las diferencias en términos del público objetivo de los canales, se evidenciaron las representaciones y miradas que cada uno hacía de la ciudad y su cotidianidad, de las identidades culturales que caracterizaban a los medellinenses.

b Entendemos aquí como públicos aquellos canales que en razón de su objeto y constitución son financiados por los dineros públicos de las instituciones gubernamentales de carácter municipal, departamental y nacional, en procesos que van desde la producción de contenidos hasta su emisión final.

c Aun hoy, es posible encontrar debates públicos en la red donde las temáticas abordadas por los canales privadas no gozan del reconocimiento, incluso desde las audiencias, como mecanismos que permitirían reflexiones de los fenómenos sociales, como en el caso de las “narconovelas”

El concepto de identidad cultural lo entendemos a la manera como Chris Barker lo propuso en su texto *Televisión, globalización e identidades culturales*: “las identidades son sociales y culturales de principio a fin, por lo que entendemos que las identidades son construcciones plenamente sociales, que no pueden existir fuera de las representaciones culturales, (esto es) una narrativa socialmente construida y una serie de capacidades para actuar diferencialmente distribuidas”.

Teledellín, en el año 1998, había puesto sus ojos sobre la ciudad de manera novedosa con propuestas que evidenciaban la hasta ahora carente mirada al asunto de *lo joven*. Programas como *La amenaza mostaza*, *El Garaje* o *Zoom In* demostraron otras opciones narrativas donde se hacía notable que en nuestra ciudad la juventud se había quedado relegada en la oferta televisiva. Igual sucedía con Canal U, una mirada espontánea desde las universidades que permitía conferir a los estudiantes de últimos años de bachillerato y a aquellos que hacían parte de los centros de educación superior una visibilidad nunca antes adquirida. Fue tal el fenómeno de la entonces llamada “frescura” televisiva, por su carácter espontáneo y en ocasiones novedoso, que el canal Teleantioquia abrió en 1999 su espacio musical Musinet, como respuesta a la creciente demanda de los jóvenes que ahora reclamaban de espacios para hacer visibles las tendencias musicales de la época. Fue en este año cuando, por primera vez, una banda local lograba impactar las listas de una emisora radial nacional con el lanzamiento de su primer sencillo^d. Esta era ya una razón de peso para entender que existía una nueva dinámica en la demanda de los contenidos, y que un público que se había visto alejado de las representaciones audiovisuales masivas ahora tenía una ventana de encuentro, y en muchas ocasiones de apoyo y buena compañía.

Sin embargo, con el transcurso del tiempo, aquellos canales que se mostraban como propositivos, por otorgarles un lugar y un reconocimiento a las temáticas juveniles, en especial a aquellas que se ligaban directamente a la música, comenzaron a entrar en declive paulatino a causa de su modelo de financiamiento^e. Sus fortalezas narrativas vieron cómo las administraciones del orden municipal y departamental, con sus secretarías y entidades gubernamentales, asumían el control de formatos y contenidos, dando origen a una televisión que pasó de ser un bien público, a una televisión de autorreferenciación institucional, llena de formatos y propuestas programáticas donde el único objeto era la alusión a las fortalezas de los programas de gobierno de turno. Si bien, los programas juveniles continuaron en las parrillas de programación, los canales se concentraron en ser ventanas de los discursos provenientes de la institucionalidad de la Alcaldía y la Gobernación.

d El grupo La Universal había logrado el número uno en la emisora Radioactiva con la canción que los lanzaba musicalmente. Fueron los invitados de honor en el lanzamiento de Musinet.

e Los canales de interés público, social, educativo y cultural de orden local son constituidos como sin ánimo de lucro lo cual limita sus posibilidades de mercadeo y/o comercialización.

Dos de los programas referidos a este estudio llevan más de una década al aire. Musinet y Radio U, de Teleantioquia y Canal U se han mantenido vigentes, gracias al empeño de sus canales por entender la lógica representación que sus contenidos otorgan a los jóvenes. Caja de Sorpresas, el programa de Teleantioquia para audiencias entre los 5 y 14 años, se financia gracias a los aportes del Fondo para el Desarrollo de la Televisión de la Comisión Nacional de Televisión. Capicúa, el programa de Telemedellín para el público infantil, es una apuesta del canal y no cuenta con financiación directa de un organismo municipal. Altavoz y La Más son apuestas recientes del canal Telemedellín; la primera es auspiciada por la Subsecretaría de Metrojuventud y la segunda por la Secretaría de Educación del Municipio. Son los entes administrativos los que en este tipo de propuestas determinan los contenidos y formatos para cada espacio.

En la actualidad, y tal como veremos en los resultados arrojados por este estudio, algunos de los espacios gozan de un amplio reconocimiento gracias a su trayectoria y en parte a su marca^f, y todos ellos, de una u otra forma, le siguen apostando a este público diferenciado por el reto que implica generar espacios de reflexión en las nuevas generaciones de televidentes.

Materiales y métodos

La televisión local y regional como mecanismo para la vinculación de jóvenes a procesos de ciudadanía cultural es una investigación descriptiva interpretativa realizada entre los meses de marzo de 2009 y abril de 2010, en Medellín, Colombia.

El universo de la muestra está conformado por seis espacios televisivos de interés público, social, educativo y cultural de carácter local y regional, dirigidos a la audiencia juvenil^g:

- Musinet – Canal Teleantioquia – Lunes a Viernes – 5:30 p.m. a 7:30 p.m.
- Altavoz – Telemedellín- Lunes a Viernes – 6:30 p.m. a 7:30 p.m.
- Radio U- Canal U – Martes y Jueves – 6:00 p.m. a 7:00 p.m.
- Capicúa – Telemedellín – Lunes a viernes – 4:00 p.m. a 5:00 p.m.
- Caja de Sorpresas – Teleantioquia – Sábado – 10:30 a.m. a 11:30 a.m.
- La Más – Telemedellín – Lunes a viernes – 5:30 p.m. a 6:30 p.m.

f El good will de algunos de los nombres de los programas ha trascendido de tal forma que no obstante no gozar de un alto nivel de visionado, se benefician de una buena o aceptable percepción. Sin embargo, como pudimos constatar en nuestro anterior estudio 2012: *Prospectivas de la televisión de interés público de producción local en Medellín*, la buena opinión que se tenga de un proyecto televisivo no es garantía de consumo.

g A la fecha de la escritura de este artículo, septiembre de 2010, los espacios mencionados han cambiado sus horarios y/o días de emisión como lo es el caso de Altavoz que ya no cuenta con su programa de los Lunes, asimismo Radio U sólo se está emitiendo los jueves y ha cambiado de presentador y Caja de Sorpresas ya no se produce y en su lugar se están emitiendo repeticiones del programa.

En un primer estadio de la investigación analizamos los programas, intentado determinar los principales aspectos de su iconografía determinados en el espacio escenográfico, la apariencia de los presentadores, las pistas musicales usuales, los discursos con los que buscaban interpelar la audiencia y las posibilidades de interactividad con la misma.

En un segundo momento procedimos a recolectar información sobre el consumo de los programas de la muestra y percepciones asociadas a esto; para ello se aplicaron 320 encuestas estructuradas a televidentes. Con la misma intención se desarrollaron 3 sesiones de grupos focales con integrantes pertenecientes al rango etario al que cada propuesta se dirige. Adicionalmente se elaboraron entrevistas en profundidad a los directores de cada programa.

En la segunda etapa del estudio, el objetivo era conocer la opinión general de los televidentes con respecto a las diferentes propuestas televisivas. Para ello, fue determinante el desarrollo de tres grupos focales. El primero de ellos en la Institución Educativa José Félix de Restrepo con estudiantes entre los 13 y 16 años, quienes observaron los programas *Altavoz* y *La Más*. El segundo en la Institución Educativa Concejo de Medellín con estudiantes entre los 11 y los 13 años, quienes analizaron los programas *Capicúa* y *Caja de Sorpresas*. Y finalmente, un grupo focal en la Corporación Universitaria Lasallista^h, donde los estudiantes analizaron los espacios *Radio U* y *Musinet*.

En dichos grupos focales eran reproducidos los programas televisivos en cuestión sin predeterminar el objeto de análisis ni la intención. Es decir, en ninguno de los grupos focales se indicó cuál era la intención de observar los programas con el fin de no condicionar las respuestas al cuestionario posterior. De esta forma se pudieron obtener observaciones espontáneas, concretas y veraces sobre el juicio a cada uno de los programas en cuestión.

Luego de visualizar los programas se cuestionaron aspectos referidos a la favorabilidad o la desfavorabilidad hacia las propuestas, y consideraciones sobre la actitud y el comportamiento general de presentadores, escenografías y formatos, además de la importancia que los sujetos del grupo focal otorgaban a los proyectos en cuanto a la conexión real con sus imaginarios.

La interacción promovida por la red social Facebook permitió también hacer uso de los espacios construidos por cada programa, para incluir un link con la encuesta referida. Dicha encuesta nos permitía ampliar el universo de respuestas así como determinar, a partir del número de seguidores, el aprovechamiento de las nuevas tecnologías de la información en la producción de dichos proyectos.

^h Los estudiantes seleccionados para este grupo focal fueron elegidos teniendo en cuenta que no hicieran parte del programa de Comunicación con el fin de evitar respuestas predeterminadas o coaccionadas en el discurso de los docentes investigadores que condujeron el estudio.

La entrevista en profundidad a los directores de programas fue diseñada con el fin de determinar los objetivos de cada propuesta. Los resultados arrojados por este método, permitieron confrontar los propósitos de cada espacio con las respuestas de los televidentes entrevistados y encuestados. Dicha comparación entre lo que se propone el espacio con la respuestas obtenidas por parte de los espectadores nos permitió el cruce de información apuntando específicamente a si las consideraciones de los directores a la hora de producir los espacios televisivos de la muestra se encontraban acordes con los imaginarios y expectativas de su público objetivo. De igual manera cruzamos las intenciones discursivas de los programas con la recepción objetiva de las mismas por parte de la audiencia.

Resultados y discusión

El análisis de las propuestas televisivas locales producidas en la ciudad de Medellín, relacionadas con el contexto de “lo joven”, parte de una premisa que atraviesa la producción de televisión pública hacia la audiencia juvenil, y es que se entiende por joven a las personas que se encuentran entre los 15 y los 24 años de edadⁱ. De esta manera, revisando las propuestas televisivas locales para este rango etario, fue posible configurar cuáles propuestas podrían hacer parte de la composición de la muestra.

Del análisis de los programas de la muestra con el objetivo de identificar sus componentes icónicos, determinamos que todos los espacios objeto de este proyecto de investigación son producciones de montaje en caliente que la mayor parte del tiempo es simultánea (en vivo) y en contadas ocasiones pregrabada, lo que a la luz de su intención participativa beneficia el aspecto de la interacción, pero resulta inconveniente en aspectos formales esenciales, pues podemos afirmar sin necesidad de detenernos en análisis hermenéuticos, que las propuestas son prácticamente iguales y sólo se diferencian en su espacio de emisión, sus presentadores y el decorado de sus escenografías, aunque debemos abonarles que en su mayoría han hecho de la red un apéndice que fortalece la relación con sus espectadores, abren espacios de debate sobre temáticas relevantes a “lo joven”, y en ocasiones, se salen del estudio para acompañar a los jóvenes en eventos donde de otra manera, el joven sería tan sólo un segmento de las noticias y los informativos.

i “La Organización de las Naciones Unidas optó, a partir del Año Internacional de la Juventud de 1985, por una definición estadística del término juventud. Reconociendo que la definición de juventud presenta grandes variaciones debido a circunstancias políticas, económicas y socioculturales, la Asamblea General de la ONU definió como jóvenes a las personas comprendidas en el tramo etario entre los 15 y los 24 años de edad” en PILLOTTI y CAMACHO, Políticas y Programas de Juventud en América Latina y el Caribe. Worldbank, Washington, 2003.

Disponible en: <http://siteresources.worldbank.org/SOCIALPROTECTION/Resources/SP-Discussion-papers/Labor-Market-DP/0312.pdf>. Fecha de consulta, mayo 2 de 2010.

Resultados entrevistas

Un segundo momento consistió en el reconocimiento de las determinaciones y consideraciones desde la dirección de cada programa sobre los mecanismos más efectivos para hacer televisión interesante a las audiencias juveniles. Es así como lo musical es el eje del que parten programas como Altavoz, Musinet y Radio U para vincular a sus audiencias:

Gabriel Ramírez. Director Musinet TV: “Aunque creemos que para los gustos musicales no existe edad y sobre todo siendo nuestro programa un auspiciador de todos los géneros musicales juveniles, estimamos nuestro público objetivo como jóvenes entre los 12 y 25 años, debido a que en esta edad en la mayoría de los casos los jóvenes empiezan a inclinarse por ciertos gustos musicales en cualquiera de sus géneros, influenciados por su familia, amigos o entorno estudiantil”. “Indiscutiblemente (la música) es uno de los elementos que más nos permite llegar al público al que vamos dirigidos y es pieza fundamental en el rodaje y ritmo del programa. Dentro de esta idea diseñamos una estructura de videos de diferentes géneros musicales aplicando el respeto y la tolerancia por cualquier estilo de música^j.”

Diego Peña. Director de Altavoz TV: “La música es la columna vertebral del programa, inicia con un festival musical y hace parte del programa y ahora más en la nueva etapa”. “Nuestros televidentes son jóvenes (...) les gusta la música, conocen la ciudad, conocen las políticas de la ciudad, se interesan, algunos son escépticos, otros aportan a la cultura o en lo político. (...) inicialmente pensábamos que eran jóvenes entre 14 y 25 años pero nos hemos dado cuenta que nos ven mayores de 25 años, adultos mayores y niños. Inicialmente partimos de ese target por el festival altavoz que se dirigía a este público”^k

Santiago Rendón. Director Radio U. “La audiencia que buscamos está por terminar bachillerato, está en las universidades o es ya trabajador, en edades el rango principal debe estar entre los 16 y los 35 años, hombres y mujeres que les gusta la música, que quieren conocer más de las bandas y canciones que les gustan, que tienen capacidad de discusión referente a la música, les gusta la tecnología y son abiertos a nuevos sonidos”^l.

Caja de Sorpresas y Capicúa acuden al juego y La Más a la exposición de temas propios de la vida escolar^m.

Adriana Cárdenas. Directora La Más: “El objetivo del programa es acompañar a los estudiantes de Medellín de manera divertida y educativa, en el que ellos puedan sentirse como los verdaderos protagonistas. Es por eso que es nuestra

j Extracto de entrevista realizada el 16 de julio de 2009

k Extracto de entrevista realizada en noviembre de 2009

l Extracto de entrevista realizada el 12 de marzo de 2010

audiencia, donde se tengan en cuenta sus necesidades y que la MÀS sea un espacio para expresarse. La vida de colegio es un lugar donde se brindan verdaderos encuentros y donde se presentan situaciones diferentes sin importar la clase social, las posibilidades económicas o el lugar de residencia”ⁿ.

Dalia Zuleta. Directora Capicúa: “El objetivo del programa es educativo, que el niño que se siente a ver el programa aprenda alguna cosa así no se dé cuenta. Tratamos de que el formato sea atractivo para que los niños viéndose a sí mismos en el programa, al terminarlo, se vayan con un mensaje, con un aprendizaje o con una inquietud. Más que darles respuestas es generarles preguntas que los animen a buscar las respuestas por sí mismos”^o.

Es importante anotar que dentro de la muestra de los espacios, Altavoz y La Más están asociados a programas de gobierno específicos de la Alcaldía de Medellín, y se constituyen en propuestas que buscan consolidar una cultura de convivencia y tolerancia entre los jóvenes de la ciudad, así como hacer protagonistas a los jóvenes de su propio proceso ciudadano, ofreciéndoles espacios para la difusión de sus particularidades, necesidades y logros.

Diego Peña. Director Altavoz TV. “la directriz gubernamental viene de Metrojuventud^p de donde partió la idea del programa... en un inicio tenían un objetivo con el programa pero son abiertos a los temas que proponemos y el enfoque”. “La TV pública siempre se relaciona con lo educativo, lo cual tenemos, además del entretenimiento, lo educativo es entretenido y digerible”^q.

Adriana Cárdenas. Directora La Más. “La Secretaría de Educación (de la Alcaldía de Medellín) nos da libertad pero hay puntos que a ellos les gusta tocar, por ejemplo, la convivencia escolar, que los chicos se expresen sobre eso. No están encima de uno pero sí temas puntuales”⁵

Radio U es una propuesta particular del Canal U que, en reconocimiento de las preferencias de su audiencia objetivo por los temas musicales, ofrece este espacio que es también alternado con entrevistas y la posibilidad de interacción con la audiencia.

Santiago Rendón. Director de Radio U de Canal U: “(A nuestros televidentes) les gusta la música, quieren saber más de sus artistas, les gusta Internet y las redes sociales, tienen música en el computador, comparten archivos de audio, son in-

m Desde el comienzo del estudio en marzo de 2009 hasta su finalización no fue posible obtener información oficial sobre el programa Caja de Sorpresas ya que se encontraba en reestructuración por parte del canal Telesantioquia. Hoy el programa se encuentra fuera del aire y el canal no cuenta con otro espacio dirigido específicamente a la audiencia infantil.

n Extracto de entrevista realizada en noviembre de 2009

o Extracto de entrevista realizada en noviembre de 2009

p Ente adscrito a la Secretaría de Cultura Ciudadana de la Alcaldía de Medellín.

q Extracto de entrevista realizada en noviembre de 2009

dependientes a la hora de pensar en música, les gusta no quedarse con lo que les da la radio comercial, tienen espíritu investigativo para lo que les gusta y un oído dispuesto a descubrir sonidos”^r.

Capicúa es un espacio propio del canal local Telemedellín, no cuenta con financiación directa de un ente centralizado en particular, y tiene como objetivo primordial ofrecer un espacio lúdico a las audiencias más jóvenes en reconocimiento del derecho a la recreación.

Dalia Zuleta. Directora Capicúa “Hay unos (televidentes) que son los que llaman que son niños solos o con amiguitos o la familia, son niños que quieren jugar, y están llamando los de 8 a 15 de edad. Hay otro público que son los del *chat* que son más grandes entre los 13 y los 27”^s

Caja de Sorpresas, del canal regional Teleantioquia, cuenta con las mismas consideraciones y, por ello, es beneficiario de los dineros del Fondo para el Desarrollo de la Televisión de la Comisión Nacional de Televisión. Aunque estos dos últimos espacios se encuentran enfocados hacia televidentes más chicos, encontramos que gran parte de su visionado está constituido por adultos jóvenes, los cuales acompañan a sus familiares en el disfrute del programa o bien lo ven por gusto propio.

Resultados encuestas

Para aplicar el instrumento encuesta a televidentes fue fundamental contar con los perfiles de cada programa disponibles en la red social Facebook. Allí invitamos a los televidentes suscritos al perfil de cada programa a participar mediante una encuesta virtual. La misma encuesta también se aplicó a los participantes de los grupos focales, con lo cual se constituyó un universo de 320 encuestas.

Resultó interesante evidenciar, a partir de este mecanismo, el grado de interactividad de los televidentes con sus programas, ofreciendo como lectura que los televidentes que más interactúan con los espacios televisivos analizados son los del programa Altavoz, mientras los que menos lo hacen son los del programa Radio U, lo cual resulta paradójico luego de que su director enfatizara en que su público objetivo, además de tener un gusto por la música, igual lo hace por las nuevas tecnologías de información.

Debido a esta modalidad de encuesta online, la muestra varía por programa teniendo en cuenta el grado de interactividad de los televidentes con cada propuesta. Así, pues, por programa se elaboraron las siguientes encuestas:

r Extracto de entrevista realizada el 15 de marzo de 2009

s Extracto de entrevista realizada en noviembre de 2009

- La Más 17 encuestas contestadas
- Capicúa 18 encuestas contestadas
- Altavoz 204 encuestas contestadas
- Radio U 25 encuestas contestadas
- Caja de Sorpresas 15 encuestas contestadas
- Musinet 41 encuestas contestadas

Los presentadores y el espacio escenográfico han sido determinantes en la configuración de las propuestas; si tenemos en cuenta que la totalidad de los productos elegidos para esta investigación se hacen en estudio, el diseño y la configuración espacial resultan determinantes como primer vehículo para llamar la atención de su público. Al respecto, los directores entrevistados opinaron en su mayoría sobre variables que involucraban conceptos referidos a la comodidad y los colores de tonos vivos; a aspectos que aludían a lo joven y a temas gráficos que estimulaban la aproximación de los espectadores con el concepto del espacio. El programa Altavoz sobresale en su intención en el diseño de una esquina que plantea una metáfora a la calle y al encuentro, al igual que Capicúa donde las imágenes de los presentadores y los objetos referidos al juego son notables.

Santiago Rendón. Director Radio U. “La escenografía es fresca, sin excesos pero tampoco minimalista, colores y espacios que buscamos generen sobriedad y tranquilidad”^t.

Gabriel Ramírez. Director Musinet TV. “Se utilizan colores vivos e intensos y elementos que integren al televidente con el público, tales como imágenes en movimiento y mobiliario vistoso”^u.

Diego Peña. Director Altavoz TV. “La primera que tuvimos era una esquina de la ciudad de Medellín ahora la vamos a cambiar pero que requiere una abstracción mayor... queremos una que sea más abstracta de lo joven, lo fresco y la ciudad pero que no se lea de inmediato sino que se dé cuenta a través de unos objetos de esa”^v.

Adriana Cárdenas. Directora La Más. “La escenografía se hizo cambio, antes era simple, ahora se identifican las personalidades de los chicos, punkero, profe, rector”^w.

Dalia Zuleta. Directora Capicúa. “La escenografía pretende ser agradable, aunque con dificultades. Está llena de colores y de posibilidades para jugar”^x.

t Extracto de entrevista realizada el 12 de marzo de 2009

u Extracto de entrevista realizada el 16 de julio de 2009.

v Extracto de entrevista realizada en noviembre de 2009.

w Extracto de entrevista realizada el 15 de marzo de 2009.

x Extracto de entrevista realizada en noviembre de 2009.

Sin embargo, el análisis posterior a las respuestas de los televidentes entrevistados da cuenta de que los espacios escenográficos, considerados como decorados, son tan sólo simples abstracciones que carecen de una relevancia definitiva como mecanismo de conexión con los televidentes.

Como se mencionaba anteriormente, las encuestas se realizaron de manera virtual en un espacio donde los encuestados se expresaban por escrito de la manera como están acostumbrados a hacerlo en ese tipo de situaciones. Teniendo en cuenta lo anterior y con la intención de mantener la fidelidad de dichas respuestas, conservamos tanto la redacción, como la ortografía y los códigos de las respuestas de los encuestados.

Por ejemplo, sobre la escenografía de Radio U, el 18% de los encuestados tenían una opinión favorable, mientras que la del 53% era desfavorable y el 29% restante fue indiferente a la pregunta.

HOMBRE, 26, estudiante “muy loca y acorde con los temas”

MUJER, 19, estudiante: “interesante, ya que hay un mural con varios artistas”

MUJER, 18, estudiante “buena, pero las cosas que adornan el lugar inspiran sueño”

MUJER, 33, estudiante “fea, mañé, sin gusto”

MUJER, 20, estudiante “sin gracias, los puff chillan ahí”

MUJER, 24, estudiante “normal, no muy impresionante, hay escenografías de otros programas musicales mucho mejores”

Sobre la escenografía del programa Altavoz, el 65% de los encuestados tiene una opinión favorable contra un 9% que tiene una opinión desfavorable, mientras que el 26% es indiferente al tema.

HOMBRE, 21, estudiante “no me gusta es muy sencilla, es bueno por el concepto que quieren mostrar, pero es muy sencilla para ser un canal tan serio”

HOMBRE, 24, estudiante “excelente mejor dicho parece un parche de una esquina de barrio es lo mejor”

MUJER, 17, estudiante “uuuuy es genial!!! Un rincón donde cualquiera se ama... como dicen por ahí: pase que esa es su casa” y si uno lo siente así viéndolo como será estando allá sentado =D”

HOMBRE, 21, empleado “la esquina del programa es tirada mucho a representar a los barrios es bien pero ojo que cada vez que la gente dice esquina piensan en vagos, drogadictos y ñangas pues eso piensas las viejitas.”

HOMBRE, 23, estudiante “QUISIERA TENER MI CUARTO ASÍ!!”

HOMBRE, 21, estudiante “Un poco desordenada. La idea del Garaje y la Esquina, si bien puede transmitir informalidad, no es estéticamente muy llamativa.”

MUJER, 15, estudiante “no me gusta mucho... me parece muy esquina de barrio... es bien pero no se me aburre la monotonía de tan poco color muy poca vida...”

Sobre el programa Caja de Sorpresas, sus televidentes calificaron la escenografía como favorable 62%, desfavorable 23% y no respondió el 15%.

MUJER, 11, estudiante “Bien para niños de 6 o 5 años”

HOMBRE, 13, estudiante “bonita pero no refleja nada, deja a los presentadores más ridículos”

HOMBRE, 32, empleado “muy original, aunque podría ser mas contemporánea... es la misma desde que veo el programa.”

MUJER, 12, estudiante “espectacular”

Sobre la escenografía de Capicúa, sus televidentes manifestaron tener una opinión favorable 65%, desfavorable 23%, e indiferente 12%.

MUJER, 10, estudiante “muy pequeño pero con buen material didáctico”

HOMBRE, 11, estudiante “igual a la de otros”

HOMBRE, 13, estudiante “mal diseñada, poco dinámica, muy colorinchuda”

HOMBRE, 15, estudiante “juvenil, colorida”

Sobre la escenografía de La Más, los televidentes manifestaron tener una opinión favorable 65%, desfavorable 12% y no respondieron la pregunta 23%.

MUJER, 17, estudiante “la escenografía es muy buena porque va concorde con el objetivo del programa q es hablar sobre los colegios”

HOMBRE, 17, estudiante “muy pobre y muy apagado pues muy serio para ser algo para los jóvenes.”

HOMBRE, 17, estudiante “buena para ser un programa de ese tipo”

MUJER, 17, estudiante “muy blanca”

MUJER, 15, estudiante “Genial, Cool, Fresca!”

Vale la pena resaltar en este aparte del análisis, que el programa Capicúa es el más coherente en su intención escenográfica, pues todos y cada uno de los elementos que se encuentran en el decorado del estudio forman y hacen parte de la narrativa dispuesta en cada una de sus emisiones.

Con respecto a los presentadores, también se hace clara la manera como desde allí se vehicula el diálogo propuesto a los televidentes. En cada uno de los programas existe una particularización del perfil que debe llenar cada conductor. En palabras de los directores, los presentadores aportan desde el conocimiento referido a los temas y se convierten en los pilares que sostienen los programas. Para ellos es indudable que cada conductor debe generar una conexión particular con cierto grupo de jóvenes, desde lo musical, desde lo estético, desde lo afectivo⁶. Un concepto que sin duda es notable en su manera de contextualizar la importancia de los mismos es que estos presentadores deben ser frescos, palabra que sin duda ha sido establecida para entender la dinámica de aquello que significa ser joven.

En palabras de los televidentes encuestados, los presentadores son en su mayoría aceptados y gozan de una opinión favorable.

Santiago Rendón, Director Radio U. “El presentador debe estar bien informado de la banda o bandas de las que se hablará y desarrollar el programa con tono amable y ameno”

Gabriel Ramírez, Director Musinet TV. “Los presentadores utilizan una imagen y lenguaje fresco y divertido que va acorde con el público al que va dirigido el programa”

Diego Peña, Director Altavoz TV. “Los presentadores desde el lenguaje aportan a los objetivos, digamos que tratamos que sean cercanos a los televidentes y también creo que los presentadores tenemos que ver con los gustos, artísticos, la música nos mueve mucho y ahí hay una conexión”.

Adriana Cárdenas, Directora La Más. “Los presentadores son muy importantes. Los chicos se identifican con ellos, sobre todo con Regino, a través de la música y por su grupo musical”

Dalia Zuleta, Directora Capicúa. “En un formato magacín y poco vtrs (video tape recorder: pieza pregrabada que acompaña un producto audiovisual en vivo) ellos son fundamentales porque expresan las ideas del programa, tienen en la cabeza el objetivo de Capicúa. Son el contacto directo con el público del programa y digamos que traduce el esfuerzo que uno hace planeado un tema cuando entrevista a los invitados, cuando da los datos y motivar a los niños a hacer algo después de ver el programa”.

Los encuestados manifestaron sobre el presentador del programa Radio U, una opinión favorable 14%, desfavorable 72% y no respondió el 14%.

MUJER, 19, estudiante: “no me gusta el vestuario ni la forma de hablar”

MUJER, 24, estudiante: “no me gusta el presentador no parece tan apropiado de los temas como lo era la Tata González”

HOMBRE, 20, estudiante: “desanimado, muy relajado”

Sobre los presentadores del programa Altavoz, los encuestados manifestaron tener una opinión favorable 68%, desfavorable 5%, otra 1%

HOMBRE, 21, estudiante “Peña excelente presentador y animador y Camila (creo) es muy natural en su presentación, me gusta mucho porque despierta interés en lo que dice”

MUJER, 17, estudiante: “Cami: me encantan las expresiones faciales, reflejan asombro y logran cautivar al televidente, lo que no me gusta es que a veces es como perdida como que Peña le tiene que ayudar, me parecería bueno que hubiese otra presentadora... podría ser yo ! jejeje Peña: es un bacán se expresa muy bien, lo único que le veo de malo es que a veces siento que se burla de los invitados en general los presentadores tienen, como ya lo dije antes, una conexión con el público, pues hablan y se expresan como los jóvenes !!”

HOMBRE, 21, estudiante “vestir normal, expresarse un tanto estúpidos hay veces claro está no todas, hay que cultivar en la sociedad un poco más de cultura...”

HOMBRE, 17, desempleado “uuuy qué falta de respeto, en serio qué pena, pero para nada ellos”

MUJER, 17, estudiante “nooo que parche de gente!!! Estilo único =D compatibles con los televidentes la forma de vestir... Hm bueno este no es un programa como los otros en los cuales los pelados con de cachaco y hasta los maquillan para no dejar ver los defectos en cámara”... y las nenas con sus mejores pintas entacornadas maquilladísimas sus siliconas!!...no, no este es un programa diferente libre expresión libre forma de pensar y hacer lo que queremos de vestirse como quiera porque están mostrando lo que en realidad son no tienen una máscara...aunque sería genial “yo” de compañera jejej”

MUJER, 26, desempleada “son malos, mala expresión...mala investigación de sus notas, mala argumentación, no parecen comunicadores”

HOMBRE, 22, estudiante “Peña: le da ese toque humorístico al programa, muchos de nosotros nos sentimos identificados con sus comentarios y desde hace mucho tiempo, es uno de los personajes más reconocidos entre la juventud de nuestra ciudad. (Aguante Zape). Camila: le da al programa esa frescura que muchos de nosotros mostramos en nuestras vidas, su forma de vestir es excelente, además de que es muy linda. (Sos hermosa). Mónica: la alegría de Altavoz, donde está ella, siempre hay una sonrisa, notas frescas e interesantes. (Muy Linda).”

Sobre los presentadores de Caja de Sorpresas los encuestados manifestaron tener una opinión favorable 46%, desfavorable 46%, no respondieron 8%.

MUJER, 12, estudiante “muy desorganizados”

HOMBRE, 13, estudiante “Su actitud y forma de vestir es buena”

HOMBRE, 32, empleado “creo que son buenos con sus actitudes hacia los niños, Cristina se ve bacana en su forma de vestir... Hm Pedro sí es un poco más serio en la vestimenta pero eso le da equilibrio al asunto.”

HOMBRE, 13, estudiante “la mujer está bien pero el hombre parece un niño”

Sobre los presentadores del programa Capicúa, los encuestados manifestaron tener una opinión favorable 65%, desfavorable 29%.

MUJER, 12, estudiante “son muy buenos, excelentes diría yo!...se expresan muy bien son súper animados, pero en su forma de vestir no me fijo mucho porque eso no es lo que importa.”

MUJER, 21, empleada “a veces de pasan en las expresiones”

HOMBRE, 13, estudiante “se expresan bien pero están pasados de moda”

MUJER, 11, estudiante “la forma de vestir de Mariana me parece que ella se viste a la moda igual que Juanpa, se expresan muy bien y son muy divertidos”.

HOMBRE, 15, estudiante “bien, pero no mejores que los anteriores”

Sobre los presentadores del programa La Más, los encuestados afirmaron tener una opinión favorable 70%, desfavorable 12%.

MUJER, 17, estudiante “son excelentes los mejores de Telemedellín y de Antioquia esos son los q necesitan más programas aquí en Antioquia q son los q saben llegar a la gente y transmitirles el mensaje q es”

HOMBRE, 16, estudiante “excelente los dos siempre me ha gustado su forma de presentar y de expresare desde antes de q estuvieran en La Mas”

HOMBRE, 17, estudiante “deberían de vestirse más a la moda y mas el presentador se viste muy sencillo”

MUJER, 12, estudiante “Habladores”.

Al respecto de las respuestas ofrecidas por los encuestados sobresale el caso de Radio U, quien cuenta con el mayor porcentaje de desfavorabilidad, vale la pena anotar que dicha condición de rechazo fue generada por exponerse el programa a un público identificado como objetivo desde su edad, y sin embargo, no lograba conectarse con la actitud y el discurso del conductor, pues la propuesta de Radio U era quizá demasiado especializada y denota un grado más de segmentación por el tipo de música y temas que allí se exponen, algo que en razón de la variedad de ofertas que debe existir para los jóvenes en la ciudad resulta pertinente, pero poco coherente para generar afectos favorables a aquellos que quieren encontrar mayor información. Tanto su actitud como su presentación fueron notablemente rechazadas por un público que, además, en su gran mayoría, jamás había visto el programa.

En cuanto al discurso, es evidente que los programas tienen claro cuál es el objeto y cuál es el camino. Cada uno de los proyectos en cuestión parte de una presuposición sobre las características de su audiencia, primer lugar común en donde se encuentran los programas de la muestra: su público es joven, le gusta la música, quiere estar enterado de lo que pasa en la ciudad, le gusta reconocerse en el protagonismo de jóvenes como él; es así, entonces, como encontramos que los programas se asemejan en sus propuestas, elaborando estructuras narrativas similares y apelando a los mismos factores como mecanismos de atracción: presentadores frescos, espacios llamativos, temas de ciudad, música. Es decir, específicamente para el caso de los programas cuyo eje es el musical, encontramos que no existe una diferenciación marcada en términos del enfoque y los contenidos, lo cual resulta en una evidente sobreoferta de magacines poco arriesgados que apelan a estereotipos de lo joven para asegurarse un margen de penetración en la audiencia.

Radio U. Santiago Rendón. Director. “es un espacio basado principalmente en la música, en pasar videos musicales, conversar de música, conocer bandas y artistas, contar historias de los grupos, darle difusión a grupos musicales locales, con la premisa “La música es una” se busca integrar diversos géneros musicales, mezclar lo comercial y lo independiente en nuestra programación para que el televidente tenga muchas opciones musicales para escuchar, para ver, para elegir. Los temas

siempre giran alrededor de la música, buscan que el televidente aprenda algo y que también pueda participar con sus conocimientos y/o experiencias”.

Los encuestados reconocen que los temas que el programa les propone son música 71% y otros 4%.

MUJER, 33, estudiante “de música pero parece que quisiera hablar de arte”.

HOMBRE, 26, estudiante “música y entrevistas en directo con la gente de ese mundo”.

MUJER, 30, estudiante “de cosas raras”

MUJER, 24, estudiante “de música, eventos, convocatorias...”

Los mismos encuestados manifiestan una opinión hacia estos temas de corte favorable 14% y desfavorable 61%.

MUJER, 20, estudiante “no me interesa ese tipo de música”

MUJER, 33, estudiante “sugiero cambiarlo todo”

HOMBRE, 20, estudiante “no me interesa y no me aporta como persona”

MUJER, 19, estudiante “(me interesan esos temas) pero con otra manera de abordarlos”

MUJER, 18, estudiante “tal vez (me interesa), pero sugeriría algo más interactivo”

Con la intención de evidenciar cómo los encuestados valoran esos temas y la manera en que se les presentan, se les preguntó por si el programa les propone modos de ser, a lo que el 32% contestó que sí y el 50% que no. Los que identificaron propuestas de modos de ser las valoraron como actitudes negativas (rebel- día, intolerancia) 71%, y actitudes positivas (Diversidad, tolerancia) 29%.

MUJER, 21, estudiante “el programa propone modos de ser a los jóvenes que no han definido su personalidad”

MUJER, 23, estudiante “discrimina a otras músicas”

HOMBRE, 30, músico “diversidad”

HOMBRE, 20, estudiante “me dice cómo debo de ver la música”

HOMBRE, 26, estudiante “transmite toda esa onda rockera al público”

Musinet TV. Gabriel Ramírez. Director. “Musinet es un programa musical juvenil que se transmite de lunes a viernes a las 4:30pm por Teleantioquia donde dos jóvenes presentadores (Sara y Jonathan) divierten al público juvenil con los videos de la música que les gusta y los temas de su interés. Contamos con diferentes secciones que además de entretener ayudan a dar un dinamismo al programa, secciones como la agenda semanal, las noticias de la música, los concursos con los colegios, el vídeo de la semana, las 5 máximas y el solle de Sara donde cada semana invitamos a una banda nueva local. Utilizando redes sociales de Internet como el Facebook, proponemos temas cotidianos que tengan que ver con el contexto en el que se desenvuelven los jóvenes y ponemos en discusión sus aportes e inquietudes”.

Los encuestados sobre el programa Musinet sienten que el discurso del programa se centra en la música 53,6% y en temas de interés para los jóvenes 12%.

Al 17.4% no le interesan estos temas, mientras que sí son del agrado para el 65.8%.

En general, en el discurso del programa, los televidentes encuentran que la intención del programa es proponerles:

Mujer, 20, estudiante: “modelos a seguir”

Hombre, 35: “ser positivo, alegre, emprendedor, disfrutar de los recursos que tenemos a la mano para superar nuestras dificultades”

Mujer, 16, estudiante “Estereotipos”

Altavoz TV. Diego Peña. Director. “El programa les da espacio a los jóvenes de la ciudad teniendo como objetivo eso, lo que están haciendo ellos en Medellín, y todo dentro del marco de la cultura, es decir: música, cine, danza, fotografía, etc. Diferentes temas pero siempre serán los jóvenes los protagonistas y tratamos que siempre cada programa le llame la atención a este público que al verse ahí reconoce los aportes que hacen a la sociedad y que los mismos son reconocidos por el programa. El objetivo es darle protagonismo a los jóvenes, hacer sentir que pertenecen a la ciudad y que la ciudad les pertenece, y que todo evento desde lo cultural tiene sentido y tiene un valor”.

Los televidentes encuestados reconocen como temas del programa Música 25%, Interés General 14%, Problemáticas Juveniles 8%, Ciudad 4%, Cultura 5%, NR 44%

HOMBRE, 20, estudiante “de los problemas de la ciudad y cómo los jóvenes están involucrados en eso. Y también de la música y las diferentes culturas o tribus urbanas q hay en la ciudad”.

MUJER, 32, empleada “de grupos de la ciudad, de cómo se formaron, conciertos, promoción, eventos, apoyo o divulgación de los que nacen o no son muy conocidos y también de grupos de afuera.”

MUJER, 17, estudiante “todo tipo música, cine, fotografía, arte, política, todo lo que pasa en Medellín, Antioquia, Colombia... programas educativos que enseñan de tal forma que todos sus televidentes puedan entenderlos”

HOMBRE, 23, estudiante “temas juveniles, pero a veces muy impregnados de política a favor del alcalde y su comitiva, poco espacio a no simpatizantes del alcalde.”

Los mismos encuestados manifiestan una opinión hacia estos temas de corte favorable 73%, desfavorable 1% e inconforme 26%.

HOMBRE, 21, estudiante “al menos un programa que trate de la política de por qué la gente en Colombia cuando hay elecciones no sabe votar como por ejemplo.”

MUJER, 21, estudiante “música más música por favor... es de lo que trata el programa ¿o no? Qué pasa la han dejado en un segundo plano... mas rock, mas punk,

mas música señoresss háganos enamorar del programa, todos vemos altavoz por la musik y kasi no vemos de eso ahí”

MUJER, 20, estudiante “Claro, aunque sugiero un poco más de variedad en el tema de la música, yo sé que es muy importante apoyar las bandas locales, pero de vez en cuando es bueno dar oportunidad a otros géneros como el industrial y el ebm, y por qué no? hasta al merengue o el reggaetón.”

HOMBRE, 18, estudiante “la verdad no sé si estoy errado pero me gustaría que en el programa hablaran más de deportes, skate, BMX son temas muy interesantes y sé que a la mayoría de los televidentes les gustaría. Grupos más poco comerciales, no solo los mismos grupos de siempre. Géneros no tan pop y así si no también dedicar una franja a el punk hardcore, puros.”

HOMBRE, 21, estudiante “Son de mi interés, pero a veces me gustaría que profundizaran más en la agenda y el movimiento artístico y cultural de la ciudad. (Grupos de Teatro, exposiciones, expresiones artísticas alternativas,...)”

Con la intención de evidenciar cómo los encuestados valoran esos temas y la manera en que se les presentan, se les preguntó por si el programa les propone modos de ser, a lo que el 23% contestó que sí y el 34% que no. Los que identificaron propuestas de modos de ser las caracterizaron como Ser más crítico 8%, Desarrollar una identidad propia 25%, Respeto por el otro 29%, Ninguno 13%, Actitudes cívicas 12%, Otros 13%.

HOMBRE, 20, estudiante “a ser más tolerantes con personas de otras ideologías o gustos y a ser buen ciudadano”.

MUJER, 21, estudiante “siii de komportarme bienn de kosas vakanas ke hay por hacerrr en mi ciudad y pss kon los invitados uno toma mucha conciencia de las cosas”

HOMBRE, 16, estudiante “que debo ser yo mismo y no aparentar para ser aceptado por la corriente común y tener identidad cultural.”

MUJER, 20, estudiante “Se trata de un ejemplo para muchos adolescentes que buscan un modelo, aquellos que quieren triunfar y sumergirse en el mundo de la música y la televisión.”

HOMBRE, 18, estudiante “proponen un cambio para mejorar cambiar el concepto malo q tiene de muchos de nosotros demostrar q no por escuchar un tipo de musik o hacer un arte en genral somos locos o drogadictos o desordenados demostrar q tenemos cultura y muchas cosas q ofrecer”

HOMBRE, 40, empleado “se habla de tolerancia, equidad, respeto por la diversidad, pero no son propuestas... son planteamientos, cada uno decide cómo se comporta”

MUJER, 17, estudiante “noooo!!!como dije anteriormente lo que hacen es dibulgar” la libre expresion,todos tenemos una forma de ser vestir sentir mirar oir diferente y eso no cambia ni ellos lo pretenden cambiar”

La Más. Adriana Cárdenas. Directora. “El objetivo del programa LA MÁS es acompañar a los estudiantes de Medellín de manera divertida y educativa, en el que ellos puedan sentirse como los verdaderos protagonistas. Es por eso que

es nuestra audiencia, donde se tengan en cuenta sus necesidades y que la MÁS sea un espacio para expresarse. La vida de colegio es un lugar donde se brindan verdaderos encuentros y donde se presentan situaciones diferentes sin importar la clase social, las posibilidades económicas o el lugar de residencia. La intención es mostrar la vida de colegio desde adentro. Saber cómo se vive allí y por qué la educación es la principal arma de transformación de la ciudad. Crear un programa de tv en que los estudiantes no sean simples espectadores sino que puedan proponer, discutir y protagonizar”.

Los televidentes encuestados identifican como temáticas centrales del programa La Más: problemáticas juveniles 35%, Colegios 29%, Otros 18%.

MUJER, 15, estudiante “Aunque sea la Repetición de la Repetidora, Los temas son Muy diversos...Enfocándose en el Buen aprendizaje por medio de actividades o reportajes muy interesantes...Todo es cultural.”

MUJER, 17, estudiante “sobre el consumismo como por ejemplo los jóvenes de hoy en día q solo quieren si no vestirse con ropa de marca, drogas, sexualidad, etc.”

HOMBRE, 25, empleado “temas educativos, informativos y cosas que cotidianamente hacen los jóvenes en su tiempo libre y en el cole.”

MUJER, 11, estudiante “Chicos que maduran viches”

HOMBRE, 13, estudiante “Debates, propuestas, respuestas a incógnitas”

Los mismos encuestados manifiestan que hacia estos temas tienen una opinión Favorable 86%, Favorable pero inconforme 14%.

HOMBRE, 16, estudiante “no pues me gustaría q el tema de buscando carrera fuera todo el día de jueves no solo un pedazo si no todo el día hablando sobre eso y en q universidades se encuentra cada carrera”.

MUJER, 15, estudiante “Me interesan muchísimo”.

HOMBRE, 25, empleado “esos temas son buenos y es bueno que sean variados y que gusten al público juvenil”.

Con la intención de evidenciar cómo los encuestados valoran esos temas y la manera en que se les presentan, se les preguntó por si el programa les propone modos de ser, a lo que el 77% contestó que sí y el 23% que no. Los que identificaron propuestas de modos de ser las caracterizaron como Ser más críticos 38%, actitudes positivas 62%.

MUJER, 15, estudiante “Si nos Propone, mas No nos obliiga a ese modo de ser, considero que uno es lo que quiere ser y no lo que los demas quieren que seas :S”

MUJER, 15, estudiante “aumentan la capacidad audiovisual de nosotros los jóvenes basándose en muy buenas cosas que no alteran a ningún público”

MUJER, 17, estudiante “A actuar bien y ser tolerante”

HOMBRE, 25, empleado “de entender más a las personas más jóvenes que yo, sentir esa energía y empeño que tiene la gente joven de hoy en día”

HOMBRE, 16, estudiante “si por q en temas como lo de las universidades no dan nueva formas de pensar i mirar q es lo q queremos realmente para nosotros”

Capicúa. Dalia Zuleta. Directora. “El objetivo del programa es educativo, que el niño que se siente a ver el programa aprenda alguna cosa así no se dé cuenta. Tratamos de que el formato sea atractivo para que los niños viéndose a sí mismos en el programa, al terminarlo, se vayan con un mensaje, con un aprendizaje o con una inquietud. Más que darles respuestas es generarles preguntas que los animen a buscar las respuestas por sí mismos. Capicúa tiene en los días distribución por temas. Lunes ciencia y tecnología, martes colegio y ciudad, miércoles música, jueves animales, viernes juego. La idea es que sea variado y que los chicos puedan escoger según sus gustos y conforme a lo que creemos que quieren hacer los niños. Desde el punto de vista educativo esos temas pretenden ser un ABC de todo”.

Los televidentes de Capicúa identifican como temas recurrentes en el programa Interés General 44%, Actitudes positivas 17%, Otros 6%

MUJER, 11, estudiante “concursos, preguntas, consejos”

MUJER, 12, estudiante “para cada día tienen un tema...pues son: ciencia y tecnología, los niños de la ciudad, juegos de la calle, música...”

HOMBRE, 13, estudiante “video y bromas pesadas”

HOMBRE, 12, estudiante “no divertirnos haciéndole mal a las personas”

Sobre estos temas, los televidentes manifiestan tener una opinión Favorable 73% y Favorable pero inconforme 27%.

MUJER, 12, estudiante “uff...pero me gustaría que los miércoles también le dedicaran al teatro porque también hace parte del arte! =D”

MUJER, 23, estudiante “son excelentes pero me gustaría q tuviesen un día en la semana algo sobre los animales”

MUJER, 11, estudiante “más cosas para otras audiencias”

Con la intención de evidenciar cómo los encuestados valoran esos temas y la manera en que se les presentan, se les preguntó por si el programa les propone modos de ser, a lo que el 77% contestó que sí y el 23% que no. Los que identificaron propuestas de modos de ser las caracterizaron como Actitudes positivas 35%, Ser mejores personas 24%.

MUJER, 10, estudiante “me proponen tener derechos y uno de ellos el la recreación”

MUJER, 12, estudiante “pues no sé cómo explicar... pero de cada historia aprendo un poco y eso me encanta... y pues me gusta expresarme como se expresan los presentadores porque lo hacen muy bien”

MUJER, 13, estudiante “No lehagas a los demás lo que no quieres que te hagan a ti”

MUJER, 11, estudiante “sobre divertirse en la vida, no vivir tristes porque la tristeza no sirve, estorba”

HOMBRE, 15, estudiante “aprendizaje de cosas útiles”

Caja de Sorpresas. Caja de Sorpresas son 90 minutos de entretenimiento y educación en televisión con imágenes, sonidos y mucha música para niños entre 8 y 14 años en toda Antioquia y Colombia. Es un espacio que mueve los resortes de cada sentido con mirada de niño para aprender cosas nuevas sobre el mundo que nos rodea. Temas de desarrollo. Niñez, educación, entretenimiento, derechos^y.

Los televidentes de Caja de Sorpresas identifican como temas recurrentes en el programa Hacer cosas 75%, Interés General 17%

MUJER, 11, estudiante “Creatividad, las formas de crear cosas”

MUJER, 11, estudiante “siempre hay un tema para cada día para que no se vuelva aburrido”

HOMBRE, 32, estudiante “los temas casi siempre son hobbies de niños, que harían los niños por el planeta, los títeres son graciosos y sus temas les pueden llegar fácilmente a lo mas infantiles. Las notas que hacen los mismos niños son cautivantes, y te roban la atención de una.”

HOMBRE, 13, estudiante “inquietudes y temas para niños”

Sobre esos temas, los encuestados tienen una opinión Favorable 46%, desfavorable 27%, favorable pero inconforme 27%.

HOMBRE, 13, estudiante “barras bravas y tribus urbanas”

HOMBRE, 13, estudiante “Poco me interesan y no me interesa sugerir tampoco”

HOMBRE, 32, empleado “todos los temas siempre le van a interesar a alguien, lógicamente no todos nos interesan a las mismas personas, hubo un programa en particular sobre un niño que tenía su caballo (por mi profesión me pareció buena la nota)...así mismo otro con un niño en cuatrimoto...bacanísimo”

MUJER, 13, estudiante “temas adolescentes”

Con la intención de evidenciar cómo los encuestados valoran esos temas y la manera en que se les presentan, se les preguntó por si el programa les propone modos de ser, a lo que el 73% contestó que no y el 27% que sí. Los que identificaron propuestas de modos de ser las caracterizaron como Gusto por el conocimiento 17%, Ser niño 16%.

MUJER, 11, estudiante “a hacer manualidades”

HOMBRE, 13, estudiante “Tal vez volver a ser niño”

HOMBRE, 15, estudiante “Lo que quiere es que aprendamos”

HOMBRE, 32, empleado “le ayuda a conocer temas a los niños....creciendo eso es lo que uno necesita...que le den opciones...arte, deportes y gustos.”

y Tomado de Una caja de sorpresas – Colombia. Disponible en <http://www.comminit.com/en/node/34290>
Fecha de consulta 12 de septiembre de 2010.

Teniendo en cuenta que el discurso de los programas de la muestra parte de la necesidad de divulgación de contenidos positivos, les preguntamos a los encuestados si reconocían este discurso y encontramos, en su mayoría, que éste se hace evidente, específicamente en el caso de *Altavoz*, donde se promueve la tolerancia y el respeto por la diferencia. Sin embargo, también es claro que los mecanismos de vínculo principal como la música y la disposición de los presentadores en el espacio escenográfico prevalecen como mensaje icónico principal. Podemos determinar en consecuencia que el asunto de “lo joven” es puesto de manera manifiesta desde un lugar común, y pocas notas reinterpretativas permiten reconocer una búsqueda narrativa que determine una re-elaboración del discurso o del propio relato audiovisual. Todos obedecen a un esquema que se replica por tradición, como es el de programa en vivo con presentadores en estudio, pregrabados y cierta interacción telefónica. Es quizá por ello que los discursos no operen en un grado óptimo, pues los televidentes no parecen conferirles diferencias radicales en estilo y formato a los programas estudiados en este análisis.

Conclusiones

En los seis programas tomados como muestra para este estudio se evidencia una carencia narrativa en la selección de los formatos para ofrecer los contenidos a la audiencia. Aunque ninguno de los encuestados manifestó desear otro tipo de relatos audiovisuales que abordaran temas de su interés, es evidente la carencia de propuestas argumentales o dramatizados que permitan el reconocimiento de otro tipo de situaciones de no tan “fácil” tratamiento como lo son los logros personales.

La totalidad de la oferta analizada es expositiva en sus términos y pocas veces alude a la confrontación de opiniones en otras estructuras. Es decir, estas propuestas le están hablando a una porción de jóvenes de la ciudad con características muy homogéneas, ninguno de los programas se acerca a lo juvenil desde aspectos negativos o que necesiten otro tipo de atención de mayor profundidad.

Es sabido que una gran porción de los jóvenes de Medellín se encuentran integrando grupos delincuenciales o que bien la falta de oportunidades y educación adecuada los ha llevado a la drogadicción, los embarazos prematuros y la prostitución. Este tipo de realidades son soslayadas por estos espacios juveniles y, cuando son abordadas, se hacen desde la opinión y desde una mirada ajena al problema, y si se cuenta con un testimonio de primera mano, el protagonista es alguien que ya ha superado su tribulación, con lo que se limita el margen de identificación con los televidentes que se encuentren en una fase anterior del mismo problema. Precisamente, para abordar este tipo de situaciones, tal vez, se haría necesario acudir a otro tipo de narrativas; sin embargo, es claro por parte de las directrices que alientan la programación juvenil, que la intención es darle visibilidad a los jóvenes emprendedores, que toman las riendas de su vida llevándola por el “deber ser”, pero lo anterior sólo anula del foco público otras situaciones que necesitan mayor atención, tanto de la sociedad como de las administraciones gubernamentales.

Con las narrativas argumentales se puede propiciar un mayor debate y visibilidad a temas de difícil tratamiento, además, la estructura clásica de la narración permite la vinculación afectiva de todo tipo de públicos. Es importante recalcar en la vinculación afectiva, ya que es ésta la que, al fin y al cabo, nos anima como televidentes a exponernos a una oferta determinada.

Para el caso de los programas de la muestra, las necesidades lúdicas y afectivas de los televidentes que los ven tienen que ver con pasar un momento de ocio acompañado, gratificándose en los propios gustos musicales como lo es en el caso de Altavoz, Musinet y Radio U; reconociéndose o comparándose con semejantes como lo es en el caso de La Más y aprendiendo jugando con Caja de Sorpresas y Capicúa. De todos los programas mencionados es Capicúa el que genera un tipo de vinculación afectiva mayor con sus televidentes ya que los mismos pueden participar en directo y son retados por el programa el cual pone en juego sus habilidades mediante la participación en actividades interactivas. Sin embargo, independientemente del grado de interacción, de participación o de reconocimiento de las particularidades de la audiencia, este estudio no puede asegurar que el grado de vinculación a una propuesta audiovisual sea directamente proporcional a la actividad cívico-cultural que desarrolle el televidente; hacerlo, sería resucitar las teorías funcionalistas de la comunicación, las cuales asumían que las audiencias podían ser moldeadas por los mensajes de los medios.

Aunque es evidente que el discurso cívico es reconocido entre los televidentes de la mayoría de las propuestas de la muestra, esto no quiere decir que los comportamientos sugeridos por los mismos sean replicados experiencialmente por los televidentes; tan sólo podemos asegurar que son reconocidos cognitivamente. Ya le corresponde a la mediación de instituciones primarias como lo son la familia, las instituciones educativas y los círculos de amigos, determinar el curso de las actuaciones de los individuos en la sociedad.

Elaborar un programa catalogado como *juvenil* nunca será una tarea fácil ya que es la juventud, precisamente, la época de la vida donde más disimilitudes se pueden encontrar entre quienes la atraviesan.

Que un canal público de televisión desee ofrecer espacios para el disfrute de este segmento de la audiencia le obliga, primero, a estar al tanto de sus particularidades, necesidades e intereses, pero, sobre todo, y en aras de obtener un mayor reconocimiento por parte de su público objetivo, debe dejar de lado el carácter horizontal de la transmisión de información, liberando sus esquemas de producción, permitiendo la manifestación de los jóvenes tanto desde la proposición de los temas como desde el tratamiento y presentación de los mismos; las redes sociales y las nuevas tecnologías de la información y la comunicación hacen que esta propuesta no sólo sea posible sino que evidencia que los productores de televisión juvenil se encuentran en mora de hacer un uso óptimo de éstas y generar mayor vinculación de los televidentes hacia sus ofertas.

El uso de las TIC es solamente uno de los muchos aspectos que permiten a los canales enfatizar en su carácter público como algo de acceso abierto, de utilidad general, de bien común; el potencial democrático de las televisiones públicas todavía está por desarrollarse; empezar por reconocer los conocimientos y avances de las nuevas generaciones con seguridad garantizará su eficacia y relevancia mediática en el largo plazo.

Trabajos citados

1. HARTLEY, John. Los usos de la televisión. Buenos Aires: Paidós Comunicación, 2000. P. 207.
2. VELÁSQUEZ, Omar Mauricio y CASTAÑO, Alejandra. 2012: Prospectivas de la televisión de interés público de producción local en Medellín. En Revista de Investigación Lasallista, Vol. 6 N° 2, 2009. Págs. 54-63. Corporación Universitaria Lasallista, Caldas.
3. LIPOVETSKY, Guilles. 2002. El imperio de lo efímero. Barcelona: Anagrama, 2002.
4. GANDINI, Luciana. La exclusión laboral juvenil en Argentina. México: FLACSO, 2005. p 2-3.
5. Ídem
6. FUENZALIDA, Valerio. *La Televisión Pública en América Latina*. Op. Cit. P. 51. Fondo de Cultura Económica, Santiago, 2000.

Origen y la evolución de la comunicación organizacional en Antioquia, a partir del testimonio de algunos de sus protagonistas*

Fernando Aquiles Arango Navarro**,
Luisa Fernanda Pulgarín Restrepo***

Resumen

Introducción. La presente investigación sobre la historia de la comunicación organizacional en Antioquia busca rescatar el testimonio de personas que han vivido muy de cerca ese proceso y cuya declaración es valiosa a la hora de entender cómo evolucionaron las comunicaciones en las empresas antioqueñas. **Materiales y métodos.** Se construyó una historia de la comunicación organizacional en Antioquia mediante la técnica de la entrevista en profundidad a seis personajes de la historia de la comunicación en nuestra región. El material se organizó cronológicamente por décadas, porque los testimonios de los personajes fueron espontáneamente expresados con esa particularidad. Esas entrevistas permitieron construir y entender cómo ha ido evolucionando la comunicación organizacional en Antioquia, distinguir algunos hitos importantes y concretar algunos hallazgos y conclusiones. **Resultados.** En Antioquia, la comunicación organizacional fue inicialmente favorecida por la etapa de industrialización de los años 60, que facilitó la vinculación a las empresas de los profesionales que empezaban a egresar en esa década. En este departamento, la comunicación organizacional tuvo desde el principio dos vertientes: una enfocada a las relaciones públicas, con preferencia por los públicos externos; que derivó finalmente hacia procesos de asesoría y consultoría en las organizaciones; y otra que en principio trabajó hacia

* Producto de la investigación "Origen y evolución de la comunicación organizacional en Antioquia, a partir del testimonio de sus protagonistas", que contó con el apoyo económico de la Corporación Universitaria Lasallista y tuvo como auxiliares a Melissa Bernal Tamayo, Daniel Palacio Porras, Isabel Cristina Rodas Jaramillo y Juan Carlos Vélez Álvarez. El proyecto se realizó entre 2008 y 2009.

** Comunicador Social UPB y magíster en Educación convenio U. de M. – Pontificia Universidad Javeriana, docente de tiempo completo de la Corporación Universitaria Lasallista, director del Grupo de Investigación CEO.

*** Comunicadora Social de la U. de A., docente de cátedra de la Corporación Universitaria Lasallista.

los públicos externos, sobre todo medios masivos de información, y que fue virando hacia los públicos internos; su evolución fue hacia posiciones estratégicas dentro de la organización hasta hacer parte de los grupos de decisión. La comunicación organizacional también evolucionó en la manera como ha medido sus actividades, partiendo desde mediciones muy artesanales, hasta llegar a unos indicadores de impacto de las estrategias de comunicación, basados en las percepciones de los públicos frente a los atributos y contenidos que se transmiten a través de los distintos medios. **Conclusión.** De ser una actividad de apoyo en sus inicios, sobre todo para informar a los medios masivos, hoy en día la comunicación en las organizaciones es entendida como un factor crítico de éxito, por los altos niveles de competencia del mercado y la consecuente necesidad de estrategias, la búsqueda de nuevos mercados con las exigencias de conocer y definir nuevos públicos, el carácter cambiante del consumidor; la necesidad de mantener motivados y capacitados a los empleados y los nuevos desafíos que entrañan los ciclos económicos, entre otros fenómenos.

Organizational communications in antioquia: origin and evolution. a vision from its protagonists ´ testimonies

Abstract

Introduction. This research work about the history of organizational communications in Antioquia aims to get and keep the testimonies of people who have experienced, very closely, this process, and whose declarations are very valuable to understand how communications have evolved in Antioquian companies. **Materials and methods.** A history of organizational communications in Antioquia has been built by the use of in-depth interviews, made to six protagonist people in the history of communications in the region. The materials were chronologically organized in decades, because the testimonies were spontaneously expressed that way by the people interviewed. The interviews allowed a construction and an understanding of the evolution of organizational communications in Antioquia, differentiate some important milestones and define some findings and conclusions. **Results.** In Antioquia, organizational Communications were initially boosted by the industrialization that took place in the 60's decade, which implied the integration of communication professionals who were getting graduated from universities in those times. In this region, organizational communications had, since their beginning, two currents: One focused on public relations, with a preference for external stakeholders, which was finally addressed towards advisory and consultancy processes in the organizations, and another that initially worked with external stakeholders, especially mass media, and later started to work with internal stakeholders. It evolved to a point in which it became a part of strategic positions in the organizations, and its practitioners became one of the decision makers in

them. Organizational communications has also evolved in the way they are assessed, from very basic ways of evaluation to achieving impact indicators for communication strategies based on the stakeholders' perception of the attributes and contents transmitted through the media available. **Conclusion.** Organizational communications have evolved from being a support activity, especially to send information to mass media, to a current situation in which communication in companies are seen as a critical factor for success, given the high competition levels in the markets and the necessity of strategic views this fact brings; The search for new markets, which requires a knowledge and a definition of new audiences; The changing behavior of consumers; The necessity of keeping employees motivated and trained and the new challenges brought by economy cycles, among many phenomena.

Introducción

La presente investigación sobre la historia de la comunicación organizacional en Antioquia busca rescatar el testimonio de personas que han vivido muy de cerca ese proceso y cuyo testimonio es valioso a la hora de entender cómo evolucionaron las comunicaciones en las empresas antioqueñas.

Para hablar de la manera como surge y evoluciona la comunicación organizacional en Antioquia, con sus tendencias hacia las relaciones públicas y la comunicación organizacional como tal, hay que entender primero estos conceptos.

Por tanto es conveniente hacer algunas precisiones sobre las relaciones públicas. Quienes han intentado construir una historia de las relaciones públicas han encontrado dos tendencias: una que las concibe como resultado de todas las manifestaciones informales a lo largo de la historia; y otra que asegura que la historia de las relaciones públicas comenzó cuando estas se ejercieron por primera vez de manera formal.

La primera tendencia se basa en que la historia no da saltos, ya que todo tiene un antecedente y una consecuencia; ubica las relaciones públicas como fenómeno social y afirma que en todo tiempo y lugar se han dado manifestaciones de esta actividad (...) De acuerdo con los seguidores de esta tendencia, los esfuerzos del ser humano por comunicarse con sus semejantes se remontan a sus orígenes, y tanto el control de las actividades humanas como la influencia en la opinión pública son fenómenos universales en el tiempo y en el espacio¹.

En este sentido es posible hallar una historia de las relaciones públicas que se remonta hasta 18 siglos antes de Cristo, fecha de unas tablillas “que hoy podríamos llamar boletín informativo (...) que ofrecía a los campesinos información sobre siembra, riego y cosecha de sus cultivos”². Dichas tablillas fueron encontradas en Irak por un grupo de arqueólogos.

Hay numerosas referencias a acciones de comunicación –publicaciones, eventos, campañas de fortalecimiento de imagen, por ejemplo-, a través de los siglos que se han interpretado como actividades de relaciones públicas.

Otros teóricos, de la segunda opinión, consideran imposible calificar como relaciones públicas, hechos históricos sólo porque en ellos se dieron aspectos que en la actualidad forman parte de los recursos y métodos de esa profesión.

En América, se cita el caso de la inauguración del ferrocarril que viajaba de Nueva York a San Francisco, en 1837, “para lo cual se organizó un viaje al que fueron invitados 150 líderes de opinión y un grupo de periodistas que viajó en un vagón para escribir en un periódico en el que se informaría del suceso a quienes no estuvieron presentes”³.

“En 1882 fue utilizada por primera vez –según Henry Verdier- la expresión *public relations* por el abogado Dorman Eaton, con motivo de una conferencia pronunciada en la Escuela de Leyes de Yale que llevaba por título *The public relations and the duties of the legal profession*”⁴.

A principios del siglo XX los propietarios de las empresas se repartían los dividendos y algunos reinvertían en maquinaria que permitiera reducir la utilización de mano de obra, lo que estimuló de una parte las grandes emigraciones de trabajadores hacia países con menor desarrollo industrial, y de otro lado, una imagen poco simpática de la empresa para los obreros y público en general. “La aparición del experto en relaciones públicas se volvía inevitable. Hacía falta presentar a la empresa, a la fábrica, como una sociedad justa, agradable, simpática a todo el mundo, tanto a los de dentro como a los de fuera”⁵.

Padre de las RR. PP.

En las primeras décadas del siglo XX, las actividades de apoyo a la imagen positiva de empresas y personajes, y el manejo adecuado de los medios para lograr sus objetivos hizo que Ivy Lee fuera considerado el padre de las relaciones públicas. Son reconocidos su aporte en 1906 a una compañía minera que lo contrató para contrarrestar una serie de reportajes nocivos a su imagen, y el trabajo realizado para el multimillonario Rockefeller en 1914, informando sobre una huelga en dos de sus compañías, labor que derivó en la creación de la Fundación Rockefeller. “La tendencia de las relaciones públicas en estos años que se caracterizaron por el surgimiento de emprendedores y fuertes crisis sociales era la de fungir como creadoras de imágenes positivas, para lo cual tuvieron que incorporar técnicas de comunicación novedosas como respuesta a las situaciones de crisis”⁶.

El primer libro publicado sobre relaciones públicas fue “Cómo cristalizar la opinión pública”, de Edward Bernays, fruto de sus conferencias sobre el tema en la Universidad de Nueva York en 1924. Pero apenas en 1947 se fundó en la Universidad de Boston la primera Escuela de Relaciones Públicas y Comunicaciones.

Inicio con la CIESPAL

En América Latina sólo a finales de la década del 50 se inició la enseñanza de las relaciones públicas en la universidad, sobre todo en países como Brasil, Colombia, Venezuela y Chile donde comenzaron a dictarse programas académicos independientes para formar relacionistas.

Se considera, además, que el interés académico por el tema de la comunicación y las relaciones públicas tuvo su inicio con el CIESPAL -Centro Internacional de Estudios Superiores para América Latina- que funciona en Quito, con el concurso y asesoría constante de importantes especialistas, quienes se han encargado de producir muchas publicaciones consideradas las más numerosas y completas en idioma castellano sobre el tema.

Hacia septiembre de 1960 se fundó en México D. F. la Federación Interamericana de Asociaciones de Relaciones Públicas, que desde el principio se mostró muy dinámica en cuanto a la discusión académica del concepto y promovió seminarios, conferencias y discusiones alrededor del tema. “En Europa el arribo de las Relaciones Públicas en la Universidad operó hacia 1965. Italia, Francia y Holanda fueron los primeros países en establecerla”⁷.

El papel social de la profesión de relacionista ha sido estudiado e implementado, gracias a dos realidades: “el impacto y sofisticación de las relaciones públicas en los países desarrollados y, por otra, la necesidad de que la profesión responda a los desafíos económicos, políticos y sociales que confrontan las naciones en desarrollo”⁸. En lo que coinciden los estudiosos del tema es que las relaciones públicas se convirtieron en una disciplina que por sus alcances motiva cambios en diversos escenarios sociales.

La comunicación organizacional

La comunicación organizacional es considerada, por lo regular, como una actividad dinámica que mantiene cierto grado de estructura cambiante que se ajusta de acuerdo con el desarrollo de la organización. En segundo lugar, es un sistema compuesto de actividades interdependientes que, cuando se integran, permiten el logro de ciertos objetivos. Tercero, “la comunicación organizacional es un proceso de creación, intercambio, procesamiento y almacenamiento de mensajes en un sistema de objetivos determinados”⁹.

La década del 40 fue la “era de la información” desde la óptica de la comunicación organizacional, porque se consideraba que la información era determinante para los miembros de una organización, al punto que fue popular el lema: «un empleado informado es un empleado feliz y productivo», lo que llevó a que las empresas invirtieran en medios informativos impresos de circulación interna, para cumplir con la premisa.

En los 50, hubo interés por entender el sentido y los alcances de la comunicación en las organizaciones, y se generaron investigaciones acerca de la comunicación descendente, las redes organizacionales y sobre la actitud y la sensibilidad de los empleados frente a la comunicación (clima organizacional). En esa comunicación descendente se estudiaron, además de su efectividad, la relación entre estado de ánimo y la satisfacción del empleado.

Luego se trabajó el concepto de realimentación interpersonal dentro de las organizaciones, que permitió entender que la realimentación abierta y específica del emisor al receptor aumentaba la exactitud en el cumplimiento de instrucciones.

Más adelante surgió el interés por entender los impedimentos para una eficaz comunicación ascendente dentro de las organizaciones, lo que incluyó asuntos como la distorsión de mensajes y la influencia del jefe en esa distorsión.

Se mantuvo en los 60 el interés por estudiar los ambientes y las redes de comunicación, lo que incluyó el estudio de los roles dentro de redes complejas de organización, que describió las diferencias entre roles centrales y no centrales (de enlace y no-enlace).

En los años 70 se expresó una preocupación por la falta de teoría en los estudios sobre comunicación organizacional y se enfatizó en la importancia de construir y experimentar con modelos conceptuales de procesos en este campo. Fueron exploradas conceptualmente “las correlaciones de la comunicación de los jefes eficientes, la distorsión en el envío de mensajes ascendentes del subordinado al jefe y la naturaleza de la realimentación en la comunicación jefe-subordinado”¹⁰.

En los años 80, hubo preocupación en las organizaciones por entenderlas como sistemas, por explorar la comunicación como proceso, y por entender la forma como los integrantes de las organizaciones crean y recrean significados compartidos. También se investigó y se trabajó sobre la cultura organizacional y los procesos de comunicación con el fin de alcanzar significados comunes, entendimientos y objetivos. Se habla de culturas fuertes y débiles, en lo que tienen que ver el estilo gerencial, y las historias, mitos, simbolismos y ceremonias.

En los 90 primó el enfoque del trabajo en equipo y el concepto de que la “productividad en la organización es el resultado de la comunicación en todas direcciones: ascendente, descendente y horizontal. Esto implica que el éxito de las organizaciones dependerá de qué tan bien puedan trabajar en equipo (...) toda la organización debe actuar como un equipo, tomando decisiones y solucionando problemas en todos los niveles de la organización”¹¹.

En este momento, ya en el siglo XXI, se puede afirmar que la comunicación organizacional muestra dos enfoques opuestos:

Por un lado permanece la visión modernista de las organizaciones como estructuras racionales cuyo instrumento principal para alcanzar el progreso y el orden

es la comunicación; por otro, considera dos nuevas voces teóricas: la teoría crítica y la perspectiva posmoderna, que están generando formas alternas para el entendimiento de la comunicación en las empresas e instituciones. El reto (...) es encontrar nuevas formas de organización productiva para el trabajo que den más poder a los individuos y mantengan, al mismo tiempo, las prácticas organizativas que sostienen el delicado balance entre el ambiente, las familias y el trabajo¹².

Materiales y métodos

Se planteó esencialmente una investigación exploratoria, en tanto se ocupó de un tema poco estudiado y poco conceptualizado, como el del surgimiento y evolución de la comunicación organizacional en Antioquia; y a la vez descriptiva, porque utilizó el método de análisis y buscó caracterizar una situación concreta, señalando sus características y propiedades, como en el caso de esta propuesta que busca dar cuenta de la manera más precisa posible de ese mismo fenómeno.

Fue, además, una investigación de campo, entendida ésta como la que se apoya en informaciones que provienen, entre otras, de entrevistas, cuestionarios y observaciones. En esta investigación se tuvo como elemento clave la entrevista en profundidad, con un grupo de seis profesionales de la comunicación, que tienen como elementos comunes su larga trayectoria en ese campo, el reconocimiento profesional por sus ejecutorias en comunicación y el ser referentes profesionales por sus labores en distintas organizaciones.

Se usó la técnica de la entrevista en profundidad para lograr los testimonios. Ello permitió conocer extensamente los aspectos más relevantes de esa historia por construir. Incluso, fue posible ahondar en detalles valiosos para entender con mayor rigor situaciones concretas de la historia de la comunicación organizacional en Antioquia. Se elaboró una construcción conceptual a partir de la suma de los testimonios de quienes han sido los encargados de promover la presencia de oficinas dedicadas a manejar la comunicación en las organizaciones. El material se organizó cronológicamente por décadas, porque los testimonios de los personajes fueron espontáneamente expresados con esa particularidad, la cual fue evaluada por los investigadores y se consideró pertinente.

Con base en esos testimonios se construyó un escenario teórico que dio cuenta del surgimiento y evolución de la comunicación organizacional en Antioquia, el cual se presenta a continuación.

Resultados

Para entender cómo se va configurando en Antioquia el proceso de surgimiento y evolución de la comunicación organizacional, hay que partir de que antes de la década del 60 no existían oficinas de comunicaciones en las organizaciones; en términos de manejo de la información antes de esa época no había nada formal, el asunto se manejaba con buena voluntad y a punta de intuición. La infor-

mación se manejaba desde la gerencia o desde sus delegados, en ocasiones un administrador, o un abogado o alguien que tuviera facilidades para escribir, que redactaban información para los públicos que lo requirieran.

Realmente la comunicación organizacional tuvo sus orígenes en Antioquia en la década de los 60, cuando confluyeron dos elementos que terminaron siendo muy significativos: uno, surgió la primera escuela de periodismo, en la Universidad de Antioquia, que significó el inicio de la profesionalización en la comunicación; y dos, se presentó un auge empresarial en tanto hubo un fenómeno de industrialización importante, lo que condujo a que en esas nuevas y/o exitosas organizaciones se generara un deseo por desarrollar muchas actividades informativas hacia públicos externos.

En el caso de Antioquia hay datos que ratifican ese auge:

Medellín y el Valle del Aburrá fueron rápidamente el principal centro fabril del país, y sobresalieron por su temprana especialización en el ramo textil (...) la industria antioqueña creció en promedio más que la nacional, en los períodos comprendidos entre 1960-1979 (...) Desde la década del 60 hasta la del 90, la economía antioqueña se caracterizó por disponer de una industria grande y diversificada, que ha representado cerca de 30% del PIB regional¹³.

Academia y gremios

En lo académico, apenas en la década de los años 60 se creó la primera escuela de periodismo, en la Universidad de Antioquia, mediante la ordenanza 26 de octubre de 1960, acogida por el Consejo Superior mediante el acuerdo 4 de diciembre de ese mismo año, que empezó a funcionar en 1961, con el objetivo de formar profesionales para el ejercicio del periodismo. Es decir, los egresados estaban formados con énfasis hacia medios masivos de información, por eso se llamó Escuela de Periodismo.

En 1962 se realizó un curso de dos semanas, organizado por INCOLDA, que contó con la presencia de quien fue el padre de las relaciones públicas en Colombia y además papá del ex presidente Ernesto Samper Pizano: don Andrés Samper Gnecco, que acababa de escribir un libro -editado por Norma- que se llamaba "Relaciones públicas. Qué son y para qué sirven". Vino a Medellín y dictó un seminario durante quince días. Dice el asesor y consultor en comunicaciones Humberto López López que «al terminar dijimos: "si nosotros no seguimos estudiando, el curso no sirve para nada"». Entonces se juntaron cuatro personas y fundaron el Centro de Relaciones Públicas, CERP, en marzo de 1963^a. Esas personas fueron, además de López, Lucía Molina, de Coltejer; la señora Maruja

a Luego se llamaría Círculo Antioqueño de Relaciones Públicas, CARP, hasta 1970 en que pasó a llamarse Sociedad Colombiana de Relaciones Públicas, SOCORP de Antioquia; en 1980 tomó el nombre de CECORP, Centro Colombiano de Relaciones Públicas, designación que aún conserva.

Peláez de Jhonson, de la Biblioteca Pública Piloto, e Inés Tobón de Viana, relacionista de la agencia publicitaria *Luis Viana Echeverri*.

Crece las industrias

¿Qué estaba pasando en la década de los 60? Se presentan desarrollos en el sector secundario, también llamado industrial, que mostró crecimientos en los años 60 y que en el caso de Antioquia implicó pasar definitivamente a la etapa de industrialización, sobre todo porque estructuró procesos relacionados con las exportaciones y la consolidación de las empresas manufactureras y textiles, lo que permitió fortalecer el tejido empresarial. En esa década se intensificó el desplazamiento hacia las ciudades, en gran parte motivado por la violencia en la zona rural, lo que generó un proceso de urbanización, con evidentes consecuencias, como nuevas demandas en vivienda, educación, salud, alimentación y empleos, entre otros, por parte de esos grupos de personas provenientes del campo, que justamente configuraron una mano de obra no calificada.

Los procesos combinados de crecimiento industrial y de urbanización en Colombia durante los años 60, con la consecuente abundancia de mano de obra disponible, generaron una mayor contratación de personal en muchas fábricas e industrias. Muchos de estos nuevos trabajadores, de origen rural, tenían bajos niveles de escolaridad, lo que obligó al gobierno y a las empresas a impulsar la alfabetización.

La comunicadora Beatriz Barrera sostiene que en esa época, “cuando llegué a Medellín encontré una escuela de periodismo, creada por la Asamblea Departamental y algunos periodistas, que tenía como función inicial, su nombre lo indica, que los egresados trabajaran en los medios de comunicación”. Agrega que se presentó “...el desarrollo de una economía en Antioquia, que pasaba de la minería y la arriería a la parte industrial”. Adicionalmente, “empezaban a aparecer no solamente en Cali o en Bogotá, las primeras multinacionales, en Bogotá existía la Universidad Javeriana con un enfoque casi de periodismo eminentemente, pero era teoría de muchas materias; en cambio en Antioquia empezaron a ver que de verdad no se trataba de teoría, sino de aplicar esos conocimientos a partir de lo que se estaba presentando en las empresas antioqueñas”¹⁴.

En esa década empezaron a presentarse fenómenos de innovación en la manera de dirigir las empresas, ya no existían solamente empresas familiares, sino que empezaron los primeros accionistas, había tomas hostiles de las organizaciones, aparecieron los primeros sindicatos, las primeras absorciones, entonces las empresas miraron que había necesidad de presentarse en sociedad, no solamente a través de la publicidad.

Por lo tanto, las empresas comenzaron a vincular a los periodistas de la Escuela -cuyo énfasis era eminentemente operativo en tanto estaban formados para

entender los medios y generar información como reporteros-, para que fueran los encargados de relacionarse con esos medios desde las organizaciones.

Inicialmente, éstas no comprendieron que la comunicación, como política de una institución, tenía que generar procesos, y enfocaron de manera operativa las funciones del comunicador, sobre todo porque lo entendieron como un puente entre la empresa y los medios informativos. Pero dentro de las organizaciones no siempre tenían claro el tipo de profesional que llegaba a hacer su aporte. “Nos confundían con una cantidad de profesiones, comunicación es como filosofía, comunicación es como español o literatura, decían”¹⁵.

Otro testimonio sostiene que “cuando fue mi primer puesto fuera de la universidad, en la Secretaría de Agricultura, estuve reemplazando a una persona que era un agrónomo y el departamento se denominó departamento de divulgación”¹⁶.

Muchas industrias en Antioquia se proyectaron desde esa visión instrumental, aunque fuera inconscientemente, porque realmente apenas se estaba empezando a entender en Antioquia lo que era un comunicador en una organización. Incluso la misma academia apenas a mediados de la década empezó a involucrar el enfoque de comunicación organizacional y de relaciones públicas: en 1965 la Escuela de Periodismo amplió sus objetivos a la formación de profesionales en las ciencias de la comunicación y pasó a llamarse Escuela de Ciencias de la Comunicación, mediante el acuerdo 11 del Consejo Superior.

Al año siguiente, en 1966, se crea el programa de Comunicación Social y Periodismo, de la Universidad Pontificia Bolivariana, que fortaleció la oferta de profesionales en el manejo de la comunicación, que aunque iba a producir periodistas, comenzó a formar profesionales con conocimientos de las ciencias de la comunicación.

De las empresas exitosas en esos años las textileras, sobre todo Coltejer y Enka, en Medellín, y Fabricato, en Bello, fueron las que comprendieron mejor las posibilidades de usar la comunicación como una herramienta de apoyo a su actividad. Ellas tuvieron comunicadores y lograron, mediante una serie de acciones de apoyo a su entorno y a la comunidad en general, generar un reconocimiento como bastiones de la economía regional.

Queda claro que en Antioquia “la comunicación organizacional en un principio fue un trabajo muy reactivo, muy de qué pasa y cómo lo solucionamos”¹⁷.

Relaciones públicas o comunicación organizacional

Como ya se dijo, la labor de los egresados de la Escuela de Periodismo fue entendida por las organizaciones como muy operativa, lo cual posteriormente evolucionaría hacia las actividades de comunicación organizacional; comenzó a consolidarse una corriente, liderada por Humberto López López, que propendió por las relaciones públicas y no por la comunicación organizacional.

Conceptualmente estaba soportada en el libro Biblia de relaciones públicas *Effective public relations*, escrito por Allen Center y por Scott Cutlip, profesores de la Universidad de Wisconsin. “Yo fui alumno de él, de Scott Cutlip, y evidentemente marcó el fruto de eso”, dijo López.

Esta corriente sostenía que las relaciones públicas estaban basadas en tres herramientas: la primera, la gerencia estratégica, la segunda herramienta es la actuación aceptable, que es la parte ética; y la tercera, la comunicación, la herramienta técnico-profesional para poder que la estrategia opere y que la actuación aceptable sea conocida; eso hace que la comunicación sea fundamental. Es una comunicación que habla de una relación pública desde la organización, con públicos específicos, segmentos específicos y lo más discreta posible.

En concepto de López, la comunicación organizacional es la comunicación interna, la de la organización, con sus diferentes actores, el actor proveedor, el actor accionista, el actor trabajador y algunos que involucran inclusive el sector cliente.

Este público por ser muy indefinido lo mantengo como un público externo, esto hace que la comunicación organizacional, para mí, sea la comunicación interna y prueba de ello es que el nombre está desapareciendo: en los últimos ocho años no hay ni un solo libro de comunicación organizacional. Para el gringo comunicación organizacional no hay, hay o periodismo o public relations¹⁸.

Entre los primeros impulsores de la comunicación en Antioquia, hubo otra corriente

... que asumió y propuso el enfoque de la comunicación organizacional desde una concepción de relaciones públicas, pero mal entendida, y que hizo daño, porque era mucho más cortesía y etiqueta que relaciones públicas, era mandar una flor, mandar la tarjetita de felicitación y eso obviamente no se le entrega a un profesional, hoy eso lo hace una secretaria de gerencia. Durante mucho tiempo quedó la idea de que el relacionista era un receptor de gente en el aeropuerto, que conseguía entradas al cine y cosas de esas, luego eso fue cambiando lentamente¹⁹.

Las primeras oficinas que tuvieron la responsabilidad del manejo de la imagen de las principales organizaciones empresariales antioqueñas recibieron el nombre de oficinas de relaciones públicas, y allí se desempeñó

... gente muy valiosa pero empírica, como Arturo Uribe Arango, en Fabricato, un monstruo, quien sin haber pasado por una universidad era un hombre de una cultura asombrosa y fue el creador del desfile de silletteros; Lucía Molina y Francisco Peranci, en Coltejer; la señora Jhonson en la Biblioteca Pública Piloto, Inés Tobón de Viana; y Javier López Velásquez, en Suramericana²⁰.

Por su parte, la comunicación organizacional, que empezó como periodismo en las organizaciones, se inclinó desde el principio por ser parte de la estructura informativa de la empresa hacia públicos externos, pero con énfasis hacia los medios masivos de información.

Pasados los primeros años, un fenómeno ayudó a que la comunicación organizacional comenzara a posicionarse en la región: gremios como la Asociación Nacional de Industriales, ANDI; la Federación Nacional de Comerciantes, FENALCO; y la Asociación Colombiana de Pequeños Industriales, ACOPI, entendieron que era muy importante comunicarles a sus afiliados el trabajo que estaban haciendo y el que pensaban desarrollar. Y como los gremios generaban mucha opinión pública, las empresas afiliadas también comenzaron a ver la importancia de este aporte desde la comunicación organizacional.

Hacia el final de la década, y de cara a los 70, otro testimonio asegura que la comunicación en Antioquia “era una comunicación muy sola, era muy de personajes que la sabían hacer con otros personajes que les ayudaban”²¹.

Los años 70

En Colombia, en los años 60 y 70 las oficinas de comunicaciones funcionaban muy bien y tenían mucha fuerza, sobre todo en Bogotá donde se centraba el poder público, con la particularidad de que esas oficinas tenían énfasis en el trabajo con la prensa.

En Antioquia, hubo hitos, situaciones puntuales que llevaron a pensar en que la comunicación lentamente avanzaba hacia un nuevo estatus, en tanto se vinculaba al desarrollo empresarial. Una de ellas fue el auge del sindicalismo en las empresas, entendido desde el punto de vista del manejo del recurso humano más que desde el ejercicio político, que hizo que las empresas y los empleados vieran en el ejercicio de la comunicación algo supremamente especial para las organizaciones. “Voy a poner el caso de los sindicatos, en los años 70 con uno de los más fuertes en Medellín, el sindicato de Caracol, completamente agresivo. Se dieron cuenta en Caracol de que había necesidad de establecer relaciones con esos sindicatos para negociar y el eje de esa negociación era la comunicación”²².

Como ya se mencionó atrás, las empresas comenzaron a vivir experiencias nuevas en su dirección, porque ya no sólo fueron empresas familiares, sino que empezaron los primeros accionistas, hubo tomas hostiles de las empresas y se presentaron las primeras absorciones, Postobón a Lux, para citar un caso concreto. Entonces, las empresas entendieron que había necesidad de presentarse en sociedad, no solamente a través de la publicidad, sino de otras formas; en el gobierno mismo también, quienes estaban dirigiendo miraron que se requería una comunicación que cultivara unas relaciones tanto internas como externas, una comunicación que trascendiera y que no fuera solamente información para presentar a los periodistas.

Sin embargo, todavía era muy evidente la valoración operativa del comunicador en los 70.

Yo pienso que no fue problema de la profesión, sino de quienes en algún momento la ejercieron con una mirada y con un sentido muy instrumental, muy operativo y muy de medios. Pero cuando las áreas ven que nosotros llegamos con propuestas estratégicas y no con soluciones de la cartilla o del medio, nos miran diferente. Los comunicadores eran mirados como personas que hacían eventos, con todo respeto, sí pensaban, pero tenían un concepto eminentemente hacedor, no tenían el reconocimiento como lo puede tener en este momento una persona que se sabe que está haciendo un manejo de una crisis o un acto de formación organizacional, o alguna otra innovación, el comunicador es tan importante como el abogado, o como cualquiera otro de los profesionales²³.

Lo real era que en muchas empresas el proceso de la comunicación era muy complejo; a pesar de que se consideraba un factor crítico y clave para el desarrollo de las organizaciones había que hacer un debate interno grande y grueso para hacer comprender que se necesitaba orientar la empresa a la comunicación. “En ese momento no teníamos tantas empresas internacionales que nos mostraran y nos enseñaran que la comunicación era realmente la ventaja competitiva, entonces éramos empresas muy paternalistas, éramos empresas muy domésticas, teníamos unas empresas que sabíamos abastecer las necesidades a nuestro consumo interno”²⁴.

Lo académico también fue evolucionando y a la universidad fueron llegando profesores que tenían una visión de una comunicación que trascendía, porque habían viajado más y porque veían que las organizaciones, tanto del sector público como del privado, deberían desarrollar más y mejores procesos comunicacionales.

Empezaron a aparecer las materias que enriquecían las clases con documentos y material que propiciaba una vinculación internacional con CIESPAL, el Centro Internacional de Estudios de Periodismo en América Latina, y entonces pudimos comenzar a aprender que era investigación²⁵.

Faltaba un criterio gerencial y (...) sinceramente había que pedir que la universidad empezara a vincular personas que estuvieran en la realidad, no importaba si fueran empíricos o no²⁶.

Sobre quiénes desempeñaban el papel de comunicadores y relacionistas, algunas empresas tenían realmente comunicadores, en otros casos había de otras profesiones, algunos abogados, filósofos, historiadores, que estaban porque les parecía, en algunos casos, que era una actividad entretenida:

... hay una característica de las oficinas de comunicaciones y es que uno tiene en algunos casos un televisor prendido, el radio igualmente prendido, los periódicos aquí en el escritorio y llega alguien donde uno y dice: «vos si trabajás bien bueno, viendo televisión a las 9:00 de la mañana, tenés un programa de radio y estás leyendo, ¿para eso te pagan?».

Otras personas sí valoraban que la comunicación en parte era tener una opinión pública para uno revisar y para uno estar sopesando y pulsando lo que era; había gente empírica, pero más en el periodismo que en las organizaciones. Esta labor

ha sido desempeñada por muchas personalidades, no por profesionales, o sea, la comunicación ha tenido épocas donde las mismas empresas creían que la comunicación eran relaciones públicas y que las teníamos que entregar en manos de personas que fueran muy reconocidas socialmente y no tanto comunicacionalmente, entonces no era extraño encontrar grandes departamentos de comunicaciones de grandes empresas de este país en manos de personas muy importantes, pero no eran comunicadores²⁷.

La comunicación era muy cosmética, era muy relaciones sociales, más que relaciones públicas. “En Antioquia es con Humberto López que lograron hacer una excelente diferencia, porque las relaciones públicas como tal finalmente lo que construyeron fue una gran relación de las empresas con sus públicos”. En los años 70 la comunicación era o muy incipiente, muy pequeña, muy anexa a departamentos o, por el contrario, estaba en el nivel de *staff* muy al pie de la presidencia, pero acompañando las gestiones y la imagen de los presidentes, más que construyendo formas de comunicación exitosa en el interior de la organización.

“Cuando nace relaciones públicas en Colombia está a nivel de la gerencia, luego lo pasaron al tercer nivel, en este momento ya está recuperando el segundo nivel, pero de todas maneras siempre es *staff*”²⁸.

En esta época se percibe más la diferencia entre comunicación organizacional y relaciones públicas, que ya se había evidenciado como tendencia desde los años 60, y con mayor razón porque comenzaba a entenderse que la presencia del comunicador dentro de la organización iba más allá de ciertas labores más relacionadas con la imagen y lo instrumental.

Hasta que llega la separación de comunicación organizacional y relaciones públicas, que es el primer paso al desaparecimiento de relaciones públicas, entonces, lo fusionan todo en comunicaciones, es más fácil hacer comunicaciones: carteleras, boletín interno, fiesta de la secretaria, de los niños, de la madre, del amor y la amistad; entonces hacen esas cositas y eso les copa el tiempo²⁹.

En los años 70 ya hay comunicadores en las organizaciones, ya se conoce más el sentido de la presencia de este profesional, que de todas maneras está más concentrado en generar medios, con base en el presupuesto que puede gestionar internamente, porque en la mayoría de casos, no lo tiene asignado formalmente. Se tenían

... escasos presupuestos, unos medios de comunicación muy incipientes, y yo digo que era como una labor logística y una gran pasión, pero recursos no había, e inclusive no existían presupuestos, en esa época si quedaba, había con qué, o simplemente los presupuestos se manejaban de una manera muy a dedo, no había una construcción fina, formal, sería de presupuesto; pero es que la comunicación era así, la comunicación era un soporte, la comunicación no era un pilar, entonces como soporte se manejaba igual que en el resto de los procesos. Teníamos un boletín institucional que se encargaba de todo, de lo externo, de lo interno, de lo interinstitucional, o sea, éramos muy escasos en medios, entonces esos medios

tenían que cumplir muchas funciones al mismo tiempo y algunas organizaciones que tenían un poquito más de recursos podían contar con un boletín externo y otro interno, éramos capaces de volver un boletín, la única herramienta informativa y formativa que existía en la organización³⁰.

Como medios internos empezamos por un medio escrito, que hoy tiene el nombre de Alma Máter, yo hice los primeros, eran unos boletincitos, unos informes que circulaban por toda la Universidad; también soy la mamá del Informador Comfama, tiene aproximadamente 30 años³¹.

Hay un caso hacia finales de los 70 y principios de los 80 que se convirtió en paradigmático, porque mostró la capacidad de los comunicadores y el papel que podrían jugar en una organización: fue el caso de la crisis de la textilera Fabricato, que contaba con comunicadores organizacionales en su estructura, los cuales, mediante el diseño de estrategias de comunicación coadyuvaron a superar la crisis.

Los 80: cambios acelerados

Con la llegada de la década de los 80 empieza el auge de la industria, del comercio, del sector bancario, y todas esas organizaciones sienten la necesidad de que lo que se hace en la empresa se dé a conocer públicamente, y esto crea las condiciones para que empiecen a tomar mayor fuerza los departamentos de comunicaciones en las empresas. Es decir, el auge económico, esta vez de los sectores secundarios y terciarios, favoreció un nuevo impulso al desarrollo de la comunicación organizacional en Antioquia.

Y a propósito: ¿cuál era el panorama de los departamentos de comunicación organizacional en esos años?

A principios de los 80, la comunicación organizacional era un área muy aislada del resto de la organización, eran departamentos que dependían de la presidencia y que en tal sentido parecían trabajar para la presidencia y no para la organización: las áreas se encargaban de hacerle las relaciones públicas al alto directivo; a su vez las áreas de comunicaciones hacían su labor a través de programas como los buzones de sugerencias, carteleras, comités editoriales para los boletines, que permitían que esa comunicación ascendiera de la base de las organizaciones a las presidencias.

En muchos de esos departamentos primaba el enfoque de relaciones públicas, o sea, de relacionarse con esos públicos, llámense periodísticos, inversionistas, sector oficial, u otros, con los que la empresa privada necesita mantener una comunicación para poder decirles qué hace, cómo lo hace y con qué lo hace. Entonces los departamentos de comunicaciones responden a esas necesidades del entorno, las necesidades de contarle a la gente quiénes son, también quiénes son las personas que estás detrás de esas empresas, qué están haciendo y cómo lo están haciendo, ahí se enmarca esa fuerza grande del para qué, y el sentido de la comunicación y del departamento de comunicaciones de las organizaciones.

En los ochenta, nuestras empresas eran muy tímidas en el manejo de la comunicación, manejaban la comunicación más desde el punto de vista táctico que desde el punto de vista estratégico y era la comunicación más considerada como un apoyo a la parte de procesos de promoción y de publicidad y de relaciones públicas, más que de un proceso comunicacional interno y externo; las organizaciones nuestras eran muy conservadoras, eran instituciones muy destinadas a que la producción fuera suficiente para sostener esas organizaciones, entonces así de esa misma manera la comunicación era una comunicación tímida, conservadora, era una comunicación de alguna manera triste, no era tan fluida³².

También en los ochenta se trabajó mucho en Medellín ser la ciudad de los certámenes y los eventos, le decían «la ciudad de los congresos». Ya en 1978 había realizado con éxito los Juegos Centroamericanos y del Caribe; y en los ochenta realizó multitud de eventos nacionales e internacionales, se revivió la Feria de las Flores y en general, “se lograron generar productos tan buenos que otras ciudades del país venían y miraban, e incluso copiaban, lo que de los eventos se hacía en Medellín”³³.

En el transcurso de la década, la comunicación en las empresas se fue profesionalizando, se fue evidenciando que se iban separando las personas que eran comunicadoras de las que no eran comunicadoras y que manejaban procesos comunicacionales; “entonces se fue evidenciando que el conocimiento finalmente fue la forma que nos fue separando y que nos fue llevando a que las empresas contaran con profesionales de la comunicación”³⁴.

La estructura de esas oficinas de comunicación era muy sencilla: una persona responsable y un auxiliar, en la mayoría de los casos, que respondían por las comunicaciones de la organización. “En ese inicio era como Ortega y Gasset, mi secretaria y yo, o sea, no había un departamento muy grande, muy creado, de pronto lo había en 3 ó 4 empresas de Medellín, pero de resto era un departamento de comunicaciones con básicamente una secretaria y el comunicador; en otras organizaciones ya se veía un poquito más, tres o cuatro personas”³⁵.

“¿Y cuántos son en comunicaciones?, somos dos: el kilométrico y yo; esas eran las estructuras de comunicaciones. Una comunicadora con un computador y empuje a hacer contacto con los medios, ya después nos pasamos a otra estructura de comunicaciones”³⁶.

La institución que se salía de esta norma era el SENA, donde “había una estructura, un departamento de comunicaciones muy bien fundamentado, con diseñadores, donde había la posibilidad de que una sola persona se dedicara a la parte del manejo con medios, donde había personas que se encargaban de los recintos, personas que se encargaban de la parte de la señalización”³⁷. Aparte del SENA, empresas como Cadenalco, Comfama y Empresas Públicas tenían una estructura de comunicaciones fortalecida.

Las herramientas más usuales eran los boletines de prensa, que estaban en pleno furor, también las carteleras que no se despreciaban en ningún momento;

el video era un poco difícil de empezar a hacerlo en los años 80, de pronto las reuniones. Se trabajaba una comunicación más masiva, más para los medios de información, para tener opinión pública y menos hacia el interior.

La efectividad del trabajo del comunicador en las organizaciones, con relación a los medios masivos de información, estaba en los centímetros-columna publicados; éste era uno de los pocos indicadores que se implementaron inicialmente, porque se pensaba que las labores de un comunicador eran muy difíciles de medir. Se era un buen comunicador si se salía en los medios, a través del boletín de prensa, sobre todo en los medios impresos, o sea, era una cuestión mediática, de medios, externa, no de profundidad.

Es en la década del 80 cuando comienzan a madurar las primeras fases de dos fenómenos que permitirán que en los años 90 la comunicación tenga una más plena aceptación: uno, en las organizaciones fueron entendiendo que tan importante era el público interno como el externo, se fue empezando a entender que con un público interno como la familia del empleado, como el empleado mismo, como el sindicato, había que hacer un trabajo; también con el proveedor, con los vecinos, porque eran públicos muy importantes de una organización, el público medios era muy importante, pero eso no significaba que fuera el único; dos, las nuevas corrientes de la administración, que involucraban conceptos como la planeación estratégica con la consecuente búsqueda del logro de objetivos e instauración de procesos y responsabilidades muy claros, hicieron que las empresas comenzaran a trabajar bajo conceptos en los cuales los comunicadores tuvieron alta participación, como en los procesos de capacitación a los empleados en las nuevas filosofías administrativas y en sus componentes, y en liderar programas para aumentar el sentido de pertenencia y fortalecer el ambiente de trabajo en la organización, todo ello con formatos de medición. Había que comenzar a hablarles a los públicos de misión, visión, valores, ayudar a crear conceptos acerca de los procesos en los que cada público participaba, y a entender que prácticamente todo lo que acontecía dentro de una organización podría ser una oportunidad para fortalecer algunos de los procesos.

Empezamos a mirar que había que hacer reuniones y eso era un medio, encontramos que había que hacer ese trabajo de gerencia de puertas abiertas una tarde de la semana para que los empleados pudieran estar allá, entendimos que a través de los eventos proyectábamos la institución, se entendió que los actos sociales no eran que la gente tomara trago, o el desayuno de trabajo no era para que la gente fuera a desayunar, sino medios para lograr un fin, empezamos a descubrir que había una cantidad de elementos que nos permitían decir que por aquí es por donde tenemos que lograr que haya un posicionamiento de los diferentes públicos de la organización³⁸.

Se fue viendo que era muy importante ser proactivos, había que generar ideas, y fue calando entre algunas personas de los altos niveles de la organización que

la comunicación era importante y que había que darle un carácter de política, no como departamento; comenzaron a valorar, gracias al influjo de la planeación estratégica, que si hay una política desde la dirección de la empresa para que la comunicación funcione, las demás dependencias van a funcionar. “Se empezó a entender que la comunicación funciona cuando todo el mundo cree en el concepto de comunicación; ahí es adonde uno tiene que llegar, a que realmente en la organización todo el mundo vuelva común, comuniqué, que todo el mundo sepa en la medida de sus posibilidades lo que es la organización”³⁹.

También en esta década se presenta una circunstancia cíclica particular, y es la realimentación que se da entre los dos campos laborales consolidados durante la evolución de la disciplina: comunicadores y periodistas, es decir, las dos caras de la profesión. Circunstancia cíclica porque ese fenómeno se presentó inicialmente hacia los años 60 y 70 entre los profesores de los programas de comunicación y periodismo de las dos universidades de la ciudad que los contemplaban dentro de su oferta educativa, y los alumnos que salían al mundo laboral, ya que era usual que aquéllos los acompañaran y asesoraran en sus labores.

Los docentes eran quienes resolvían las dudas de los nuevos profesionales, y quienes les orientaban en sus inicios, porque la comunicación organizacional apenas estaba en proceso de llegar y consolidarse, y muchos asuntos estaban sin resolver en las organizaciones. Luego fueron los colegas, empíricos y profesionales, quienes ayudaron a las siguientes generaciones de comunicadores a afrontar el desafío de trabajar en una disciplina que generaba aún dudas en las organizaciones por su relativa juventud.

En los 80 resurge el fenómeno de la retroalimentación.

Una situación muy particular empezamos a vivir comunicadores y periodistas, que nos empezamos a encontrar, pero aunque ambos nos necesitábamos, no estábamos por el carril que era, los comunicadores pensábamos que estábamos haciendo bien el trabajo con lo colegas periodistas, y dijimos: sentémonos y miremos en qué nos podemos ayudar; y nos sentábamos a decirnos: «hombre, los boletines de prensa no tienen sentido de esta manera», y alguien nos decía en 10 minutos, desde la orilla del periodismo, que nos estábamos equivocando, que no estábamos valorando la noticia como era, que no estábamos manejando el concepto de actualidad como era⁴⁰.

{Adelantándonos un poco, también hubo algunos intentos en los noventa; en la primera década del siglo XXI ese espacio se ha tratado de retomar y de fortalecer desde CECORP; a lo cual nos referiremos más adelante}.

Los años 90: comunicación transversal y estratégica

En la Colombia de los años 90 hay un país en plena transición: una transición política, porque comienza a gestarse una reforma constitucional que cristalizará en la Constitución de 1991; se está en plena lucha entre el Estado y el poder del

narcotráfico; y las empresas empiezan a tener una dinámica particular especial, porque están haciendo tránsito de un modelo proteccionista a uno propuesto desde el neoliberalismo: la apertura económica.

En los noventa se presentan varios fenómenos que van a permitir que la comunicación organizacional adquiera definitivamente estatus en las organizaciones. Se evidencia una

... gran evolución en las empresas, empezamos a mirar la comunicación como parte de la comunicación interna y vemos que muchas de las empresas empiezan con un gran auge, digámoslo así, por globalización, por internacionalización, por nuevos mercados, por la búsqueda de nuevos consumidores con necesidades y expectativas diferentes que nos llevan a que la comunicación empiece a dar un paso importante dentro de las empresas, y es que pasa a ser ya no un área solamente de apoyo en la parte promocional y publicitaria, sino que ya es un gran soporte y apoyo en la parte de relaciones internas en la organización, en el manejo de públicos externos y en el manejo de las imágenes de la organización⁴¹.

Otro asunto significativo alrededor de la comunicación fue la forma como en el nuevo contexto cambió el consumidor final, porque debido a la internacionalización de la economía, las empresas tenían que competir con empresas extranjeras mucho mejores porque estaban más preparadas para esos mercados. “Teníamos que compartir un cliente con unas expectativas y unas exigencias grandísimas, un usuario que tenía a un clic un mundo en sus manos, y que nos obligaron a las empresas a modernizarnos, donde la única opción básicamente era la comunicación, tanto interna como externamente”⁴².

Se mezclan entonces asuntos como la competitividad, la globalización y la tecnología en las organizaciones, que obligan a que las personas tengan que permanecer más tiempo juntas y más unidas, con un objetivo final, gracias al establecimiento de una misión, de una visión, de una plataforma estratégica que no existía en las organizaciones y que obligó a repensar las empresas.

A principios de esta década en el sector comercial la única empresa que tenía departamento de comunicaciones era Cadenalco, con cuatro comunicadores profesionales, tres practicantes, dos secretarías, e incluso con un área de televisión exclusiva para sus necesidades profesionales; Almacenes Éxito apenas comenzaba a estructurar su oficina de comunicaciones; de las cajas de compensación, Comfama sí había tenido una trayectoria muy grande en cuanto a estructura de comunicaciones, pero Comfenalco, por ejemplo, tenía apenas un comunicador y un asistente; en algunas empresas tenían un estudiante de práctica. O sea, la plantilla en los departamentos de comunicaciones más grandes eran cuatro personas. Incluso hoy, en muchos casos, la plantilla la conforman un jefe, un asistente, un estudiante de práctica y su secretaria.

En el transcurso de la década comienza a percibirse un vuelco: comienzan a verse las comunicaciones como áreas integradas a los otros departamentos, se está

haciendo evidencia de su capacidad de transversalidad; entonces dentro de las organizaciones empiezan a contar con las oficinas de comunicaciones como sus aliados estratégicos, por las necesidades generadas desde la planeación estratégica. Empiezan a trabajar conjuntamente diversas áreas, para construirles sentido, los procesos de inducción, de reinducción, los rituales corporativos y otro tipo de procesos, porque detrás de cada uno debe haber una transmisión de valores y de la filosofía de la organización

Entonces la comunicación organizacional es mirada no solamente como la que hace publicaciones o contrata los servicios que necesita para fiestas y celebraciones, sino como el apoyo para vigorizar la cultura organizacional. “Entonces esa metamorfosis que se da permite que las áreas de Comunicaciones se integren y permeen toda la organización y es cuando comenzamos a ver y a afirmar que es un proceso transversal que se mueve en todas las áreas, ascendente y descendente, para poder construir sentidos comunes dentro de todas las esferas de la organización”⁴³.

Ya la comunicación organizacional ha alcanzado un estatus importante dentro de las empresas y organizaciones en Antioquia, porque ya se entiende como un aliado estratégico con el cual se debe contar. La comunicación organizacional está pasando de ser un apoyo, y de ser un soporte, a ser un pilar, lo cual tiene un sentido mucho más profundo y significativo para una disciplina que está buscando instalarse definitivamente en el imaginario de las organizaciones. También hubo algunas expresiones de colegaje en estos años, que tenían su momento de efervescencia, pero también de declive.

Nosotros hacíamos lo que llamábamos unas especies de laboratorios de comunicaciones, una puesta en común de buenas prácticas y malas prácticas; teníamos un grupo de más o menos ocho comunicadores que con cierta periodicidad nos reuníamos a decir: «nos pasó esto, lo manejamos así, ustedes, ¿qué opinan?», o al contrario, en el caso de las fusiones, para hablar de una situación concreta. Existía mucho colegaje, nos compartíamos muchas experiencias, pero con el paso del tiempo y la reducción a veces de recursos, la reducción de las áreas de comunicaciones, esa disciplina de estar estudiando, de estar compartiéndonos, se fue perdiendo⁴⁴.

A principios del siglo XXI

El gran logro de este siglo ha sido que la comunicación organizacional se convirtió en el factor crítico de éxito: las empresas grandes y las que han realmente crecido en toda su magnitud, en toda su extensión y han consolidado imágenes excelentes en el ámbito internacional, son empresas que han visto la comunicación como una gran fortaleza en el interior y hacia el exterior de la organización.

Hoy no se conciben empresas como Bancolombia, EPM, ISA, Almacenes Éxito, Comfama, Comfenalco, los principales municipios y la Gobernación de Antioquia, por mencionar unas cuantas, sin un sólido equipo de comunicado-

res organizacionales que ayude a definir unas políticas, estrategias y tácticas de comunicación. Todo ello fue un proceso de maduración lenta hasta llegar a hoy, cuando se ven unos departamentos de comunicación “hermosamente diseñados con todas las aristas que abastecen desde eso que se requiere en las organizaciones hasta esa parte estratégica para poder tomar decisiones”⁴⁵.

Incluso, los medios, que en su momento se consideraron una expresión de limitación en el ejercicio de la disciplina, se entienden en otra dimensión: “los medios hoy en día son soportes de la estrategia de la comunicación, son herramientas, son formas a través de las cuales nosotros podemos ejecutar y lograr objetivos”⁴⁶. Sobre los medios hay un concepto para tener en cuenta:

... realmente la estructura de la comunicación organizacional hoy está en la estrategia, o sea en cómo logramos diseñar una decisión de comunicaciones que haga exitosa la empresa en el momento en que esté viviendo, esa es la clave de la comunicación hoy; acompañar las grandes decisiones de las empresas para que logre la competitividad y el crecimiento que se exige hoy en día, entonces los medios son formas, herramientas que nos ayudan a ajustarnos a lograr esos objetivos con más rapidez, a adquirir los alcances, a lograr esos alcances con las velocidades que nos exige el consumidor, pero realmente los medios uno ya los mira es más como soporte, la estrategia en sí es la construcción de la dinámica organizacional⁴⁷.

El comunicador organizacional ya no es visto en muchas empresas como el simple hacedor de medios, sino como un profesional que también puede elaborar y apoyar las estrategias; por eso, hoy hay muchos comunicadores trabajando en mercadeo, en áreas de gestión humana, en capacitación, en formación, en liderazgo. Entonces, no es lo operativo, esto siempre lo han hecho los comunicadores y no está mal que lo hagan, el problema es quedarse en ello. “Hay que hacer procesos operativos, las tendremos que seguir haciendo, entre más comunicadores existan en el mercado dispuestos a hacer lo que sea con tal de que les den trabajo, va a seguir sucediendo, pero la estrategia nuestra es no quedarnos ahí y proponer cosas diferentes a lo meramente operativo”⁴⁸.

Y hay un elemento que se consolida dentro de la nueva realidad de la comunicación organizacional: son los indicadores de gestión, cuya ausencia en las primeras décadas de la comunicación organizacional fue una de las razones que más demoró la valoración de los departamentos de comunicación. Medición se viene a tener en los últimos diez o quince años, desde que nace la planeación estratégica en las organizaciones con el concepto de misión, de visión, de calidad, de orientación hacia la producción de procesos. “Empezamos nosotros a mirar la comunicación como posibilidad de ser medida, porque antes éramos solamente soportes, éramos áreas de apoyo, donde realmente los indicadores se los llevaban las demás áreas, nosotros no nos medíamos”⁴⁹.

En los últimos años se encuentran organizaciones medidas con indicadores propios de efectividad de la comunicación, de manejo de la educación interna en

las organizaciones, de proyección de imagen. Siempre se había tenido la creencia que por involucrar la comunicación unos procesos intangibles, que estaban más en la gente, era muy difícil medirla, entonces al principio no se tenían indicadores de impacto, sino indicadores de gestión. O sea, se medía inicialmente si se habían cumplido unas metas en cuanto al número de medios que se debían producir en un año, si se había cumplido el presupuesto asignado en el año, si se había cumplido determinado número de inauguraciones, si se había organizado determinado número de rituales corporativos; inicialmente lo que se midió fue la gestión, las ejecuciones de comunicaciones, los productos de comunicación; era una medición muy cuantitativa, muy de actividades programadas frente a actividades ejecutadas, no se medían realmente los grandes efectos y de los grandes impactos que tenían las estrategias de comunicación, como sí se hace ahora.

Se empezó a entender que también se podía medir el impacto, a través de encuestas e investigaciones de campo, y entonces se empezaron a construir indicadores de impacto a partir de percepciones de la gente frente a atributos y contenidos que se transmitían a través de los medios de comunicación. “Eso es lo que algunos hemos llamado la auditoría de la comunicación interna y la auditoría de la comunicación externa. La auditoría de la comunicación interna se enfocó en tres acciones fundamentales de la organización: lo que es la organización, lo que piensa la organización de ella misma y de su entorno y lo que hace la organización”⁵⁰.

Hay un aspecto muy importante en las organizaciones y en los comunicadores organizacionales, sobre si se deben tener planes de comunicación o planes de medios.

Existe una gran diferencia entre tener planes de comunicación y planes de medios, y uno se la puede jugar por una de las dos; siento que el ideal es tener planes de comunicación donde esté, primero, tipificado un perfil muy claro del público al que vas a dirigirte, en segundo lugar, esas personas, además de cómo son ellas, ¿cómo reciben los medios de comunicación?, y es lo que en mercadeo se llama “consumo de medios”; y los objetivos que yo quiero lograr; ya teniendo claro esas tres cosas, ahí sí vengo a plantear las estrategias y las estrategias se tienen que convertir en tácticas, ese paso a paso para lograr lo que yo quiero conseguir; y en ese proceso táctico entran los medios de comunicación, internos o externos, ahí está la diferencia de un plan de medios y de un plan de comunicaciones⁵¹.

El trabajo de comunicaciones tiene esos dos componentes: uno estratégico y otro mediato; mientras los seres humanos se comuniquen a través de los medios escritos, auditivos y audiovisuales, todo programa de comunicaciones terminará llegando a la necesidad de producir unos medios; entonces se tienen unos medios de comunicación para manifestar lo que piensa y está haciendo la organización.

Algunos logros que se visualizan hoy de la comunicación organizacional, aparte de propiciar un mejor aprovechamiento de las potencialidades comunicativas de una organización, son: haber apoyado procesos relacionados con la respon-

sabilidad social empresarial; ayudar a hacer empresa, construir disciplina, construir procesos, apoyar procesos de certificación y de cualificación de las empresas, aprender con las empresas a construir posicionamiento, a construir todo un concepto y un modelo de cultura organizacional interna. Esos han sido aportes inmensos que han hecho que las organizaciones de hoy puedan ser en Antioquia realmente estratégicas y competitivas. Además, consolidar la comunicación como esa disciplina que finalmente terminó haciendo confluir todas las demás profesiones en esa gran estructura de empresa que se llama misión.

Conclusiones

Los factores externos tienen una enorme incidencia en los procesos relacionados con el avance o parálisis de la comunicación organizacional, en la medida en que condicionan su desarrollo o estancamiento. El carácter operativo de la comunicación organizacional en sus inicios en Antioquia estuvo marcado en parte por el enfoque en la formación que tuvieron las universidades que iniciaron los pregrados en periodismo, primero con un énfasis muy de medios, es decir, formados para el periodismo, aunque luego comenzaron a involucrar algunos conceptos desde una concepción un poco más amplia: las ciencias de la comunicación; y en parte por los requerimientos de las organizaciones que buscaban fortalecer su acercamiento a los medios masivos de información, y entonces aprovecharon ese perfil hacia medios de los nuevos profesionales.

Como actividad dentro de las empresas, la comunicación organizacional ha evolucionado, ha pasado por tres momentos:

- Primero fue un apoyo, en tanto la labor principal era generar un instrumento específico, sobre todo boletín de prensa, y eventualmente cartelera o cartas, que permitiera a la organización establecer un puente con el periodista de los medios masivos, ya fuera empírico o profesional, con el objetivo de figurar dentro del conjunto de noticias publicadas y llegar de esta manera a los grandes públicos, para darles a conocer sus logros y éxitos empresariales; era esencialmente una labor de difusión hacia afuera.
- Segundo, se volvió un soporte, en la medida en que fue posicionándose como un área más dentro de las organizaciones, que trabajaba los conceptos de comunicación externa, pero también los de comunicación interna, es decir, contribuía con otras áreas de la empresa y les prestaba colaboración para sus eventos y actividades en general; adicionalmente, comenzó a generar sus propios eventos para fortalecer la vivencia interna, como días clásicos, por ejemplo.
- Y tercero, se volvió pilar gracias al nuevo escenario propiciado por la planeación estratégica, cuando la comunicación organizacional se convirtió en un área verdaderamente estratégica, es decir, indispensable e importante para el logro de los objetivos principales de la organización; cuyas actividades están atadas a políticas de la institución y su impacto es consecuencia del trabajo de toda la organización desde distintas vertientes; en otras palabras, en la organización entendida como un sistema armónico

y sintonizado a gran escala, la comunicación organizacional es un elemento indispensable para el éxito de la organización.

En lo corrido del siglo XXI, la comunicación es entendida como un factor crítico de éxito de una organización, es decir, hoy no se concibe una empresa exitosa sin el componente comunicacional involucrado como elemento esencial. Los altos niveles de competencia del mercado y la necesidad de estrategias para responder ante ellos, la búsqueda de nuevos mercados con las consecuentes exigencias de conocer y definir nuevos públicos, la llegada permanente de novedades tecnológicas, el carácter cambiante del consumidor, mucho más informado y por tanto más exigente; la necesidad de mantener motivados y capacitados a los empleados, los nuevos desafíos que entrañan los ciclos económicos de crisis y prosperidad para las organizaciones en términos de ajustes de precios y de planta de personal, entre otros fenómenos, obligan a las organizaciones a involucrar la comunicación organizacional en muchas de las decisiones alrededor de los temas citados. Porque desde la comunicación se pueden generar muchas dinámicas exitosas para organizaciones necesitadas de decisiones acertadas. Para competir hoy hay que contar con la comunicación dentro de la organización.

Desde los primeros años ha habido una tendencia entre los profesionales de la comunicación y el periodismo a establecer buenas relaciones con sus colegas, lo que ha propiciado intercambios de opiniones y de experiencias en espacios de discusión y de puesta en común de vivencias, creados por el deseo de compartir y mejorar desde los aportes de los otros que están viviendo procesos más o menos similares en las empresas de la región. Se ha considerado que la puesta en común de experiencias puede facilitar resolver problemas que otros tengan o dar ideas con el mismo fin. Lo que es característico de este proceso es que vive un momento de euforia que después declina, prácticamente desaparece, y a los pocos años reaparece. Hay procesos de encuentros de colegas en cada la mayoría de las décadas estudiadas y testimonios de su posterior decadencia, aunque en la actualidad hay un gremio, CECORP, que ha tratado de mantener vigente ese deseo de compartir sus experiencias que esporádicamente expresan los comunicadores organizacionales.

La comunicación organizacional también ha evolucionado en la manera en como ha medido sus actividades, partiendo desde mediciones muy artesanales hasta llegar a unos indicadores de impacto. Desde los primeros tiempos de los comunicadores en las organizaciones se ha utilizado el total de centímetros columna publicado en los medios como indicador de la efectividad de un comunicador; indicador que nace del carácter operativo e instrumental de sus actividades enfocadas inicialmente a generar noticias de las empresas en los medios masivos de información. Luego se llegó a los indicadores de gestión, que mostraban si se había cumplido con la ejecución del presupuesto, con el número de eventos, publicaciones y en general productos y actividades de comunicación programados para un

determinado período. Estos dos primeros tipos de indicadores tenían un carácter muy cuantitativo. Y luego viene la otra fase, la de los indicadores de impacto de las estrategias de comunicación, basados en las percepciones de los públicos frente a los atributos y contenidos que se transmiten a través de los distintos medios.

La actividad profesional del comunicador organizacional ha ido ganando posicionamiento dentro de las empresas, en la medida en que se ha justificado su presencia dentro de la estructura de la organización. El que en sus inicios fue un profesional al que confundían con un experto en español, o en filosofía, o en literatura o quizás en historia, actualmente es un comunicador profesional que puede desempeñarse en diversas áreas de la organización –comunicación interna y/o externa, mercadeo, gestión humana- y ser partícipe de los grandes procesos de decisión en las organizaciones.

Referencias bibliográficas

1. BONILLA G., Carlos. La comunicación. Función básica de las relaciones públicas. México D. F.: Editorial Trillas, 2001, Pág. 46 - 47
2. BARAN, Stanley e HIDALGO, Jorge. Comunicación masiva en Hispanoamérica. 3ª edición. México: Ed. McGraw-Hill, 2005. Pág. 521
3. *Ibíd.*, p. 51
4. *Ibíd.*, p. 51
5. *Ibíd.*, p. 51
6. BARAN e HIDALGO, op. cit., p. 523
7. LÓPEZ LÓPEZ, Humberto. La enseñanza de las relaciones públicas. Medellín: Editorial Gran América, 1971. Pág. 9
8. MOLLEDA M., Juan Carlos. Analogía de las corrientes de relaciones públicas en América Latina. En: Revista Anagramas, No. 1. Medellín, octubre de 2002. Pág. 22
9. JABLIN, F. M. Estudio de la comunicación organizacional. Su evolución y su futuro. En FERNÁNDEZ COLLADO, C. y DAHNKE, G. L. La comunicación humana. Ciencia Social. México: Ed. McGraw-Hill. 1988. Pág. 111-142
10. FERNÁNDEZ COLLADO, C. La comunicación humana en el mundo contemporáneo. 2ª edición. México: Ed. McGraw-Hill. 2001. Pág. 109
11. *Ibíd.*, p. 118
12. *Ibídem*
13. <http://www.sospaisa.com/Medell%C3%ADn/HistoriadeMedell%C3%ADn.aspx> (Consultado el 15 de septiembre de 2010)
14. BARRERA DE VELASCO, Beatriz. Entrevista el 18 de octubre de 2008
15. ÁLVAREZ LOZANO, Javier. Entrevista el 17 de mayo de 2008.
16. BARRERA, Beatriz, *Ibíd.*
17. TAMAYO, Jenny. Entrevista el 26 de abril de 2008

18. LÓPEZ LÓPEZ, Humberto. Entrevista el 9 de agosto de 2008
19. *Ibidem*
20. *Ibidem*.
21. TAMAYO, *Ibid*.
22. BARRERA, *Ibid*.
23. ÁLVAREZ, *Ibid*.
24. ARDILA, Solángel. Entrevista el 18 de junio de 2008
25. MEJÍA, María Victoria. Entrevista el 2 de junio de 2008
26. TAMAYO, *Ibid*.
27. ÁLVAREZ, Javier, *Ibid*.
28. LÓPEZ, *Ibid*.
29. *Ibid*.
30. MEJÍA, *Ibid*.
31. BARRERA, *Ibid*.
32. ARDILA, *Ibid*.
33. ÁLVAREZ, *Ibid*.
34. TAMAYO, *Ibid*.
35. ÁLVAREZ, *Ibid*.
36. TAMAYO, *Ibid*.
37. ÁLVAREZ, *Ibid*.
38. TAMAYO, *Ibid*.
39. ÁLVAREZ, *Ibid*.
40. *Ibidem*
41. ARDILA, *Ibid*.
42. TAMAYO, *Ibid*.
43. TAMAYO, *íbid*
44. *Ibidem*
45. *Ibidem*
46. *Ibidem*.
47. ARDILA, *Ibid*.
48. TAMAYO, *Ibid*.
49. ARDILA, *Ibid*.
50. TAMAYO, *Ibid*.
51. ARDILA, *Ibid*.

La relaciones entre empresas y medios de comunicación ¿cómo se gestiona la información?

Diego Alonso Sánchez Sánchez*.
Jhon Jaime Osorio Osorio**

Resumen

Introducción. Las relaciones con los medios se han convertido en una prioridad para las organizaciones públicas y privadas de hoy. Por un lado, porque reconocen en la prensa el poder para construir la imagen y proyectar la identidad corporativa. Por el otro, por la necesidad actual de responder a la exigencia de todos los públicos, de dar a conocer lo que hace y cómo lo hace cada empresa. En esa perspectiva, el siguiente artículo constituye el informe final de un proyecto de investigación que buscó analizar cómo es la relación entre las empresas y los medios de comunicación de Medellín, cómo se gestiona la información entre ellas. **Objetivo.** Identificar las estrategias que emplean las organizaciones y los medios masivos de comunicación para establecer una relación productiva para ambos desde el punto de vista informativo. **Materiales y métodos.** Se hizo un estudio descriptivo mediante la utilización de encuestas y entrevistas en profundidad a los profesionales de las organizaciones, encargados de diseñar las estrategias para las relaciones con los medios. **Resultados.** Los boletines y las ruedas de prensa son los medios preferidos de los comunicadores y de los propios periodistas, como fuentes de información permanente y expedita. **Conclusión.** Para las organizaciones actuales, las relaciones con los medios hoy son consideradas parte integral de la estrategia corporativa.

* Comunicador Social-Periodista, especialista en Mercadeo, candidato a magister en Comunicación Organizacional.

** Comunicador Social-Periodista, especialista en Periodismo Investigativo, magister en Educación, candidato a magister en Literatura Colombiana

Relationships between companies and mass media: ¿how is information managed?

Abstract

Introduction. Relationships with the media have become a priority in public and private organizations nowadays. On one hand, this is due to the fact that organizations recognize the power the press has to build the image and project the corporate identity. On the other hand, due to the current necessity of responding the demands all stakeholders have concerning the knowledge they require about all of the organization's activities and how they are done. From the latter perspective, this article is the final brief of a research project that aimed to analyze how the relationship between companies and mass media from Medellín is, and how the information between them is managed. **Objective.** To identify the strategies used by organizations and mass media to establish a productive relationship for both of them from an informative point of view. **Materials and methods.** A descriptive study was made, by the use of surveys and in-depth interviews to the professionals in charge of the strategies for the relationships with mass media. **Results.** Press releases and press conferences are the most used and preferred methods for permanent and rapid information by communications managers and journalists. **Conclusion.** For current organizations, the relationships with mass media are an integral part of the corporate strategy.

Introducción

Los medios masivos de comunicación ejercen una permanente y muy importante influencia en el proceso de formación, mantenimiento y proyección de la imagen de cualquier empresa u organización. A través de sus mensajes cotidianos, influyen notablemente en las percepciones de los consumidores y de las personas encargadas de tomar decisiones en la sociedad. De allí que sean considerados como los grandes creadores de corrientes y modeladores de la opinión pública, además de influenciadores de la agenda pública.

Por todo lo anterior, en la gestión de los asuntos públicos y en el cuidado de la imagen corporativa de cualquier empresa u organización, resulta imperativo diseñar estrategias que permitan cultivar y mantener una buena relación con los medios masivos de comunicación que, dicho sea de paso, no se construye de la noche a la mañana, se edifica en el tiempo y se basa en una colaboración mutua entre los comunicadores de las empresas y los periodistas de los medios.

Los empresarios y dirigentes gremiales necesitan acceder a los medios de comunicación para generar un clima de opinión pública favorable a sus demandas

e intereses, e influir en autoridades, parlamentarios, líderes de opinión y en el ciudadano común. A la vez, los medios de comunicación requieren que las empresas y los directivos de éstas se conviertan en fuentes informativas confiables, productivas y transparentes.

Para las organizaciones de hoy, construir y sostener unas buenas relaciones con los medios se ha convertido en parte esencial de su estrategia corporativa, no solo para proyectar su identidad sino, además, para construir su imagen corporativa. Y para hacerlo, los boletines de prensa y las ruedas de prensa constituyen las herramientas preferidas por los comunicadores y por los periodistas para el intercambio permanente de información.

Materiales y métodos

La presente investigación da cuenta de cómo se gestiona la información entre los medios masivos y las organizaciones públicas y privadas de Medellín. Se trata de un estudio descriptivo para el que se utilizaron instrumentos cuantitativos y cualitativos, representados en 50 encuestas a comunicadores de empresas y 50 a periodistas de medios masivos, además de cuatro entrevistas en profundidad, dos a comunicadores organizacionales y dos a profesionales del periodismo. Para la interpretación de las entrevistas en profundidad, se empleó el método de análisis de contenido propuesto por Klaus Krippendorff.

Para la selección de la muestra de organizaciones y medios de comunicación a analizar, se tuvieron en cuenta tanto criterios geográficos (la ciudad de Medellín), como de índole práctica (empresas con departamentos u oficinas de comunicación, con posibilidad de acceso a la información), además del tipo y tamaño de las organizaciones (grandes y medianas empresas, con más de 50 empleados, de acuerdo con la clasificación de la Cámara de Comercio de Medellín).

El análisis partió de la teoría básica de relaciones con los medios que, aunque escasa, presenta referentes importantes como los textos *Cómo hacer prensa*, *El boletín de prensa. La empresa como noticia* y *Relaciones públicas y comunicaciones en una empresa moderna: externalizar o no (y cuánto, si es que)*.

Fundamentalmente, se trataron de analizar aspectos como la importancia que les dan las organizaciones a las relaciones con los medios de comunicación, los criterios a los que acuden los comunicadores organizacionales para seleccionar la información que enviarán a los medios y las principales herramientas empleadas por ambas partes para relacionarse.

Resultados

Muchos son los que han llamado la atención sobre el efecto narcotizante de la publicidad, sobre su poca efectividad, su insuficiencia a la hora de determinar la compra y la insatisfacción comunicativa que genera cuando es utilizada sola.

El problema de la publicidad como única estrategia para llegar a los públicos es precisamente que hay tanta que ya la gente no le pone atención. De allí que la apuesta de las empresas en el siglo XXI sea hacia la generación de recordación, marca y opinión pública favorable a través de los espacios informativos, de tal manera que se observe la sentencia clásica de Al Ries, mencionada por Mouján: “el contenido periodístico de los medios es más influyente que la publicidad”¹.

En este sentido, la idea es hacer de la información de las empresas algo interesante y útil para la comunidad. No se trata de reemplazar la publicidad sino de acompañarla, complementarla y, de cierta manera, hacerla más efectiva. Por el contrario, y al mejor estilo de Arquímedes, la intención es encontrar una palanca para contarle a la comunidad lo que hace una organización y cómo lo hace, y para tratar de convencerla de que lo está haciendo bien. Esas palancas, sin lugar a dudas, están en los medios.

Así, teniendo en cuenta que los medios, y los periodistas como sus representantes, son los que realizan el proceso de selección, jerarquización y organización de la información que se convertirá en noticia para la comunidad, es a ellos a quienes las organizaciones deben acudir para tratar de “apalancar” con ellos su imagen. En otras palabras, parte fundamental de esas estrategias relacionales son las relaciones con los medios, entendiendo a éstos como los legitimadores de la información que circula en todas las esferas sociales. Y esas relaciones se expresan, en la mayoría de los casos, en la forma y las herramientas que se emplean para intercambiar información entre las organizaciones y los medios.

De acuerdo con la investigación realizada, la información que procesan las empresas para enviarle a los medios es demasiado institucional, asunto que es apenas lógico. De alguna manera, en las oficinas de comunicaciones cuentan en sus departamentos con personas que han pasado por los medios realizando la labor periodística y entienden mucho más la dinámica noticiosa de los medios, la dinámica informativa. En esos casos, la información va muy filtrada. Sin embargo, también hay exceso de papeles y de información, muchas veces irrelevante. Según el periodista Juan Guillermo Montoya, las empresas “envían propuestas económicas, presentaciones de productos, informaciones comerciales sin darse cuenta de que el trabajo de uno es informativo y que uno lo que busca es noticia”².

Muchos comunicadores parecen desconocer que en las relaciones con los medios no se trata de intentar convertir todos los hechos que suceden en la organización en productos noticiosos para los periodistas, aunque suene ideal, sino de aplicar un juicio ponderado que permita una difusión oportuna y estratégica de los acontecimientos más importantes y beneficiosos para la organización. No todo lo que sucede en las organizaciones es noticia de interés para los medios; y, aunque haya oportunidades de “publicar”, no todo lo que es publicado llega en la mejor forma a los públicos. Además, porque, como advierte el profesor Uriel

Sánchez, "... puede pensarse que los seres humanos nos encontramos más mediatizados que comunicados; tenemos más medios y tecnologías de comunicación que comunicación, es superior el caudal de datos que el nivel de encuentro..."³.

También deja entrever este estudio que, generalmente, existen lazos de amistad entre los periodistas y algunos comunicadores corporativos. Sin embargo, queda claro que, en términos generales, en ningún momento se antepone esa amistad para lograr el objetivo pues, en el caso de las Relaciones Públicas, se asume como un ejercicio profesional. A este respecto, Marta Lucía Castaño, del Departamento de Comunicaciones Externas de EPM, señala que no ha "usado siquiera la amistad para generar influencia en un medio, jamás un jefe me ha pedido que lo haga"⁴.

Sobre el mismo asunto, Gonzalo Velásquez, Director de Comunicaciones de Almacenes Éxito, opina que

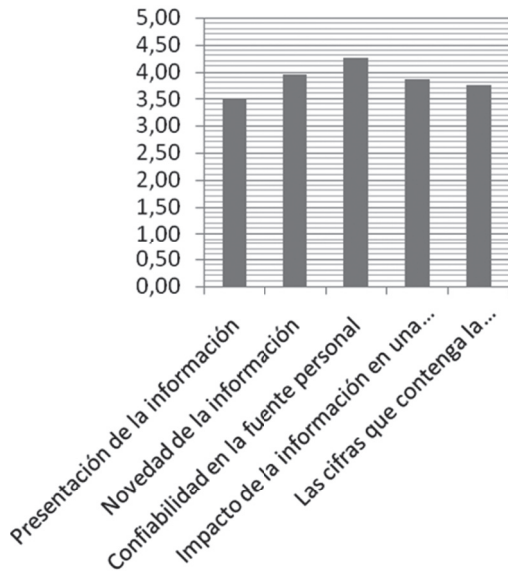
... al tener una amistad, o al menos un pasado común, se rompe la barrera del desconocimiento y por supuesto eso ayuda. Sin embargo, al momento de exponer la noticia como fuente, considero que es mejor mantenerlo en un plano profesional, en el que los hechos y los datos sean los que primen...Apelar a la amistad cada vez que se va a hacer una labor de relacionamiento periodístico puede ser un recurso que cansa y que desgasta, poniendo en riesgo la misma relación de amistad. Si se hace con profesionalismo, puede ser una relación duradera en la que el plano personal y el plano laboral no generen confusiones⁵.

El periodista Juan Guillermo Montoya, director de noticias de Caracol Radio en Medellín, afirma que en el medio empresarial hay una gran conciencia de la importancia de mantener buenas relaciones con los medios masivos de comunicación. Según él, "han ido entendiendo que las relaciones con los medios masivos de comunicación son fundamentales para lograr un mejor reconocimiento en los públicos masivos y un mayor posicionamiento. Obviamente, hay empresas que todavía no entran en esa dinámica mientras que hay otras que ya han tomado cierta ventaja y han logrado no sólo desarrollar buenas relaciones sino también obtener grandes resultados"⁶.

En este sentido, un pecado frecuente de las organizaciones, según los mismos periodistas, es que se exceden en la cantidad y en el tipo de información; no filtran, no evalúan las circunstancias, o no se fijan directamente a qué tipo de periodista o medio es al que le están enviando la información. Para el periodista Luis Carlos Escobar, "ellos están a espaldas de los procesos informativos, y así el mismo boletín, o la misma información impresa o virtual se la envían a una cantidad de periodistas que muchas veces no cubren esa fuente o que no son del área a la que hace referencia la información. Creo que ahí se deberían mejorar los procesos de las empresas para que las relaciones fueran más efectivas"⁷.

En la encuesta realizada para el proyecto de investigación, se encontró que el buen manejo y la credibilidad de las fuentes sigue siendo una de las premisas de

los periodistas en Medellín. Prueba de ello es que al consultárseles sobre los criterios más importantes para valorar la información que reciben, la confiabilidad en la fuente personal recibió la más alta calificación con un 4,26. Esto refuerza la idea de que unas buenas relaciones con los periodistas son muy útiles para la labor de *free press* en las organizaciones. Después de la confianza en la fuente, aparecen la novedad en la información y el impacto de ésta en la comunidad, con 3,96 y 3,86, respectivamente. En el cuarto lugar aparecen las cifras que contenga la información, con 3,76, lo que contradice la creencia de que los periodistas basan sus informes en cifras y datos; y, por último, la presentación de la información, lo que significa que los periodistas parecen no darle tanta importancia a la estética o, incluso, a la buena redacción de la información por parte de los comunicadores.



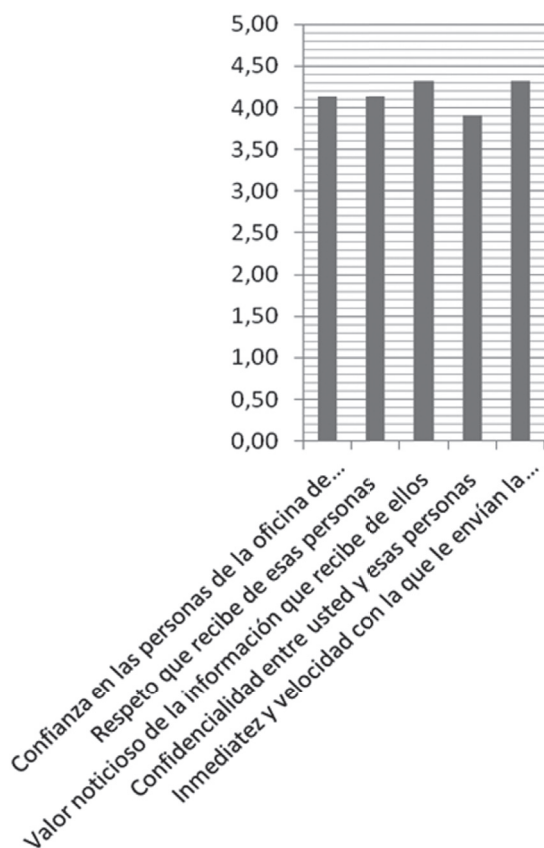
Califique de 1 a 5, siendo 1 la calificación de menor valor y 5 el máximo, la importancia que le da usted a los siguientes criterios a la hora de valorar la información recibida de una organización o empresa en una rueda de prensa o en un boletín de prensa.

De una oficina de prensa y de un comunicador empresarial, los periodistas lo único que esperan es información. “Uno lo que espera es que le informen, o le den a conocer información de alto valor noticioso, que sea oportuna, que sea puntual, que sea una información revestida de valores noticiosos acorde con el medio en el que uno está trabajando, acorde con el horario o con la programación o con los contenidos que habitualmente se trabajan en el espacio específico de comunicación”⁸, plantea el periodista Montoya Marulanda. A ello agrega Luis Carlos Escobar, que lo que se espera es por lo menos:

... un buen trato como persona y como profesional, eso es lo básico. Obviamente también espera que le presten un buen servicio en caso de necesitar una informa-

ción puntual, o que le colaboren a uno con aquello de las líneas telefónicas para hacer los informes cuando hay programas en directo, con los invitados para tener en su programa, las informaciones y datos necesarios. Uno requiere que las informaciones que le entreguen sean oportunas, eso es lo que realmente espera uno⁹.

En la investigación se encontró que los periodistas de Medellín esperan mucho de las empresas. De hecho, al consultárseles sobre los criterios de relación con las empresas, el valor noticioso de la información que reciben de ellas y la inmediatez con la que se las envían recibieron la mejor calificación con 4,32. En segundo lugar aparecen la confianza en las fuentes y el respeto con que traten a los medios, con 4,14, lo que demuestra que los periodistas priorizan el contenido noticioso sobre la relación con la fuente. Finalmente, está la confidencialidad con la fuente, con 3,96, lo que podría indicar que, si bien existe un respeto por la información confidencial, no es lo más importante para los periodistas.



Califique de 1 a 5, siendo 1 la calificación de menor valor y 5 el máximo, la importancia que le da usted a los siguientes criterios de relación con los miembros de una oficina de comunicaciones, a la hora de valorar la información recibida de ellos.

La frontera publicidad – información, el asunto crítico

El asunto crítico en la relación empresa-medios de comunicación es la frontera entre publicidad e información. A juicio de los periodistas, muchas de las empresas y organizaciones de Medellín no mantienen al margen de su relación informativa la relación publicitaria con el medio. “Hay algunas que son hasta descaradas y acuden directa o indirectamente a la pauta comercial como condición para que uno les incluya sus hechos como noticia importante”, dice Juan Guillermo Montoya¹⁰. Eso no es bien visto y no es debido y añade: “una cosa es que uno sienta la obligación o por lo menos sienta la condición cercana de un determinado cliente; y otra cosa es que el cliente condicione y presione para que la información salga, ya que tiene una pauta publicitaria en su medio”¹¹.

En la encuesta se encontró que, lastimosamente, en Medellín muchas empresas confunden las relaciones públicas con los medios con las relaciones comerciales. De acuerdo con el 44% de los encuestados, pocas veces o casi nunca las empresas y organizaciones de Medellín mantienen al margen de su relación informativa la relación publicitaria con el medio. Si bien el 56% asegura que siempre o casi siempre esa relación es independiente, el porcentaje que piensa lo contrario es muy alto y muestra, una vez más, la falta de estrategias relacionales independientes a las comerciales.



Para los periodistas es claro que las empresas manejan la doble relación, y hay algunas a quienes les interesa manejar la relación informativa desde lo publicitario. Esta dualidad es una situación muy delicada que raya con la ética y que tiene que ser muy estudiada y cuidadosamente manejada para que no suene a compra de información.

Del lado de los comunicadores de las organizaciones, y contrario a lo que pudiera pensarse, éstos no se sienten tan presionados por los periodistas, en lo que se refiere a los asuntos comerciales. “Podría pensarse que por el trato de tantos años ellos podrían presionar para pauta publicitaria o para la instalación de una línea telefónica, pero eso se da muy ocasionalmente, hay un gran respeto entre la fuente y el medio”¹², asegura Martha Lucía Castaño.

La lucha por el espacio en los medios

En un noticiero de un canal de televisión nacional es realmente incalculable el número de comunicados y boletines que se reciben al día. Dos resmas de papel de 500 hojas se gastan diariamente, “sin contar los que llegan en físico y la gran cantidad que se reciben por medio electrónico”, afirma el jefe de redacción de uno de estos medios.

Si se mira este fenómeno de manera particular, los resultados son igualmente sorprendentes. Uno de los redactores de un diario especializado en economía y finanzas dice que diariamente recibe 42 boletines de prensa y unas 23 llamadas de confirmación. De los boletines, solo seis se utilizan efectivamente para el cubrimiento informativo del día siguiente, 20 se aplazan, 3 se archivan y 13 se desechan. Al evaluar sus contenidos y su redacción, 18 tienen errores de ortografía, redacción o destinatario y 20 no tienen concepto periodístico o no incluyen una noticia de real interés; es decir, no es novedoso, editorializa o no tiene cifras concretas.

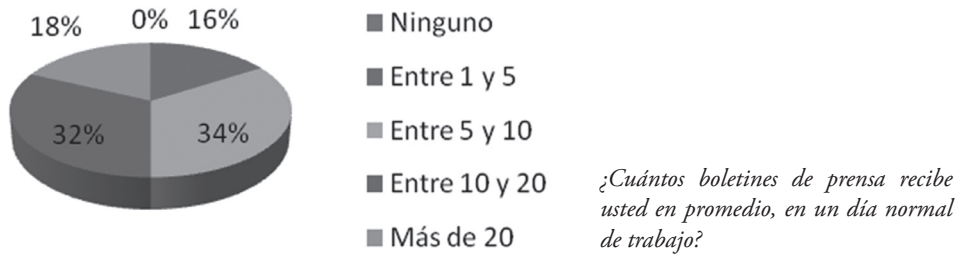
En otro campo de actividad compleja como el deportivo, por ejemplo, un periodista de un semanario especializado calcula en 15 los boletines de prensa que recibe a diario, en promedio, y en 30 las llamadas telefónicas semanales de las que únicamente 5 se utilizan efectivamente para el otro día, particularmente para las secciones de compendio. Al revisar aleatoriamente los boletines, se encuentra fácilmente que todos tienen errores de ortografía y redacción, y que muy pocos tienen concepto periodístico.

El caso de los medios regionales, con los que se llevó a cabo la investigación “Relaciones con la Prensa”, la situación es completamente similar. Por ejemplo, en la sección económica de uno de los diarios de la ciudad se reciben diariamente, en promedio, 420 boletines o comunicados para toda la sección. Aunque la literatura especializada les da funcionalidad diferente, para muchos periodistas y para casi todos los comunicadores que los elaboran no existe una diferencia en el concepto y trabajan indistintamente los dos. La cifra resulta de sumar los 50 o 60 que recibe cada uno de los ocho periodistas de la sección, entre electrónicos, vía fax, o en papel. En la misma sección, un periodista recibe a diario 45 llamadas de confirmación; “unas lógicas y otras no muy pertinentes”, según uno de los reporteros. De ese número, apenas cuatro a la semana se usan para elaboración de notas, cinco se aplazan para cubrimiento posterior, 3 ó 4 se archivan y 15 se reorientan. Lo curioso del caso es que cuando hay noticia interesante en el boletín o en la información telefónica y no se atiende de inmediato, no hay respuesta de la empresa implicada cuando se busca un vocero para hablar del asunto, uno o dos días después.

El boletín, herramienta básica

En la investigación realizada se encontró que el boletín de prensa es la herramienta escrita más usada en la relación con los medios; las dos terceras partes, el 66 %,

de los periodistas, reciben entre 5 y 20 boletines de prensa al día, ninguno dijo no haber recibido. También se destaca que 9 de los entrevistados sostuvieron que reciben más de 20 boletines de prensa al día.



Así las cosas, la herramienta básica para esa relación empresa-medios es el boletín de prensa. Quién lo creyera. Esa hoja de papel con una información concisa se convierte en el eje de ese diálogo constructivo entre las organizaciones y quienes se constituyen en sus *stakeholders* por tener intereses o expectativas acerca de sus ejecutorias.

La comunicadora Marta Lucía Castaño, de EPM, afirma que en su organización ... el boletín de prensa es el principal vehículo de contacto indirecto con los medios. Es la mejor manera de contar lo que hacemos. A lo largo de todos estos años lo hemos manejado de una forma tal que sabemos que genera respetabilidad y confianza en los periodistas; ellos lo reciben y saben que aporta algo. Nos gusta contar cosas buenas, importantes, que le cambien el curso a la empresa, aunque también contamos cosas malas. Tenemos siempre muy en cuenta el impacto de la información para la comunidad¹³.

En este contexto, es una lástima que con el boletín de prensa ocurra algo muy común con las herramientas elementales: que damos por sentado su dominio por parte de todos. Es tan elemental que suponemos que cualquiera encargado de proyectar la imagen de una empresa conoce al detalle los procesos de producción de un boletín de prensa. Por eso, los textos académicos siempre se refieren al boletín de prensa y le dedican sólo unos párrafos en los cuales se consigna una sucinta definición y algunos elementos básicos para su construcción. Y nada más.

Sobre este particular, el periodista Juan Guillermo Montoya afirma que en su ejercicio profesional diario la cantidad de informaciones que recibe de las empresas, atiborra. “Recibir en el correo electrónico, tanto en el de la compañía como en el correo personal de uno, alrededor de 15, 20, a veces 30 y hasta 40 correos electrónicos con boletines de prensa, pues, obviamente, es algo que llega a dificultar la labor profesional del periodista, y que incluso, a veces, genera ciertos inconformismos cuando uno va a ver el contenido informativo de esos boletines y no lo

tienen”¹⁴, dice. Algo similar opina el periodista Luis Carlos Escobar, de Múnera Eastman Radio, al decir que “hay una gran cantidad de boletines mal elaborados, mal redactados o sin una concepción clara de lo que es una noticia”¹⁵.

Entre los comunicadores de empresas, hay conciencia de que la mala redacción y el abuso en la frecuencia de envío son los principales errores a la hora de utilizar esta herramienta. “Soy enemiga de enviar boletines de prensa diarios, eso es perder la oportunidad de que los medios te divulguen la información, se pierde el impacto generando información por hacerlo. Además, considero irrespetuoso un boletín mal redactado, mal titulado o con errores de ortografía”¹⁶, dice Marta Lucía Castaño de EPM.

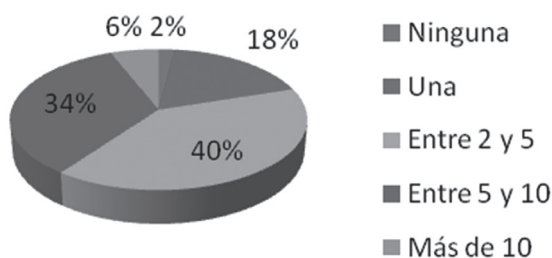
Debería ser exactamente lo contrario. Los instrumentos básicos tienen que dominarse a través de un conocimiento exhaustivo de lo que implica su preparación, su ejecución y su utilización. Sobre este aspecto, Montoya señala que la mayoría de los boletines que él recibe “son malos escritos, con errores de ortografía, con errores de sintaxis, mal titulados, con datos imprecisos, y sobre todo, con hechos que no revisten importancia periodística como noticia. Este último caso es el más grave y el más constante”¹⁷.

Las ruedas de prensa como actos grupales

Las ruedas y las conferencias de prensa son actos organizados por las empresas, en los que se dan a conocer informaciones novedosas a un grupo de periodistas convocados para tal fin. En las una primeras, se comienza de una vez con las preguntas de los periodistas; en las segundas, primero hay un discurso de la organización, es decir, una exposición del tema noticioso, y, posteriormente, una interacción con preguntas y respuestas.

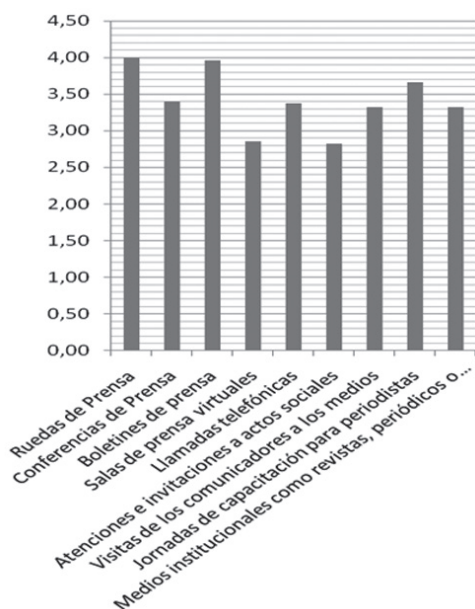
Según el director de noticias de Caracol, “las organizaciones deben empezar a utilizar este tipo de actividades de manera más acertada, deben mirar lo que hay en el contexto, la programación de las actividades diarias que hay en la ciudad, qué tienen las entidades del Estado, las otras organizaciones, para no programar actividades o ruedas de prensa importantes que le compitan a otro tipo de programación. También deben leer el contexto noticioso, para mirar si es oportuna o no una reunión de ese tipo. Hay días en que uno tiene 5 ó 6 ruedas de prensa a la vez, y es muy difícil cubrirlas. Hay organizaciones que tienen que mejorar también su criterio para realizar una rueda de prensa, debe ser una actividad en la que se dé información importante, puntual, con alto valor noticioso, una rueda de prensa no es una actividad social, es una actividad informativa”¹⁸.

En la encuesta realizada en la investigación, se encontró que las ruedas de prensa son una gran fuente de información para los periodistas. El 92 por ciento de ellos sostiene que cada semana tiene entre una y diez invitaciones a ruedas de prensa. Un 64 por ciento sostiene que tiene entre dos y diez. Sólo uno de los encuestados, el 2 por ciento, aseguró que no recibe ninguna invitación semanal para asistir a una rueda de prensa.



¿A cuántas ruedas de prensa asiste usted regularmente en una semana de trabajo?

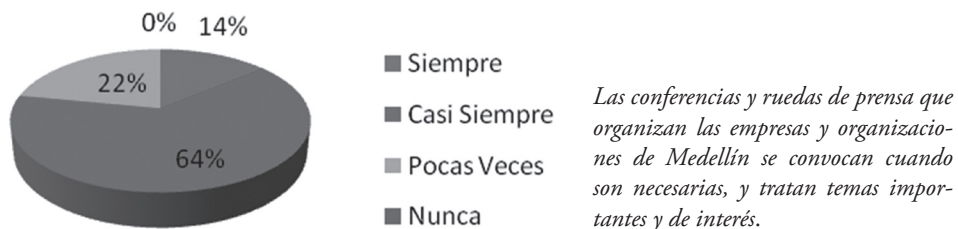
Para los periodistas, las ruedas de prensa son las herramientas más útiles como fuentes de información, de allí que las califiquen con 4,0 sobre 5,0. Le siguen los boletines de prensa con una calificación de 3,96 y, paradójicamente, las jornadas de capacitación que les brindan las empresas, con 3,66. Con la más baja calificación como fuente útil de información aparecen las atenciones e invitaciones a actos sociales con un 2,82. Esta respuesta contrasta con el gran número de invitaciones de este tipo que dicen recibir los periodistas cada semana. También, llama la atención la regular calificación que les dan los periodistas a las visitas que les hacen los comunicadores a los medios institucionales e, incluso, a las llamadas telefónicas.



Califique de 1 a 5, siendo 1 la calificación de menor valor y 5 el máximo, la importancia que le da usted como fuente de información útil a las siguientes herramientas de comunicación utilizadas por las empresas y organizaciones de Medellín.

Sin embargo, un número importante de periodistas de Medellín considera que pocas veces las conferencias y ruedas de prensa que organizan las empresas

y organizaciones de Medellín se convocan cuando son necesarias, y tratan temas importantes y de interés. Así lo manifestó el 22 por ciento de los encuestados. Y si bien el 78% dice que siempre o casi siempre las conferencias y ruedas de prensa son importantes, la contradicción demuestra que algunos comunicadores de empresa desconocen los verdaderos objetivos de estas dos herramientas informativas y, lo que es peor, qué es y qué no es noticia para los periodistas, es decir, cómo se mueve la agenda de los medios.



Para los comunicadores de empresa, las ruedas de prensa son un momento de verdad ante los medios. Gonzalo Velásquez, de almacenes Éxito, afirma que:

“las ruedas y conferencias de prensa revisten la mayor importancia, y por esta razón las reservamos para anuncios de valor nacional y de alto impacto. Hay una fija cada año y es cuando tenemos la revelación de los resultados antes de la asamblea de accionistas. Igualmente, cada vez que hacemos la apertura de un almacén en una ciudad específica, convocamos los medios locales y regionales para que visiten la nueva sede. Convocamos la rueda de prensa por medio de una metodología de trabajo en la cual verificamos el impacto de la noticia, entrenamiento del vocero, elección de la fecha y hora más conveniente, entrega de materiales de apoyo, acondicionamiento del lugar, y medición del impacto”¹⁹.

La importancia de estos actos va más allá de los datos o informaciones que pueda encontrar el periodista en ellas. También, como lo afirma Luis Carlos Escobar, sirven para otros fines, pues en ellas “se contacta directa y personalmente a las fuentes, o por lo menos se establecen relaciones personales que pueden servir en el futuro para realizar trabajos periodísticos”²⁰.

Las salas de prensa virtuales

No se pueden dejar de lado los diferentes avances tecnológicos, que han permitido un mayor flujo de información; un ejemplo de ellos es la Internet, herramienta básica y fuente esencial para el periodista de hoy. Los cambios suceden en forma cotidiana y a velocidad tal que aún no hemos podido asimilarlos por completo.

Las nuevas tecnologías también han sido incorporadas como herramientas empresariales para el manejo de las relaciones con la prensa. En los últimos años,

muchas organizaciones han incorporado a sus portales web un hipervínculo con la información periodística de sus organizaciones, con el nombre de sala de prensa virtual. Se trata de un recurso apenas en exploración en Colombia, pero con mucho desarrollo en el mundo. Algunos eventos, congresos, seminarios y ferias han utilizado con éxito esta novedad.

Pese al avance que esto significa, a juicio de los periodistas, como lo advierte Juan Guillermo Montoya, “todavía estamos lejos de tener una cultura de la virtualidad y particularmente de la virtualidad como fuente informativa. De alguna manera, uno prefiere el contacto directo, el contacto personal para llegarles a las fuentes”²¹. Hay condiciones particulares que inciden para ello, como el tiempo, los recursos tecnológicos que tienen los mismos medios, la saturación informativa en que viven los periodistas y la cantidad de notas periodísticas y de trabajos a los que tiene que responder el periodista un día.

Para el periodista Luis Carlos Escobar, el asunto pasa por la cultura, pues “uno sí prefiere la sala de prensa física, con las personas instaladas allí, con la posibilidad de interactuar, de intercambiar opiniones cara a cara, frente a frente, y no de limitarse a esa relación virtual que a veces es distante y que a veces aleja un poquito las personas, porque facilita los procesos pero distancia de alguna manera, porque no posibilita el encuentro directo”²². De todas maneras, se trata de un asunto de cultura, que con el tiempo adquirirá su real dimensión.

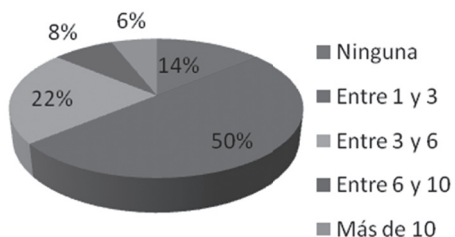
Para los periodistas, las fuentes electrónicas son una ayuda increíble, no sólo por su velocidad de respuesta sino por la precisión y amplitud de información que brindan, lo cual las convierte en la vía más corta y certera para iniciar una buena investigación. El acceso a información electrónica posibilita respaldo contextual y ayuda a *despersonalizar* la información. Por su parte, los comunicadores consideran la Internet como uno de sus mejores aliados en el contacto ágil y oportuno con los medios. “Los boletines los enviamos vía e-mail porque es el camino más expedito, ágil y confiable. Y porque la inmediatez es fundamental”, aclara Martha Lucía Castaño²³.

Los actos sociales, ¿espacios informativos?

Otra de las herramientas frecuentemente utilizadas por las empresas para fortalecer la relación con los medios masivos son los actos sociales. En este caso, aunque no se trata de espacios informativos, poco a poco se han ido transformando en ello. Para la mirada de los periodistas “los eventos sociales son parte de la relación personal y de la relación profesional entre las organizaciones y los periodistas, o entre las organizaciones y los medios”²⁴, como dice Juan Guillermo Montoya.

Las invitaciones de carácter social se han convertido en una importante y muy usada estrategia de relaciones con los medios; prueba de ello es que el 80 por cien-

to de los periodistas encuestados sostiene que recibe entre una y diez invitaciones de ese tipo cada semana. Si bien la mitad de los encuestados dice recibir entre una y tres invitaciones, otro 30 por ciento asegura recibir entre 3 y 10. Sólo un 14 por ciento de los encuestados asegura no recibir ninguna invitación de carácter social a la semana.



¿Cuántas invitaciones de carácter social como cocteles, desayunos o actos atiende usted en una semana de trabajo?

Para las empresas, como en el caso de EPM, los actos sociales son un espacio que cumple doble función. “En la empresa procuramos hacer salidas con los periodistas dos o tres veces al año, sacarlos del contexto del trabajo y llevarlos, por ejemplo, a conocer nuevas obras. Con ese pretexto, nos reunimos en una especie de sesiones que se convierten en mitad noticias y mitad diversión”²⁵, explica Marta Lucía Castaño.

En la dinámica del mundo moderno, estos actos sociales hacen parte de las relaciones públicas, por ello, periodistas como Lucho Escobar, conceptúan que “son importantes, que son valiosos y que son útiles incluso para encontrar en ellos algunas noticias o algunas informaciones de carácter noticioso”²⁶.

La actualización de las bases de datos

El material informativo que las organizaciones y empresas de Medellín envían a los medios de comunicación, la mayoría de las veces, no se dirige a la persona adecuada. Esta es una situación que se presenta, generalmente, por el desconocimiento de los medios que hay entre los comunicadores empresariales. De alguna manera, la dinámica de los medios es muy cambiante, es muy flexible, y los cambios en los puestos de trabajo en periodismo son muchos, hecho que no excusa a los comunicadores de las empresas a que tengan que hacer el ejercicio constante de actualización de sus bases de datos.

La pesquisa investigativa adelantada durante un año permite afirmar que en el 45 por ciento de los casos, las bases de datos de los comunicadores de empresa en Medellín están desactualizadas; que en los boletines que envían las organizaciones el desenfoque informativo es común denominador y que se presentan con frecuencia datos inexactos o personajes con nombres o apellidos que no coinciden con sus datos reales, simplemente por descuido a la hora de elaborar los textos.

Discusión

Después de indagar con muchos comunicadores y periodistas de Medellín sobre cómo es la gestión de la información en sus organizaciones, es posible concluir que las relaciones con los medios cobran cada vez más importancia dentro de las estrategias corporativas. Ambas partes, periodistas y comunicadores, son conscientes de la necesidad mutua que se tienen: unos requieren información para sus públicos y los otros necesitan de los medios para dar a conocer lo que hacen sus organizaciones y cómo lo hacen.

Sin embargo, el camino apenas comienza a recorrerse y aún se cometen muchos errores. Boletines mal redactados, bases de datos desactualizadas, falta de confirmación de la información y no disponibilidad de la fuente para ampliar los datos son sólo algunas de las situaciones que deben corregirse para la construcción de una buena relación entre los medios y las empresas.

Queda claro también que, pese a los abusos que algunos comunicadores de empresa cometen con ellas, los boletines de prensa y las ruedas y conferencias de prensa siguen siendo las herramientas más empleadas y valoradas por comunicadores y periodistas para mediar su relación, y que el correo electrónico se ha convertido también en el principal canal de comunicación entre las partes, gracias a su agilidad y facilidad de uso.

Finalmente, llama la atención la falta de calidad que reiteradamente mencionan los periodistas en la redacción de las herramientas que utilizan las empresas de Medellín como vehículos informativos hacia los medios, y que es evidente al observarlos. Ese es un tema será tema de investigaciones futuras.

Referencias

1. Mouján, Hugo. *Cómo hacer prensa*. Editorial Longseller. Buenos Aires, Argentina. 2003. Página 7.
2. ENTREVISTA Juan Guillermo Montoya Marulanda, Director del Servicio informativo de Caracol Radio, Medellín, agosto 26 de 2008
3. Sánchez, Uriel. Más mediados que comunicados. Enunciación de un problema. En: *Pensar la comunicación. Reflexiones y avances de investigación*. Litografía Dinámica. Universidad de Medellín, enero de 2006. Página 3003.
4. ENTREVISTA con Martha Lucía Castaño, Departamento de Comunicaciones Externas de Empresas Públicas de Medellín. Medellín, septiembre 3 de 2008.
5. ENTREVISTA con Gonzalo Velásquez V. Director de Comunicaciones de Almacenes Éxito. Medellín, octubre 9 de 2008.
6. ENTREVISTA Juan Guillermo Montoya Marulanda, Director del Servicio informativo de Caracol Radio. Medellín, agosto 26 de 2008.
7. ENTREVISTA con Luis Carlos Escobar. Periodista de Múnera Eastman Radio. Medellín, agosto 28 de 2008.

8. ENTREVISTA Juan Guillermo Montoya Marulanda, Director del Servicio informativo de Caracol Radio. Medellín, agosto 26 de 2008.
9. ENTREVISTA con Luis Carlos Escobar. Periodista y locutor de Múnera Eastman Radio. Medellín, agosto 28 de 2008.
10. *Ibíd.*
11. *Ibíd.*
12. ENTREVISTA Martha Lucía Castaño. Departamento de Comunicaciones Externas de Empresas Públicas de Medellín. Medellín, septiembre 3 de 2008.
13. *Ibíd.*
14. ENTREVISTA a Juan Guillermo Montoya Marulanda, Director del Servicio informativo de Caracol Radio. Medellín, agosto 26 de 2008.
15. ENTREVISTA a Luis Carlos Escobar. Periodista y locutor de Múnera Eastman Radio. Medellín, agosto 28 de 2008.
16. ENTREVISTA a Martha Lucía Castaño. Departamento de Comunicaciones Externas de Empresas Públicas de Medellín. Medellín, septiembre 3 de 2008.
17. ENTREVISTA a Juan Guillermo Montoya Marulanda, Director del Servicio informativo de Caracol Radio. Medellín, agosto 28 de 2008.
18. *Ibíd.*
19. ENTREVISTA a Gonzalo Velásquez, Director de Comunicaciones de Almacenes Éxito. Medellín, octubre 9 de 2008.
20. ENTREVISTA a Luis Carlos Escobar, periodista y locutor de Múnera Eastman Radio. Medellín, agosto 28 de 2008.
21. ENTREVISTA a Juan Guillermo Montoya Marulanda, Director del Servicio informativo de Caracol Radio. Medellín, agosto 26 de 2008.
22. *Op. Cit.*
23. ENTREVISTA a Martha Lucía Castaño. Departamento de Comunicaciones Externas de Empresas Públicas de Medellín. Medellín, septiembre 23 de 2008.
24. ENTREVISTA a Juan Guillermo Montoya Marulanda, Director del Servicio informativo de Caracol Radio. Medellín, agosto 26 de 2008.
25. ENTREVISTA a Martha Lucía Castaño. Departamento de Comunicaciones Externas de Empresas Públicas de Medellín. Medellín, septiembre 3 de 2008.
26. ENTREVISTA A Luis Carlos Escobar, periodista y locutor de Múnera Eastman Radio. Medellín, agosto 28 de 2008.

El reconocimiento del niño como sujeto en la práctica educativa en preescolar*

Claudia Patricia Ortiz Escobar**,
Cruz Elena Vergara Medina***

“Sólo puede ser educador quien es capaz de compenetrarse por empatía con el alma infantil, y nosotros los adultos no comprendemos a los niños porque hemos dejado de comprender nuestra propia infancia”

Sigmund Freud

Resumen

Introducción. Las relaciones entre adultos y niños están atravesadas por múltiples condicionantes, entre los que se encuentran principalmente circunstancias de orden histórico, social, económico, político, psicológico y científico. Lo anterior hace pensar entonces en las repercusiones de los conceptos infancia, infantil, niño, bajo los cuales opera un profesional en Preescolar en la medida en que, esa concepción de “niño”, esa construcción de niño como objeto de estudio que construyen los maestros de preescolar y la manera como se han articulado los conocimientos científicos y técnicos de la profesión, permitirá avizorar la comprensión y las respuestas que dan en términos de intervención y abordaje pedagógico, dirigidos hacia los fenómenos que involucran a la infancia como aprendizaje, socialización y subjetivación, y hacia los llamados síntomas contemporáneos como depresión, hiperactividad, entre otros. **Objetivo.** Analizar en el discurso pedagógico de las estudiantes de Licenciatura en Preescolar de la Corporación Universitaria Lasallista, quie-

* Derivado de la investigación El reconocimiento del niño como sujeto en la práctica educativa en Preescolar. Proyecto financiado por el Fondo de Investigación de la Corporación Universitaria Lasallista, realizada durante el año 2009-2010

** Licenciada en Educación Preescolar, Psicóloga, Especialista en Psicología Clínica y MSc en Educación y Desarrollo Humano. Docente Corporación Universitaria Lasallista.

*** Licenciada en Educación Especial, Psicóloga. Especialista en Docencia Universitaria. Docente Corporación Universitaria Lasallista.

nes desarrollan la Práctica Pedagógica e investigativa en el 8, 9 y 10 semestre, cómo se da cuenta de una concepción de niño como sujeto. **Material y método.** Se realiza una investigación de corte cualitativo con un enfoque hermenéutico de tipo descriptivo. Como estrategia metodológica se recurre a la revisión documental y el análisis de grupo focal con entrevista semiestructurada. En la revisión documental se aborda la historia de la infancia propuesta por Lloyd DeMause y la teoría de Sigmund Freud para la construcción de las categorías sujeto, represión, inconsciente, sexualidad infantil, pulsión y niño. Como fuente documental también se considera la revisión de los diarios de campo y los observadores de las estudiantes de la Licenciatura en Preescolar de 8, 9 y 10 semestre de la Corporación Universitaria Lasallista. **Resultados.** El concepto niño que han construido los estudiantes de Licenciatura en Preescolar de la Corporación Universitaria Lasallista se encuentra más en sintonía con posturas desarrollistas y se articula a esta visión la intervención pedagógica. El reconocimiento del niño como sujeto es incipiente, pues aunque se encuentran intentos de leer una causalidad distinta a la propuesta por la perspectiva orgánica y de desarrollo (en los comportamientos, los dibujos, el juego, los problemas de aprendizaje y de interacción, entre otros). **Conclusión.** El niño como sujeto tienen una pobre concepción y prima una mirada desarrollista.

The recognition of children as a subject in the pre-school education practice

Introduction. Relationships between adults and children are crossed by multiple constraints, among which there are, mainly, historical, social, economic, political, psychological and scientific circumstances. This, then, implies a new thinking about the concepts “childhood”, “infantile” and “child” under which pre-school professionals operate, because that conception of “child”, that construction of children as a study object constructed by pre-school teachers, and the way they have articulated the scientific and technical knowledge of this profession, will allow them a vision to comprehend and provide the answers given under intervention and pedagogic terms, addressed to the phenomena that involve childhood such as learning, socialization and subjectification, and to the contemporary symptoms such as depression and hyperactivity, among others. **Objective.** To analyze in the pedagogic speech of the pre school students from Corporación Universitaria Lasallista, who make their practical internship in the 8th, 9th and 10th semesters, how children are conceived as a subject. **Material and method.** A qualitative research work with a descriptive hermeneutic focus is made. As a methodological strategy the document review technique is used, complemented with a focus group analysis including a semi-structured interview. In the document review, the history

of childhood proposed by Lloyd DeMause is approached, plus Sigmund Freud's theory for the construction of the subject, repression, unconscious, infantile sexuality, instinct and child. As a documentary source, the revision of the field notes of the Corporación Universitaria Lasallista 8th, 9th and 10th semester's student's observers is also used. **Results.** The concept "child" constructed by pre-school students from Corporación Universitaria Lasallista is closer to a developmental position, and pedagogic intervention is articulated to this vision. The recognition of children as a subject is incipient, though some attempts to read causalities different from that proposed by organic and developmental perspectives (in behaviors, drawings, games, learning and interaction problems, among others) could be found. **Conclusion.** There is a poor conception of children as a subject, and a developmental vision is mainly used.

Introducción

Es innegable que para la construcción del conocimiento y el desarrollo de las competencias profesionales tan requeridas hoy, debe existir una verdadera simbiosis entre teoría y práctica, entre conocimiento y realidad. Ambos se influyen mutuamente, ya que el conocimiento ayuda a transformar la realidad y bajo la influencia de las necesidades prácticas se generan también las facultades cognitivas del hombre. En el marco de la Licenciatura en Preescolar de la Corporación Universitaria Lasallista, la práctica profesional es el momento en donde se articulan los saberes y la técnica, y es el momento en donde se exige comprender la realidad educativa para transformarla; simultáneamente el escenario de la práctica es también el lugar del desencuentro, cuando la teoría no alcanza, cuando la realidad desborda la comprensión y demanda una nueva interpretación.

Un programa como el de Licenciatura en Preescolar, si quiere ser idóneo y apostar a un sello que le otorgue una identidad particular, debe examinar en sí mismo los conceptos y prácticas que promueve, haciendo explícitas, a través de sus programas y formas de visualizar el currículo, las competencias científicas, actitudinales y técnicas que genera como perfil de los estudiantes y egresados. El análisis de las prácticas pedagógicas e investigativas se convierte en un insumo importante para realimentar las intencionalidades formativas y los procesos académicos del programa.

En este contexto surge la investigación "El reconocimiento del niño como sujeto en la práctica educativa" la cual formula la siguiente pregunta: ¿Cómo desde el discurso pedagógico de las estudiantes de Licenciatura en Preescolar de la Corporación Universitaria Lasallista, quienes desarrollan la Práctica Pedagógica e Investigativa en el 8, 9 y 10 semestre, se da cuenta de una concepción de niño como sujeto?

El objetivo se centró en preguntar a los estudiantes, y preguntarse como docentes, de qué niño se habla, qué niño es objeto de estudio en el programa, qué conceptos se articulan y dan sentido a la formación profesional.

Lo anteriormente expuesto hace pensar entonces en las repercusiones de los conceptos infancia, infantil, niño, bajo los cuales opera un profesional en Preescolar en la medida en que esa concepción de “niño”, esa construcción de niño como objeto de estudio que construyen los maestros de preescolar, la manera como se han articulado los conocimientos científicos y técnicos de la profesión permitirán avizorar la comprensión y las respuestas, que dan en términos de intervención y abordaje pedagógico dirigidos hacia los fenómenos que involucran a la infancia como aprendizaje, socialización y subjetivación, y hacia los llamados síntomas contemporáneos como depresión e hiperactividad, entre otros.

La problematización surge también de la revisión y análisis del lugar de la infancia en la actualidad en tanto hoy, más que nunca, se reconoce al niño como sujeto de derechos. Existe un conocimiento sobre el niño derivado de diversos saberes discursivos como la psicología, la neuropsicología, la pediatría, la pedagogía entre otros, pero, a pesar de estos avances, pareciera que este saber excesivo sobre el niño obturara el reconocimiento del niño en tanto sujeto. Esto quiere decir que es paradójico que mientras más se tiene un saber excesivo sobre el niño y la infancia, este saber produjera, a la vez, un desconocimiento del niño como sujeto. Esto último se convirtió en un supuesto teórico para la investigación

Lo anterior llevó a preguntarnos qué es comprender un niño, qué es reconocerlo como sujeto. El esclarecimiento de este interrogante llevó al establecimiento de algunas categorías de análisis. El proceso investigativo se dividió en cuatro capítulos, tres de ellos dedicados a la elaboración del referente conceptual y el cuarto capítulo trató lo relacionado con el método. El primer capítulo hace referencia al niño como sujeto histórico, el segundo capítulo aborda el concepto niño y lo infantil desde el psicoanálisis y el tercero hace alusión al sujeto desde el psicoanálisis. A continuación se expone brevemente este desarrollo conceptual.

El niño como sujeto histórico

“A los perros locos les damos un golpe en la cabeza; al buey fiero y salvaje lo sacrificamos; a la oveja enferma la degollamos para que no contagie el rebaño; matamos a los engendros; ahogamos incluso a los niños que nacen débiles y anormales. Pero no es la ira, sino la razón la que separa lo malo de lo bueno”.

Séneca

El recorrido histórico permite tener en perspectiva un referente para observar la manera como las diversas prácticas y concepciones sobre la infancia se perpetúan o cómo los avances científicos, políticos y socioculturales han permitido un nue-

vo abordaje de la infancia. Loyd De Mause revela que a lo largo de la historia, la infancia ha tenido un mínimo de reconocimiento, caracterizado por prácticas de crianza en donde el maltrato, el abuso, la negligencia, el abandono, el infanticidio, los métodos de control y la educación en general, serían fuertemente cuestionados hoy por evidenciar la escasa capacidad empática del adulto hacia el niño.

En la investigación se recogen las hipótesis de este autor y se presta atención a la interpretación que elabora a partir de la reacción que muestra el adulto cuando se halla frente a las necesidades del niño. La siguiente es su apreciación:

El adulto dispone a mi juicio de tres reacciones: 1) puede utilizar al niño como vehículo para la proyección de los contenidos de su propio inconsciente (reacción proyectiva); 2) puede utilizar al niño como sustituto de una figura adulta importante en su propia infancia (reacción de inversión); 3) o puede experimentar empatía respecto de las necesidades del niño y actuar para satisfacerlas (reacción empática)¹.

El concepto “niño” y “lo infantil” desde el psicoanálisis

En 1905 Sigmund Freud escribe *Una teoría sexual* y a partir de entonces se inaugura una nueva concepción de niño. Freud introduce la noción del niño como un “perverso polimorfo”, que se soporta en uno de sus conceptos fundamentales, el de pulsión, el cual le permite plantear la evolución de la organización sexual del ser humano y los diversos modos de satisfacción pulsional. En este texto plantea la sexualidad como un elemento inherente y constitutivo de lo humano y, por ende, de lo psíquico y no solo un hecho asociado a la genitalidad y la reproducción, ni como un encuentro traumático asociado al abuso sexual en la infancia sino como producto del carácter de la pulsión. Este descubrimiento, la sexualidad infantil, desliga la sexualidad humana de la genitalidad, al mostrar cómo el cuerpo es el primer objeto de placer sexual, en el momento en que se devela el recorrido de la libido (es un término de la teoría de los instintos destinado a la manifestación de la dinámica de la sexualidad) y la condición autoerótica del niño, en las fases de la organización sexual. Es decir, el niño es un perverso polimorfo porque la satisfacción pulsional encuentra múltiples formas a través de su cuerpo. En el cuerpo, el niño encuentra diversas maneras de obtener placer; estas formas varían de acuerdo con la fase de la organización sexual en la que se encuentre: oral, anal, fálica, latencia y genital; se considera la niñez como el período de la vida, correspondiente a las etapas pregenitales y, por tanto, autoerótico, pues se centra en su propio cuerpo. La parte del cuerpo hacia la cual se orienta la libido o energía sexual es llamada zona erógena. Freud la define como partes de la epidermis o de las mucosas, susceptibles a sensaciones de placer por el roce o contacto con ciertos estímulos.

El estudio de las perversiones lo lleva a desentrañar la sexualidad infantil de la siguiente manera:

... la constitución supuesta que muestra las semillas de todas las perversiones no puede ser revelada más que en los niños, aunque en ellos no aparezcan todos esos instintos más que en una modesta intensidad... Por lo tanto, nuestro interés se dirigirá hacia la vida sexual de los niños, y perseguiremos en ello el funcionamiento de las influencias que rigen el proceso evolutivo de la sexualidad infantil hasta su desembocadura en la perversión, en la neurosis o en la vida sexual normal”².

Este interés lo lleva a conquistar un terreno antes inexplorado o no visto y a formular las fases de la evolución psicosexual; Freud encuentra que la primera manifestación de tipo sexual se da a través de la actividad del chupeteo, tomando la región oral como fuente de excitación disociado de la satisfacción de la necesidad y con el único propósito de obtener placer; observa que la necesidad de repetir la satisfacción sexual se divorcia entonces de la necesidad de buscar alimento.

Posteriormente, la región anal se constituye en la segunda zona erógena. Alrededor de los 2 años, cuando el niño percibe las sensaciones provenientes de la musculatura anal y puede controlar y expulsar a voluntad las heces, es decir controlar sus esfínteres. “La zona anal es, como la zona buco-labial, muy apropiada por su situación para permitir el apoyo de la sexualidad en otras funciones fisiológicas”³; también dice que el carácter sexual erógeno puede observarse en “aquellos niños que utilizan la excitabilidad erógena de la zona anal, lo revelan por el hecho de retardar el acto de la excreción, hasta que la acumulación de las materias fecales produce violentas contracciones musculares, y su paso por el esfínter, una viva excitación de las mucosas”⁴.

La libido sigue su curso y alrededor de los 3 a 5 años el niño descubre una zona erógena cargada de excitación y generadora de placer, el pene en el niño y el clítoris en la niña, por lo que es común que se produzca la masturbación infantil, que se observa de manera frecuente en conductas de frotamiento rítmico en estas partes del cuerpo tanto en los niños como en las niñas.

La situación anatómica, el contacto con las secreciones, los lavados y frotamientos de la higiene corporal y determinadas excitaciones (como la emigración de los oxiuros en las niñas), hacen inevitable que la sensación de placer que puede emanar de esta parte del cuerpo se haga notar en los niños ya en su más temprana infancia y despierte en ellos un deseo de repetición”⁵.

En el plano afectivo anota Freud que “el niño es capaz de la mayoría de las operaciones psíquicas de la vida amorosa (la ternura, la entrega, los celos)... Largo tiempo antes de la pubertad el niño es un ser completo en el orden del amor, exceptuada la aptitud para la reproducción”⁶

Estos sentimientos amorosos se exacerban en la fase fálica, durante el llamado complejo de Edipo. En esta fase el niño descubre sus genitales; un hecho observable de este papel rector de los genitales es la masturbación infantil. La curiosidad sexual se intensifica en esta fase y recae en asuntos relacionados con la diferencia

de los sexos, la relación sexual entre los padres, y continúa la pregunta acerca del nacimiento

Para este momento la ambivalencia en los sentimientos, los celos y la rivalidad son temas frecuentes; el niño quiere ser un digno rival de su padre y trata de comportarse como tal, siendo frecuentes los comportamientos heroicos y valientes, las demostraciones de superioridad, la seducción a su madre (bajo la forma de ideas como el llevarla de viaje, salir solos o pensar que cuando crezca se podrá casar con ella). Son también comunes los celos, cuando los niños se molestan con las manifestaciones de cariño entre sus padres e intentan separarlos; pero esta competencia con el padre no puede sino dejar la sensación de inferioridad y despertar la angustia de castración en el niño.

Según Freud, el niño se percata de que la realización de sus deseos de satisfacción incestuosos tienen, como consecuencia, la pérdida de una parte de su cuerpo muy apreciada por él, el pene, entonces se presenta el conflicto entre la satisfacción pulsional y el interés narcisista, primando finalmente el último. Así, “la ausencia de la satisfacción deseada acaba por apartar al infantil enamorado de su inclinación sin esperanza. El complejo de Edipo sucumbirá así a su propio fracaso, resultado de su imposibilidad interna”⁷

Es decir, que a partir de entonces comienza a operar, según Freud, el mecanismo de la represión, mecanismo psíquico que aleja de la consciencia los contenidos insoportables, amorales, vergonzosos. Este hecho marca una diferencia estructural con relación a lo que puede aseverarse y definirse como niño o adulto. Por esta razón, el niño aún no tiene fuertemente constituidos sus diques anímicos como el pudor, la repugnancia y la moral

De otro lado, cabe señalar que Freud sostiene que el no reconocimiento de la sexualidad infantil tiene que ver con un descuido por la infancia en general, producido por la amnesia que cae sobre los primeros años de infancia y encuentra en el mecanismo de la represión el responsable de este olvido; sin embargo, lo olvidado deja profundas huellas en el psiquismo. Esta aseveración concuerda muy bien con lo que expone en el interés del psicoanálisis para las ciencias no psicológicas y que se constituyó en uno de los pivotes de la investigación: “sólo puede ser educador quien es capaz de compenetrarse por empatía con el alma infantil, y nosotros los adultos no comprendemos a los niños porque hemos dejado de comprender nuestra propia infancia”⁸, será necesario pues esclarecer las repercusiones de este hecho para la práctica educativa de los niños de preescolar.

El sujeto en psicoanálisis

Para lograr construir una aproximación teórica sobre la concepción de sujeto se eligen el concepto inconsciente, la sexualidad, la pulsión y la represión.

Sobre inconsciente y represión

Sobre la existencia del inconsciente, dice Freud que se sabe a partir de hechos sobre los cuales el sujeto no alcanza a tener control: por ejemplo, los sueños, los lapsus, los equívocos, actos fallidos y por supuesto los síntomas, que en el día a día es lo que conduce a un sujeto a la experiencia de ir a un profesional de las “psi”.

Con el síntoma histérico (parálisis en determinadas parte del cuerpo), es como Freud descubre que en sus pacientes, la enfermedad está por fuera del registro orgánico y encuentra en sus relatos la presencia de experiencias infantiles, que han permanecido resguardadas de la consciencia, emergiendo en el cuerpo como síntoma.

A partir del inconsciente, Freud construye una concepción de sujeto atravesado por una historia particular; la misma que le ubica como sujeto en tanto su actuar presente responde a una lógica psíquica construida en su relación edípica y que le conduce a la división subjetiva a la que se ve expuesto en tanto se enfrenta a la represión.

Como se observa, no es posible comprender la concepción de inconsciente sin abordar la represión como mecanismo psíquico fundamental en la estructuración del psiquismo humano.

Por **represión** se comprende el mecanismo psíquico que hace posible que los recuerdos indecorosos, vergonzosos o dolorosos, que pueden causar malestar a un sujeto si acceden al plano de la consciencia, se mantengan guardados en el inconsciente, y así evitar sufrimiento consciente en el sujeto.

En el *Diccionario de psicoanálisis*, de Laplanche y Pontalis, se define la represión como
 ... operación por medio de la cual el sujeto intenta mantener o rechazar en el inconsciente representaciones (pensamientos, imágenes, recuerdos) ligados a una pulsión. La represión se produce en aquellos casos en que la satisfacción de la pulsión (susceptible de provocar por sí misma placer) ofrecería el peligro de provocar displacer en virtud de otras exigencias”⁹

La represión, entonces, es vista como una defensa psíquica, es decir, un mecanismo por medio del cual, el sujeto se mantiene a salvo del sufrimiento del que puede ser objeto si recuerda por ejemplo, de modo consciente asuntos edípicos, deseos incestuosos, deseos de muerte hacia sus padres o hermanos, o asuntos que de no ser reprimidos ocasionarían gran malestar al sujeto.

El reconocimiento de la represión como mecanismo psíquico, presente en los seres humanos, abre una nueva mirada sobre éste; mirada que permite comprender que es por efectos de la represión que emerge la división en el sujeto y es precisamente su condición de sujeto dividido la que pone en evidencia la existencia en él de fuerzas pulsionales diversas, ambivalentes, contradictorias que dejan al descubierto que el ser humano es capaz de cometer los más nobles actos, y a su vez conducirse como el más feroz de los animales.

Sexualidad humana y pulsión

El psicoanálisis establece una diferencia radical entre la sexualidad animal y la sexualidad humana y ubica tal diferencia en la pulsión como condición del ser humano, que en oposición al instinto en los animales no se transmite de especie a especie como un saber genético.

Con el descubrimiento de la sexualidad infantil, se plantea que más allá de la reproducción de la especie, la sexualidad es de carácter placentero, tal como lo muestra Freud, en el desarrollo que hace de la teoría sexual infantil.

El placer, entonces, viene a ocupar un interés particular en el desarrollo psicoanalítico, planteando que el ser humano en su condición de sujeto dividido (con posibilidad de preguntarse, elegir, equivocarse, responder por sus actos, sufrir, etc.), puede alcanzar placer en el displacer, y emergen en él comportamientos que con cierta frecuencia le someten al sufrimiento y, por más que se lo proponga, no logra parar de repetirlos.

Designa Freud a la pulsión como “concepto límite entre lo psíquico y lo somático, es decir, entre el cuerpo y el psiquismo”¹⁰. Esto indica que si bien es el cuerpo quien experimenta la presencia de la pulsión, no basta con ello; el psiquismo establece el modo como el sujeto se las arregla para resolver lo pulsional que emerge en él, y en esa resolución, la pulsión a diferencia del instinto, siempre elige un objeto que no permanece fijo (como en los animales).

Esa elección de objeto en los seres humanos es la que permite la satisfacción de la pulsión; elección de objeto que siempre es cambiante, no ocurre en el ser humano como en el animal, que basta con saber que la hembra está en período de fertilidad para que el macho se disponga a copular con ella. No, el ser humano se fija en rasgos, detalles, atributos como la mirada, el color de los ojos, la sonrisa, la voz, etc., cambiando cada vez un objeto elegido por otro que por una u otra razón encuentre más atractivo que el anterior y le provea la consecución de la meta de la pulsión que siempre será la satisfacción.

Freud explica, de manera detallada, los elementos constitutivos de la pulsión a saber: la fuente, el empuje, el objeto y la meta. Según el planteamiento de Freud, la pulsión puede satisfacerse de distintas maneras y las agrupa del siguiente modo, designando a estos como los destinos de la pulsión:

1. La transformación hacia lo contrario
2. La vuelta hacia la propia persona
3. La represión
4. La sublimación.

Con estos modos de resolver la pulsión, se enunciaba en un comienzo, el hombre cada vez inventa una manera nueva de satisfacción, pero hay que recordar que

tal invención no obedece a propósitos ni a actos voluntarios, obedece a asuntos inconscientes, y como tal, entonces, sin saber cómo ni por qué, el ser humano se ve enfrentado con insistencia a actos que le producen malestar y sufrimiento.

En el encuentro alumno maestro, la presencia de la pulsión está implicada, por lo tanto, a lo largo de la investigación se rastreó si sobre el niño, los practicantes tienen una concepción que vaya más allá de lo biológico; en su discurso se intentó ubicar si del niño reconocen asuntos subjetivos causales de sus actos infantiles.

El concepto de sujeto para el psicoanálisis

Para el psicoanálisis, el sujeto es sujeto del inconsciente, pues si bien el psicoanálisis no desconoce la dimensión biológica del ser humano, no lo reduce a ella, y le otorga un lugar particular en la llamada cadena significativa, la misma que es efecto de los significantes que en el inconsciente han quedado marcados como una impronta, una huella que va a determinar la lógica que dirige el modo como el ser humano se relaciona con el Otro^a y los otros. El sujeto entonces, no puede definirse sino en relación con el Otro y, por lo tanto, en relación con el lenguaje.

Decir que un sujeto existe en la medida que exista para el Otro indica que solo es posible nombrar su existencia en relación con el referente que le articula su ser a unos calificativos, cualidades, adjetivos que le nombran de modo particular. Por ejemplo, decir que tal niño se llama Pedro no es suficiente para que se comprenda de qué Pedro se habla o quién es Pedro, hay que aclarar que Pedro es el hijo de fulano, el que vive en tal parte, el que hace tal cosa y se viste de tal manera, etc. Los seres humanos recurrimos al lenguaje relacionando un significante con otro (una cosa con otra, una palabra con otra) para intentar dar cuenta de lo que decimos; no obstante, en los seres humanos no todo es posible de decirse, no alcanza el lenguaje a dar cuenta de la existencia del sujeto, como tal, y queda como salida el inconsciente, descubrimiento de Freud, que permite ver que en efecto los seres humanos en tanto sujetos escapamos a lo biológico, a lo cuantificable y a lo explicable objetivamente.

En síntesis, puede decirse que el ser humano para el psicoanálisis es sujeto, en tanto en él existe el inconsciente, la pulsión y la represión, elementos psíquicos que hacen que como sujeto, el ser humano se conduzca de modo radicalmente distinto al animal, y que como efecto de los lazos inconscientes establecidos en la infancia será su proceder en la vida adulta; por lo tanto, y visto desde esta óptica, el niño para el psicoanálisis es igualmente concebido como sujeto: sujeto del inconsciente y de su propia represión; la misma que se irá estructurando en el encuentro familiar y escolar.

a El Otro es "el lugar desde el que se le aporta el código, es decir el lenguaje, las palabras que van a captar y a moldear por tanto sus necesidades... el Otro como el lugar del código" Bleichmar, H. (1980, p.38)

Materiales y métodos

Se plantea una investigación de corte cualitativo con un enfoque hermenéutico de tipo descriptivo. Como estrategia metodológica se recurre a la revisión documental y al análisis de grupo focal con entrevista semiestructurada. En la revisión documental se aborda la historia de la infancia propuesta por Lloyd DeMause y la teoría de Sigmund Freud para la construcción de las categorías sujeto, represión, inconsciente, sexualidad infantil, pulsión y niño. Como fuente documental también se consideran la revisión de los diarios de campo y los observadores de los estudiantes de la Licenciatura en Preescolar de 8, 9 y 10 semestre de la Corporación Universitaria Lasallista, con quienes se lleva a cabo la estrategia de grupo focal.

Proceso metodológico para el desarrollo de la estrategia de análisis documental: para el análisis documental se realizó lectura intratextual e intertextual. La información se registró en fichas de contenido y a partir de allí se construyeron las categorías. Este proceso documental sirvió de apoyo en la construcción de preguntas del grupo focal y en la identificación de las unidades de análisis que se persiguieron en el grupo focal, en el análisis de observadores y en el análisis de los diarios de campo.

Proceso metodológico para el desarrollo de grupo focal.

Se lleva a cabo la entrevista semiestructurada con tres grupos focales así:

Grupo 1. Estudiantes de práctica I: tres estudiantes

Grupo 2. Estudiantes de práctica II: seis estudiantes

Grupo 3. Estudiantes de práctica III: 4 estudiantes

Análisis de información. Se construye una matriz para el análisis de información.

Resultados y discusión

La recolección de información a partir del grupo focal y revisión de diarios de campo y observadores como libros reglamentarios de la práctica pedagógica e investigativa permitió contrastar el discurso de los estudiantes y rastrear en él la concepción del niño en tanto sujeto, teniendo presente que para reconocer a un niño como sujeto era necesario reconocer en el psiquismo infantil la dimensión inconsciente y la manera como operan la sexualidad, la pulsión y la represión.

Frente a la dimensión inconsciente se realizaron preguntas que apuntaban a identificar el tipo de causalidad que los estudiantes atribuían a los problemas emocionales, comportamentales y de aprendizaje de los niños como por ejemplo: ¿Por qué un niño es desatento, agresivo, impulsivo, presenta dificultades con la norma y la socialización?, y se encontraron respuestas tales como:

“Es por un problema en las pautas de crianza”. “El niño es inquieto por naturalidad”.

“Para mí es que el niño tiene problemas en la casa, antes de llegar al colegio tuvo algo que le pasó y eso lo tiene inquieto y si ha sido recurrente hay que hablar

con la familia, con la mamá a ver qué pasó, qué pasó esos días en la casa y mirar también en el aula”

“Que los papas estén peleando, alegando frente a él”.

“Que tiene un problema, un déficit de atención, no sé”

En estas respuestas se puede ver el reconocimiento de la familia frente a procesos de estructuración subjetiva, como poner límites, pero no se logra sostener el reconocimiento del inconsciente en la causalidad de las problemáticas pues cuando se insiste en la explicación causal se cambia a la perspectiva orgánica y se emplean términos como disfunción, discapacidad, trastorno, y no se responsabiliza al niño frente a la elaboración de su síntoma pues se deja la responsabilidad a la familia o a la genética.

Frente a la comprensión de la sexualidad infantil sobresalen ideas e intervenciones como:

“Me cuestionó un caso de sexualidad infantil. Un día vi dos niños besándose, pero era un beso de verdad, yo me asusté pero sabía que no debía demostrar temor ni regañarlos entonces luego les expliqué que debían crecer para hacer esas cosas y como vi que el niño tenía un fuego en la boca, le dije a la niña, que era la que más lo besaba, es toda creidita, que ese fuego se le pegaba. Y la niña miró y me dijo “¿verdad profe? ¡Ay, sí!”

Los estudiantes reconocen la sexualidad infantil, conocen teóricamente las fases de la organización sexual, ven las manifestaciones de la sexualidad infantil como un proceso normal del desarrollo. Sin embargo, se dificulta comprender la emergencia de la subjetividad, de lo pulsional en las manifestaciones de los niños y se ve el rol orientado a la represión y adecuada forma de moralización de la sexualidad. Por ejemplo, en el caso del niño que muestra el pene, lo ven como un proceso normal de descubrimiento sexual pero también como forma de llamar la atención porque algo ha fallado en casa. Es decir, se aceptan las manifestaciones de la sexualidad infantil, pero cuando se presenta de manera intensa o exacerbada se tiende a interpretar como falla de la educación y reaparece la concepción evolutiva: “es por la edad”. En algunos participantes no se comprende la emergencia de la pulsión y la relación con los actos infantiles, sino que simplemente buscan correctivos para eso que nombran como “llamar la atención”.

Frente al concepto “represión” se extrae el siguiente ejemplo:

“Digo que el niño es cuadrículado, porque primero se hace esto, luego esto, para todo es así, es muy ordenadito, no se puede ensuciar, dice “mi papá me va a regañar”. Si se ve sucio el pantalón cuando juegan en el parque y está mojado él se sienta más bien y no juega, se va para el salón, coge la sillita y la limpia pues es obsesivo con la limpieza, yo veo eso, en todo, en los trabajos...”

Este ejemplo da cuenta de una muy buena observación e intervención pero no de una explicación. Se piensa que la conducta fue aprendida por modelamiento,

es decir, imitando al padre. Se observa insuficiente argumentación teórica y, por tanto, poca comprensión frente al comportamiento del niño.

Frente a la pregunta ¿qué es un niño? Se encuentran respuestas como:

“X me generaba miedo, pensaba “me va a dañar la clase. Un niño es un mundo muy grande, un ser que uno dice lindos, tiernos, pero también hay niños como X que maneja cosas buenas y malas, es un terremoto, es capaz de cogerte a vos y dañarte”.

“Un niño es una caja de sorpresas. Frente a un niño uno se pregunta ¿qué verá en mí que no le gusta?, ¿será él? Hay niños que uno dice qué tan lindos pero de lejitos. El niño lo desequilibra a uno”.

“Un niño me enseña, me da alegría, tristeza. Un niño es todo. Cuando murió mi hermano yo sentí una carga, una responsabilidad, mi hermano iba a ser el que manejaba las empresas, entonces sentía que debía apoyar, mi papá me enseñó la contabilidad, pero decidí estudiar educación, para mí esto es todo. El niño es un ser que recibe todo nuestro trabajo”

“Un niño es manipulador, inteligentes a su conveniencia”

“Son muchos los aportes. Piaget desde las etapas del desarrollo, Freud el complejo de Edipo y Vigotsky.”

“El niño refleja en el preescolar cómo es la familia”

“Una persona con demasiada expectativa frente a la vida, considero que es la mejor edad que uno tiene por todo lo que aprende, por todo lo que encierra un día para un niño, es algo único, todos los días aprende algo nuevo, puede que uno también, pero en ellos se ve la emoción, contrastes demasiado grandes en sus sentimientos, reacciones. En un momento puede estar contento y al momentico estar triste, enojado”.

“Un niño, para mí, también es un ser que está en construcción de su... en su construcción física, en su construcción cognitiva”.

Cabe resaltar que al hablar de la transferencia, logran reconocer sentimientos buenos y malos. También se observa cómo la relación con los niños afecta emocionalmente a la maestra “me genera miedo” “un niño lo desequilibra a uno”, y también se observa lo que los niños llegan a representar, lo que un docente deposita en la relación con ellos. Lo anterior lo ilustra la docente que expresa que “un niño es todo” pues es lo que le permite diferenciarse de la familia y no asumir lo que los padres hubieran deseado, “administrar la empresa y ocupar el lugar del hermano muerto”

En el concepto de niño se entrecruza la teoría, logrando nombrar al niño como un ser en construcción, de desarrollo, es así como reconocen en el niño diversas etapas. Los teóricos que mejor permiten entenderlo, según los participantes, son Piaget, Vigotsky y Freud.

Conclusiones

El niño deviene como lo más extraño y ajeno en tanto condensa lo que el adulto ha puesto bajo el manto de la represión, ese mecanismo psíquico esclarecido por Freud, que obtura nuestra comprensión del alma infantil y por tanto nuestra incapacidad de relación empática con el niño.

Después del encuentro con las practicantes de Licenciatura en Preescolar de la CUL, y contando con los postulados del psicoanálisis como referente teórico que permite comprender si en efecto el niño existe como sujeto en el discurso de las practicantes, es posible concluir que en sus expresiones, puede ubicarse que del niño como sujeto tienen una pobre concepción y prima una mirada desarrollista.

No se vislumbra en el discurso un claro reconocimiento del niño como un ser pulsional, no le dan lugar a la crueldad, ni a la curiosidad sexual una comprensión desde la constitución subjetiva. Por el contrario, ubican los actos infantiles que tienden a la curiosidad o al daño, como actos por falta de límite, o a dificultades frente a la interiorización de la norma. Se evidencia una alta insistencia en ubicar en los padres una falla en la autoridad y la norma, que incide directamente en el comportamiento de los niños.

En sus señalamientos, emerge una incipiente pregunta por su propia responsabilidad en lo que no marcha con sus alumnos; generalmente tienden a pensar en la dinámica familiar como la única responsable de los actos de desobediencia en los niños, y no se evidencia en el discurso una mirada sobre el niño como sujeto responsable.

En el decir de los practicantes, se ubica un niño del cual poco se sabe; asuntos como el juego o el dibujo, actividades de la vida cotidiana en el preescolar lo interpretan como una manera de darse cuenta del desempeño cognitivo y de la capacidad del niño para aprender. Se sirven muy poco del dibujo, del juego o de las manifestaciones de la sexualidad infantil, para comprender lo subjetivo en el niño. Estas manifestaciones y actividades de la vida cotidiana de los niños, las interpretan como expresiones naturales, normales, que dan cuenta del “sano” desarrollo, el mismo que ubican desde la perspectiva evolutiva.

Los datos arrojados a través del análisis de trabajos, diarios de campo, observadores y grupos focales muestran cómo la teoría ayuda a comprender los procesos de subjetivación formando una nueva actitud para con el niño. La formación de los docentes se observa más ligada al cómo que al por qué, más al hacer, que al comprender. Se hizo evidente en el discurso cómo interesaba hacer que el niño respondiera la demanda educativa, lograr el control del grupo, lograr la cooperación del niño, que cambiara, mostrar la efectividad de su técnica, es decir de sus estrategias pedagógicas. Es común que cuando se carece de conceptualización suficiente para comprender a los niños se recurra a dichos como “puede ser por llamar la atención” y en consecuencia se actúe pedagógicamente.

Frente a la relación maestro-alumno es llamativo ver cómo los docentes actualizan muchos de sus temores, deseos, culpas, inseguridades con los alumnos y esto incide en la relación con estos, pues a través de ellos se busca resarcir lo no elaborado, lo que ha dejado huella y hace parte de la propia subjetividad del docente.

No obstante, es importante señalar que en algunos casos, se percibe una posición distinta; hay en algunos estudiantes más acercamiento a lo que del niño se sabe como sujeto, un ejemplo de ello puede ubicarse cuando una de las estudiantes entrevistadas dice: “frente a un niño uno se pregunta: ¿qué verá en mí que no le gusta?”, o “la teoría no alcanza”. En estas manifestaciones se puede rastrear que en el sentir de los estudiantes hay una pregunta por el ser del niño más allá de su proceso evolutivo, hay interrogantes en relación con el ser del docente “qué verá en mí que no le gusta”, hay una pregunta por el saber sobre los niños, “la teoría no alcanza”; estos dichos están del lado de la imposibilidad de decir del niño, de saber del niño desde lo conceptual y también ven en el dibujo y el juego una manera de acercarse a la subjetividad, tratando de ver en los contenidos de estas producciones la historia y la posición del niño frente a sus dificultades.

En síntesis, la investigación *El reconocimiento del niño como sujeto en la práctica educativa en preescolar*, permitió analizar la representación y conceptualización del Niño que construyen los Licenciados en Preescolar de la Corporación Universitaria Lasallista, confrontando en la práctica educativa la existencia o no de un saber sobre el niño como sujeto y no sólo como ser en desarrollo.

Recomendaciones

Es necesario incluir en el currículo de la Licenciatura en Preescolar de la CUL cursos, y actividades investigativas y académicas, con una clara intención formativa que incorporen el discurso de la subjetividad como pilar en el hacer y el saber docente. Dicha propuesta permitirá una diferenciación especial de las estudiantes de la CUL con respecto a otras instituciones de educación superior, que formen maestros de preescolar.

Referencias

1. DE MAUSE. Lloyd. Historia de la infancia. México : Alianza. 1982.
2. FREUD, Sigmund. Tres ensayos sobre teoría sexual. En: _____ Luis López Ballesteros y De Torres (Ed.) y (Trad.). Obras completas. Vol. 2. Madrid : España : Biblioteca Nueva. 1973.
3. Ibid., p.795
4. Ibid., P. 796
5. Ibid., 796
6. _____ El esclarecimiento sexual del niño. En J. Strachey (Ed.) y J.L. Etcheverry (Trad.). En: _____ Obras completas. Vol. 9. Buenos Aires : Argentina: Amorrortu. 2001

7. _____ Ensayos. El final del complejo de Edipo. En Luis López Ballesteros y De Torres (Ed.) y (Trad.): En : _____ Obras completas. Vol 2, Madrid : España: Biblioteca Nueva. 1973
8. _____.El interés por el psicoanálisis para las ciencias no psicológicas: El interés pedagógico. En J. Strachey (Ed.) y J.L. Etcheverry (Trad.). En:_____ Obras completas. Vol. 13. Buenos Aires : Argentina: Amorrortu. 2001
9. LAPLANCHE, Jean & PONTALIS, Jean Bertrand. Diccionario de psicoanálisis. 2ed. Barcelona, España. : Paidós. 1993
10. FREUD, Sigmund. Pulsiones y destinos de pulsión. En J. Strachey (Ed.) y J.L. Etcheverry (Trad.). En : _____ Obras completas. Vol. 14. Buenos Aires : Argentina: Amorrortu. 2001

Éticas contemporáneas: una interpretación del pluralismo ético en la Corporación Universitaria Lasallista*

Juan Manuel Uribe Cano**,
Jairo Augusto Alvarado Sánchez***

Resumen

La ética como pluralidad tiene sentido en tanto hunde sus raíces en el mundo de la vida. Lo práctico proviene de lo inmediato, del mundo cotidiano, allí encuentra su origen. Uno de los aspectos que exploramos en el presente artículo es mostrar cómo la comprensión es transversal al comportamiento teórico y reflexivo de los hombres; sin ella no es posible evidenciar la pluralidad de formas de vida, de elecciones y decisiones humanas, pues lo plural, como condición universal de la ética, es precisamente, el movimiento constante de ese mundo cotidiano.

Contemporary ethics: an interpretation of ethical pluralism at corporación universitaria lasallista

Abstract

Ethics as a plurality makes sense if its roots are based in the world of life. Practical things come from the immediate, from the daily world. One of the aspects explored in this article is a demonstration of how comprehension is transversal to the theoretical and reflexive behaviors of men. Without it it is impossible to see the plurality of life forms, elections and human decisions, because plurality, as an universal condition of ethics, is precisely the constant movement of that daily world.

* Derivado de la investigación, *Éticas contemporáneas: una interpretación del pluralismo ético en la Corporación Universitaria Lasallista*. Que contó con el apoyo del Fondo para el Desarrollo de la Investigación de la Corporación Universitaria Lasallista.

** Filósofo, especialista en docencia universitaria, magíster en Ciencias Sociales con énfasis en psicoanálisis, doctorando en Filosofía. Psicoanalista. Docente de la Corporación Universitaria Lasallista y la Universidad de Antioquia, miembro del Foro del Campo Lacaniano y de Apertura, Sociedad Psicoanalítica de Buenos Aires, Argentina.

*** Licenciado en Filosofía, especialista en Docencia Universitaria, Orientación Educativa y Desarrollo Humano, magíster en Educación. Docente Coordinador de los programas de Educación de la Corporación Universitaria Lasallista.

Introducción

El presente artículo parte de una preocupación: el creciente pluralismo ético que se vive dentro del mundo contemporáneo, más exactamente, en el mundo de los jóvenes de la Corporación Universitaria Lasallista (CUL). Efectivamente, las realidades locales no son ajenas a los grandes acontecimientos globales y a las revoluciones sociales que se desprenden de los medios de comunicación, el establecimiento de sociedades de consumo, y un mundo en el que predominan riesgos e incertidumbres creadas o fabricadas (Giddens). Todo este conjunto de transformaciones generales que afectan considerablemente los contextos locales inciden profundamente en el comportamiento de nuestros jóvenes. Los diferentes dispositivos de la cultura, representados hoy en los medios masivos de comunicación y en diversos artefactos tecnológicos, los mecanismos de desregulación a los que apelan los Estados liberales actuales, y el establecimiento de una sociedad en la que la socialización se presenta través del mercado alteran profundamente el *ethos* de todos nosotros y con ello nuestras prácticas, ritos, momentos de ocio, además de las valoraciones que permanentemente hacemos frente al mundo y otros seres humanos.

Obviamente, las instituciones universitarias no son ajenas a estos acontecimientos. La universidad, como institución abierta, es un caldo de cultivo para la pluralidad: ello no sólo lo evidencia la diversidad profesional sino también la diversidad de formas de vida que en ella se dan. A pesar de nuestro carácter confesional, la nuestra es una Universidad en la que convergen diversas formas de ver el mundo y la vida, lo cual la hace profundamente pluralista y abierta. Por ello, podría decirse que la CUL es un microcosmos que refleja lo que acontece en el ámbito global, un pequeño lugar en el que se hacen presentes diversas formas de sentir, pensar y actuar, socialmente construidas pero también en construcción. Sin embargo, a pesar de que el pluralismo podría valorarse como un aspecto positivo, pues en él reside la posibilidad de ampliar los horizontes de comprensión y lograr una sociedad más incluyente y abierta, existen diferentes problemas que tienen que ver con la convivencia. El primer problema está ligado con la heterogeneidad de los tiempos -generacionales-, sobre todo en la relación docente-alumno. Pareciera como si en muchas ocasiones profesor y alumno estuvieran en dos continentes profundamente distanciados, como si ninguno de los dos pudiese explicar los contextos del otro. La ausencia de una mediación que logre comunicar ambas esferas es evidente, lo cual mina profundamente las formas de consenso y acuerdo, un aspecto vital para la convivencia. Por consiguiente, sería deber de nuestra investigación dar cuenta de ese proceso, pensar esa ruptura, esa brecha cada vez más grande entre profesor y alumno.

Un segundo problema, que está ligado al primero, tiene que ver con la pluralidad de motivaciones y valoraciones de los estudiantes. En la mayoría de las ocasiones las formas de lealtad que vinculan a los estudiantes carecen de objetivos

a largo plazo, lo cual lleva a que haya un conflicto entre los contenidos académicos y las valoraciones. Pareciera como si la educación y la academia tuviesen que competir con el mundo del consumo, de la publicidad y del goce estético, propio de las sociedades contemporáneas. Como lo dicen los mismos estudiantes, la academia debe hacerse divertida, no ser nunca monótona, ser dinámica y llamativa. Esto evidencia que el mundo académico requiere de estrategias que permiten salvar dicha distancia, es decir, pensar en una educación más preocupada por los contextos y lo cotidiano. Por otra parte, existen problemas ligados a la convivencia que se desprenden, evidentemente, de la pluralidad de formas de vida. Los conflictos y las rivalidades pueden ser el anverso de la pluralidad, y a pesar de que en nuestra universidad no ha habido “escándalos” de gran magnitud en este sentido, la violencia es siempre una expresión que depende de la falta de mediaciones que permitan traducir o interpretar los contextos de los otros.

En este contexto, partimos de un presupuesto que se convierte en el requisito fundamental para la acción y la transformación de esta: la comprensión. De ahí nuestra intención de realizar una interpretación de dichos fenómenos culturales haciendo reflexivas las prácticas, los ritos y los momentos de ocio, entre otros comportamientos. Es en la comprensión real de dichos fenómenos donde está la clave de la transformación.

Asumimos la convicción de que la clave está en que dicho proceso comprensivo extensivo a los estudiantes nos daría mayor posibilidad de acción y de libertad, tanto en lo subjetivo como en el espacio colectivo e institucional. Así, un efecto de este proceso en la acción educativa en la universidad nos permitiría no solo una información sobre las coordenadas de pensamiento y acción de nuestros estudiantes sino la redirección de procesos formativos en la Universidad, sobre todo en el área de formación humana, donde está aglutinado el campo del análisis y formación ética, permitiendo pensar contextualmente la educación en las sociedades de hoy.

Entre lo fáctico y lo dialógico: la tarea cotidiana de la comprensión

Una suerte de tensión constante se manifiesta en el interior del pensamiento hermenéutico alemán a propósito de las concepciones que Martín Heidegger y Hans-Georg Gadamer tienen en relación con el asunto de la comprensión. Jürgen Habermas, por ejemplo, plantea entre estos dos autores una continuidad en el pensamiento, un predominio de las mismas preocupaciones que penden en un hilo rojo que los conduce, en tanto que para otros autores, como es el caso de Rüdinger Bubner, se vislumbran diferencias sustanciales en ambas posturas interpretativas. Para este autor, en un artículo publicado con el título *Acerca del fundamento del comprender*¹, la concepción de comprensión de Heidegger, anclado en el *dasein* (ser-ahí), se distancia considerablemente de la noción de comprensión que expone Gadamer, para quien dicha comprensión se extiende por procesos dialógicos.

Otras diferencias notables entre Heidegger y Gadamer son expuestas por Carlos B. Gutiérrez². Para éste, ambos proyectos parecen tener dos concepciones distintas de lo que es la comprensión: de un lado, la comprensión no se refiere a la aprehensión de un objeto particular, no se trata de aprehensión de cosas que están “aparentemente” distanciadas del ser. La comprensión, en este sentido, no es un aspecto meramente cognitivo sino ontológico; por otro lado, la comprensión para Gadamer solo se puede presentar en una convivencia, debe contar con los otros. Así, la comprensión tiene el carácter de intersubjetiva puesto que quien se encuentra en disposición de comprender debe someter su subjetividad a una comunidad que la desborde, esto es, debe realizar proyecciones que le permitan salir de los determinantes previos anticipados a su juicio.

Pareciera pues que existe una idea contraria a la que plantea una continuidad entre la “hermenéutica de la facticidad” en Heidegger y la apuesta dialéctica de Gadamer, debido a la concepción que cada uno tiene sobre la comprensión, precisamente lo dialógico en contravía a lo fáctico del *ser ahí*.

No obstante lo anterior, antes de tomar el riesgo de mostrar las divergencias entre ambos autores, es menester exponer en qué puntos convergen, qué acuerdos pueden establecerse entre estos pensadores y mostrar, además, las consecuencias que dichas concepciones han tenido para el desarrollo de las ciencias humanas.

Por lo pronto, a manera de aperitivo, se puede decir que la comprensión no se trata de una actitud del sujeto frente a un objeto; se trata de una orientación práctica, de una actividad, de un elemento que constituye esencialmente al “mundo de la vida”. Si bien puede haber divergencias entre las dos concepciones, la vida expresada en la cotidianidad es el acuerdo fundamental al que apunta la comprensión.

En nuestra época, el principal heredero del movimiento racionalista frente al problema de la comprensión es Husserl. Ante la imposición de un mundo de apariencias sin discriminación alguna, el mejor camino será la búsqueda de la verdad. Husserl, como un continuador de la tradición racionalista, encuentra una salida a través de una reducción fenomenológica, en una actitud “crítica” frente al mundo circundante, frente a ese mundo impuesto. Para Husserl, en su proyecto, la “actitud natural” de los individuos en el mundo aparece como uno de los mayores obstáculos, una de las barreras que impiden que toda intención filosófica tenga la verdad en su horizonte. De ese mundo circundante, lleno de fenómenos de sociologismo, de psicologismo y de culturalismo, hay que escapar para alcanzar la soberanía de la consciencia autónoma.

De esta manera, Husserl no hace más que continuar con el proyecto platónico, tal como lo menciona Zygmunt Bauman: “Platón, en su famosa metáfora de la caverna, hizo inteligible el problema que casi dos y medio milenios más tarde motivaría la pregunta de Husserl”³. En consecuencia, toda actividad del comprender debe estar condicionada por una renuncia a ese “mundo de la vida”. Incluso, en

su pensamiento tardío donde dio mayor historicidad a la fenomenología trascendental, Husserl considera que para que las ciencias sociales se conviertan en un remedio efectivo contra la crisis de la humanidad europea, es menester que haya una actitud desinteresada frente a los prejuicios que privan a los hombres de la verdad, que dichos prejuicios sean puestos entre paréntesis (*epoché*). Así, lo cotidiano, ligado al mundo del prejuicio, debe ser desechado, se necesita de un esfuerzo suprahumano que separe al mundo real como verdad unitaria de la representación de dicho mundo⁴. Husserl, pues, desprecia radicalmente esta “vida cotidiana” como fuente de comprensión, incluso, cuando en sus obras tardías otorga cierta legitimidad a ese “mundo de la vida” y a la “actitud natural”⁵; la filosofía de la consciencia y la racionalidad monológica siguen siendo las anclas fundamentales de la fenomenología.

Bastante particular es el hecho de que gran parte de los discípulos de Husserl haya tomado caminos diferentes a este presupuesto. Es evidente que tanto Heidegger como Gadamer devuelven la dignidad al mundo de la vida como antecedente estructural a la comprensión. De igual parecer es Alfred Schütz, quien en su sociología comprensiva y fenomenológica hace del *Lebenswelt* (mundo de la vida) el territorio fundamental para la configuración de lo social. El mundo vivido, que otrora se convirtió en blanco de represiones, se torna en la fuente fundamental de la comprensión. A partir de este momento, el distanciamiento de la vieja escuela será nombrado con diversos términos que apuntan a la reivindicación de ese mundo. El “ser ahí” y su mundanidad, la historicidad y prejuicialidad de la comprensión humana, la “actitud natural” y el “mundo de la vida”, todos términos rechazados por el proyecto husserliano, serán en adelante el hogar de una nueva tradición académica del mundo germano que en el siglo XIX será denominada las “ciencias del espíritu”, una tradición que no solo rompe con toda concepción anteriormente planteada y continuada desde el platonismo, sino que estará más atenta al territorio verdadero de toda reflexión filosófica.

Heidegger es el primero que, a partir de la hermenéutica de la facticidad, emprende el primer ataque crítico contra el sistema filosófico que pondera y centra al sujeto como ente regulador y *princeps* de todo conocimiento. Esta denominada “metafísica de la subjetividad” encuentra sus límites en la fuerte crítica emprendida por Heidegger de la cual Gadamer, uno de sus más reconocidos y aventajados discípulos, comenta de manera magistral:

El fin de Heidegger era el de delimitar el pensamiento de la subjetividad y desvelar el prejuicio ontológico de la fenomenología y de la investigación filosófica que se encuentra detrás de éste. Heidegger, “en una época en que se disuelven todas las tradiciones y ya no existe un algo común indiscutible, su modo de proceder fue, en mi opinión, básicamente correcto al no suponer otra solidaridad sino aquella en que todos los seres humanos se encuentran unidos, de una forma

natural, siendo ésta la situación límite del ser en cada caso, mío (...) del morir y de la muerte...”⁶.

La crítica de Heidegger no se refiere pues, solamente a Husserl, sino a la tradición filosófica occidental en general. Una noción, tal vez la más simple, elemental, pero al mismo tiempo potente, se convierte en el aporte fundamental del pensador alemán. Esta noción se centra en la idea de que la comprensión es un modo de ser; dicho de otra manera, la comprensión no es una cuestión meramente cognoscitiva o epistemológica, sino una cuestión ontológica. En consecuencia, la comprensión es esencial a la existencia humana. A partir de esto, hay una distancia de Heidegger con los filósofos que tienen como fundamento filosófico la atemporalidad, enfocándose en la existencia y su manifestación, es decir, en la vida cotidiana, en la forma más pura y simple de la existencia.

Buena parte de su obra muestra la inquietud de Heidegger por el olvido que la filosofía occidental tuvo al respecto de las prácticas cotidianas y habituales y los interrogantes sobre la vida humana. Ese olvido de lo cotidiano llega a la cumbre más alta con la modernidad, es un abandono agresivo acompañado de una cierta forma de saber que cosifica y objetiva al mundo, distanciando a ese objeto del ser mismo. Por esto, en numerosas obras de Heidegger, se hace más que evidente esa preocupación por lo cotidiano -territorio que resbala de las manos del pensar racional científico- y su intención por remarcar los límites de esa conciencia racional objetivadora. El rechazo de la vida cotidiana por parte de Husserl en su fenomenología trascendental encuentra un antagonismo con Heidegger para quien hay un reencuentro del ser con el mundo.

Tal reconciliación del ser con el mundo es patente en una lección titulada *Introducción a la fenomenología de la religión*, dictada en el semestre de invierno de 1920. Es manifiesta en este curso, desde el comienzo mismo, la incomodidad de Heidegger frente a la concepción moderna que pretende emular los logros de la ciencia natural, esa actitud “objetivadora” del hombre de ciencia. Heidegger dice de manera categórica lo siguiente:

El problema de la comprensión propia de la filosofía se ha tomado siempre muy a la ligera. Si se toma el problema radicalmente, se cae en la cuenta de que la filosofía brota de la experiencia fáctica de la vida para volver luego a ella. “Es fundamental el concepto de experiencia fáctica de la vida. Con la designación de la filosofía como comportamiento racional y cognoscitivo no se consigue nada, sucumbiendo así al ideal de la ciencia. Así sólo se esboza justamente la dificultad principal”⁷.

La filosofía en este sentido carece de un carácter “objetivante”. Toda tentativa objetivante de burlar lo cotidiano, de omitir la vida, tiene como pretensión omitir los condicionamientos culturales e históricos; de esta manera toda reflexión que se diga filosófica queda descontextualizada. Por ello, dirá Heidegger, “La experiencia de la vida es algo más que una experiencia que toma nota, ya que

constituye la posición total activa y pasiva del hombre con respecto al mundo”⁸. A partir de tal afirmación, Heidegger denuncia una filosofía monológica, sin sentido, fortalecida esencialmente por nociones tales como Verdad, Bondad, Razón, Esencia, Realidad; de hecho, desde los comienzos mismos de la modernidad, el presupuesto de partida será la existencia de un sujeto cognoscente que, a partir de un proceder metódico, puede dar cuenta de una serie de criterios objetivos.

Así, a la filosofía, a partir de la anulación del ser-en-el-mundo, le es ilícito obrar de manera metódica para la objetivación del mundo y, a su vez, se distancia radicalmente de la ciencia en la medida en que lo que progresa es la ciencia, no la filosofía. Todo progreso posible solo es posible de ser constatado en lo actual y solo es aplicable en el mundo técnico y científico, de tal suerte que para la filosofía, la pregunta y la reflexión siempre se reactualizan como retorno de lo pretérito, de lo ya pensado. La reflexión filosófica, entonces, tiene el carácter de circularidad puesto que llega siempre al mismo lugar.

El método científico, por su parte, ya hace parte de la configuración del progreso de la ciencia; por ejemplo, en el campo de la ciencia natural, los triunfos se constatan en el desarrollo de diversos campos temáticos que solo pueden ser constatables objetivamente. En este sentido, la objetividad es el único garante del éxito y el progreso de la ciencia. La racionalidad delimita así fronteras entre los diversos saberes posibles, saberes que se constituyen como sectores colonizados y como progreso mismo de la ciencia. Esa función taxonómica de la racionalidad es lo que contribuye a que desaparezcan las ambivalencias y se garantice el progreso, ya se ha dicho, mediante la objetivación, la delimitación y el nombramiento de las cosas, de aquellos territorios no cartografiados. Frente a esta forma del proceder científico, Heidegger encuentra varios problemas. Lo cotidiano, a diferencia de lo formulado por el pensar científico moderno, para quien ello no es más que un mundo aparente objetivable, es el mundo de lo fáctico, el mundo que se vive, un mundo que se resiste a cualquier tipo de objetivación y cuantificación.

Si examinamos la experiencia fáctica de la vida sólo según la dirección del contenido experimentado, lo que se experimenta, lo vivido, se designa como “mundo” y no como “objeto”. “Mundo” es algo dentro de lo que se puede vivir (en una objetualidad no se puede vivir).

Al mundo se lo puede llamar formalmente mundo circundante (...), esto es, lo que nos sale al encuentro, aquello de lo que forman parte no sólo cosas materiales, sino también objetos ideales, ciencias, arte, etc. En este mundo circundante está también el mundo compartido con los otros; es decir, los otros hombres según una característica fáctica concreta: como estudiantes, docentes, parientes, superiores, etc. Y no como ejemplares del género científico-natural homo sapiens... también está en la experiencia fáctica de la vida el yo-mismo, el mundo propio. En la medida en que yo pueda sumirme en la ciencia y el arte, de modo que viva totalmente entregado a estos, hay

que decir que el arte y la ciencia son mundos genuinos de la vida. Pero también son experimentados al modo del mundo circundante. No se los puede, en cambio, delimitar mutuamente con rigidez ni considerarlo como conformaciones sueltas ni preguntar por su relación recíproca ni subdividirlos en géneros y especies (...)⁸.

La humanidad, por lo tanto, se encuentra sujeta al mundo circundante, no hay objetivación alguna en ese vivir el mundo; así se trate de objetivarlo, la vida humana se supedita a las relaciones del hombre con el mundo. Previo a cualquier pensar reflexivo, previo a todo proceder metódico, el hombre padece “mundanamente” el mundo. No obstante esto, hubo un olvido por parte de la filosofía de ese territorio de las cosas inmediatas donde no hay un proceder objetivante sino la pura vida; el pensar filosófico, cubierto por el mundo antiguo y continuado en el moderno, dio cuenta de ese olvido de lo fáctico del mundo como tal. El sujeto sufre una separación del objeto, una sustracción del ser y emerge, por consecuencia, una perversión del pensamiento, ajeno, sin duda, al pensar filosófico. Se desdibuja así el horizonte frónético y práctico puesto que la cosificación y el distanciamiento del ser con el mundo languidecen al existir del instante, a la vida. La comprensión, a su vez, antes de presuponer que se trata de una disposición subjetiva ante el dominio de ciertas cosas aprehensibles, parte del hecho mismo de que está en el mundo, cosa poco obvia para el pensamiento occidental quien ataca desde el presupuesto anteriormente mencionado.

La comprensión, entonces, como parte del mundo, que tiene en su horizonte lo práctico, se encuentra más allá de cualquier metodización posible y, por consecuencia, la hermenéutica no se reducirá a la mera interpretación de textos. Si bien el siglo XIX se caracterizó por dar a la hermenéutica el estatuto de ser una teoría interpretativa rigurosa, habrá con Heidegger un viraje importante; un cambio cuya revolución se hace más patente con Hans-Georg Gadamer. Heidegger anticipa de manera significativa lo que posteriormente plantearía en *Ser y tiempo*, esa forma de ver la hermenéutica a la luz de su *Ontología*. Hablar de hermenéutica no se limita, entonces, a una tarea interpretativa o una teoría de la interpretación; implica, más allá de esto, aludir a una “iluminación”, puesto que “la hermenéutica tiene la labor de hacer al existir propio de cada momento accesible en su carácter del ser al existir mismo, de comunicárselo, de tratar de aclarar esa alienación de sí mismo de que está afectado el existir...”⁹. No obstante, esta aclaración no se diferenciaría del distanciamiento de la oscura caverna de Platón, un deslumbramiento frente a una verdad iluminadora eterna, inmutable, estática. Se trata de algo práctico, de un moverse en el mundo, de un apropiarse inteligentemente del mundo, de un bien actuar frente a las cosas que sorprenden al hombre en su camino, de una “racionalidad” práctica que se desarrolla existencialmente, es decir, por medio de experiencias y fracasos, en definitiva, experiencialmente. De este modo, no hay diferencia alguna entre la hermenéutica y la facticidad, pues una es necesariamente la otra, es decir, que la hermenéutica es un aspecto existencial que supera la intencionalidad. Para decirlo de otro modo en palabras de Heidegger:

La hermenéutica no es una especie de análisis movido por la curiosidad, artificialmente tramado y endosado al existir. Considerando la propia facticidad es como debe determinarse *cómo* y *hasta qué* punto aquélla pide interpretación propuesta. Así, pues, la relación entre hermenéutica y facticidad no es la que se da entre la aprehensión de un objeto y el objeto aprehendido, al cual aquélla solamente tendría que ajustarse, sino que el interpretar mismo es un cómo posible distinto del carácter de ser de la facticidad. La interpretación es algo cuyo ser es el del propio vivir fáctico. Si llamamos, aunque sea impropriamente, a la facticidad “objeto” de la hermenéutica (como las plantas son el objeto de la botánica), diremos que ésta, la hermenéutica, se encuentra en su propio objeto (esto es, como si las plantas, lo que son y como son, fueran la botánica)...¹⁰.

Aunque la hermenéutica y la comprensión no sean lo mismo, ambas implican que haya una apertura al mundo, a lo fáctico. Aunque no tengan la misma significación, la interpretación es lo que permite que la comprensión pueda ser esclarecida. La interpretación es el esfuerzo de apropiación y de cuidado de lo que se comprende, la herramienta necesaria para ese fin práctico de los hombres en toda comprensión; es la interpretación lo que permite a los hombres arreglárselas frente al mundo; de allí la idea de que toda interpretación y toda comprensión sean un proyecto: “quien quiere un comprender realiza siempre un proyectar” (Gadamer), pues para la interpretación no hay una tarea distinta que no sea la superación y la apertura a lo novedoso y extraño del mundo que busca filiarse con el ser.

Esto es precisamente lo que constituye esa noción del *dasein* en Heidegger que desarrolla fuertemente en *Ser y tiempo*. El *dasein* se encuentra constituido con esa apertura del ser en el mundo que constituye lo siempre nuevo que se hace familiar mediante la tarea de la comprensión. Ella, la comprensión, y el carácter concreto de la interpretación tienen, a su vez, un carácter circular y vital; toda vez que se procede a emprender el trabajo de comprensión, de apertura hacia lo nuevo que aparece en el mundo, siempre aparece un primer sentido que se anticipa a la constitución real de aquello que se busca comprender. Ello significa que siempre habrá un prejuicio, un juicio previo que desborda a quien intenta comprender; la lectura del mundo, de las cosas, siempre es hecha con una expectativa distinta a esa cosa misma que se lee. Empero, y esto con una característica paradójica, siempre que se busque la apertura hacia lo otro o los otros, será necesario que se despoje de todo juicio previo y toda preconcepción: esta postura hermenéutica permite la evidencia del cambio del intérprete; es decir, toda comprensión del mundo es, a su vez, comprenderse. Este es el carácter de la proyección, el cual es un trabajo de invención y rediseño constante de lo comprendido, una tarea interminable de todo hombre. La hermenéutica, en este sentido, consiste en hacer familiar aquello que es extraño, darle al mundo el estatus de consanguinidad con el ser; la interpretación es, con todo esto, el desarrollo del comprender, por lo cual interpretación y comprensión van de la mano puesto que en la interpretación la comprensión se apropia de lo comprendido, comprendiendo. En la interpretación no

hay una modificación de la comprensión en otra cosa, es el comprender mismo, y éste se constituye como el territorio existencial donde se funda la interpretación. Allí hay una diferencia radical con el pensar moderno; no se trata ahora de un conocimiento sobre lo que es comprendido; la interpretación consiste en el desarrollo de las posibilidades proyectadas en el comprender¹¹. Dicho de otra manera, la interpretación real de algo se fundamenta en el *dasein*, en el estar arrojado hacia el mundo: la comprensión como circularidad es la fundamentación en el ser de la comprensión, es la afirmación constante del mundo en lo cotidiano. Aquí radica un carácter ético desprendido de la posibilidad de eludir, de saltar el obstáculo determinista del mundo de los objetos, una ética instalada en la convivencia, en la posibilidad de construir una comunidad del sentido de las cosas. Así lo expone Miguel Ángel Ruiz:

En una crítica abierta a la determinación del ser humano como animal racional que ha caracterizado al pensamiento clásico, la concepción del estar humano desde los conceptos del estar arrojado y del proyectarse abren nuevos horizontes para la acción. No se trata de averiguar por la esencia de lo humano, sino por el modo efectivo como acontece, se manifiesta y se realiza la existencia humana. En este sentido, el interés básico del pensar se expresa en una comprensión de la praxis humana. La acción es el lugar primario de manifestación de la vida humana, lo que implica aprender a ver los compromisos, responsabilidades, decisiones, tempestades de ánimo, así como fracasos, dolores, crueldades, expectativas y posibilidades que constituyen el hecho humano de existir(...)¹².

¿Quiere decir esto que hay una reivindicación de una filosofía práctica? Tal vez con el riesgo de tropezar en nuestro trayecto, se puede ver que parte de lo hasta aquí expuesto puede dar indicios para recurrir a un sí como respuesta. No obstante, la intersubjetividad que surge allí con los otros parece no ser tenida en cuenta en las formulaciones de Heidegger en los años de 1920, lo cual le da traspés a una respuesta afirmativa de la pregunta planteada. Pese a que el *ser ahí* sea, a su vez, *estar con (mitzsein)*, la intersubjetividad aparece como algo al margen de las reflexiones de *Ser y tiempo*. Será el Heidegger más tardío el que prestará mayor relevancia y tendrá mayor preocupación frente a esta cuestión, al introducir el habla como fundamento del ser del humano¹³.

Gadamer será quien avance un poco más sobre las aproximaciones que lega Heidegger, y construirá un proyecto, clave por lo demás, para la constitución de las ciencias sociales y humanas^a. En la misma línea que Heidegger, el dardo crítico de Gadamer se dirige fundamentalmente hacia esa verdad metódica constituida por el pensar científico. Su crítica consiste en dar de nuevo legitimidad a los

a Para consultar sobre la influencia de la hermenéutica en las ciencias sociales, se pueden consultar las siguientes obras: Cf. Anthony Giddens, *Las nuevas reglas del método sociológico. Crítica positiva de las sociologías comprensivas*. Buenos Aires: Amorrortu Editores. 2007; Zygmunt Bauman, *Legisladores e intérpretes. Sobre la modernidad, la postmodernidad y los intelectuales*. Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes. 1997; Richard Rorty, *La filosofía y el espejo de la naturaleza*. Madrid: Ediciones Cátedra. 1995.

campos del saber que no pueden ser ocupados por la racionalidad científica. Sin embargo, más allá de las formulaciones heideggerianas en *Ser y tiempo*, Gadamer incluye a los otros en esa tarea de la comprensión. Así, la filosofía y las ciencias sociales tienen como tarea fundamental una actividad de interpretación que haga comprensible a los “otros”, es decir, que se haga posible esa comunidad entre mundos que se encuentran, en sus propias palabras: “*fusión de horizontes*”. La filosofía, entonces, se convierte para Gadamer en una fuente de clarificación y expansión de la tradición por medio de la conversación, por medio del diálogo. El siguiente pasaje puede esclarecerlo mejor:

Intentemos decirlo de otro modo: ¿qué significa, entonces, arte? Y además: ¿qué es el arte de comprender? Si enunciara su proposición suprema, el arte de comprender significaría seguramente que nunca somos suficientemente capaces de comprender al otro. Y que nunca somos capaces tampoco de comprendernos a nosotros mismos; esto sucede de todos modos. Estos son los verdaderos hechos originarios hermenéuticos. Por eso la conversación es la forma auténtica en la cual el hombre aprende a orientarse realmente en su mundo. A través de la conversación no logra, por supuesto, estar de acuerdo sin crítica. Ése no es el sentido de la conversación. El sentido de la conversación es solo el continuar ininterrumpidamente; en realidad, no puede detenerse nunca. Cuando entablamos una conversación o nos enredamos en ella, entonces hablamos nosotros mismos y el lenguaje lo enuncia así; fui a parar a una conversación; o incluso, me enredé en una conversación. Nos tuvimos que desprender. Pero ¿de qué? Del hecho de que permanentemente se presenta algo nuevo acerca de lo cual queremos entendernos, alguna cosa que sucede en nuestra vida entre seres humanos¹⁴.

La conversación, en este caso, es una actividad cotidiana y como tal escapa a cualquier tentativa de metodización. No hay una regla estándar previamente instituida que determine la conversación. Por ello, en Gadamer, la hermenéutica es un acercamiento a experiencias por fuera de lo científico en las cuales también hay un gobierno de la verdad. Así, en *Verdad y método*, tal vez la obra capital de este autor, se pone de manifiesto lo siguiente: “de este modo las ciencias del espíritu vienen a confluir con formas de la experiencia que quedan fuera de la ciencia; con la experiencia de la filosofía, con la del arte y con la de la misma historia. Son formas de experiencia en las que se expresa una verdad que no puede ser verificada con los medios de que dispone la metodología científica”¹⁵. Por ello, las ciencias del espíritu no son en ningún momento inferiores a las ciencias naturales. A ello se suma el hecho de que una gran parte de la tradición del pensamiento occidental ha sido insuficiente en su método para dar cuenta de los bienes más predominantes para el hombre: el ideal humanista de *formación*, así como también el *sensus communis*, el *gusto* y la *capacidad de juicio* dan cuenta de una serie de prácticas a las cuales la ciencia no tiene acceso alguno, por lo cual el único acceso para ellas es la experiencia misma de la vida, pues se trata de un saber

práctico que nada tiene que ver con hallazgos, observaciones, experimentaciones científicas, etc. Gadamer, igual que Heidegger, trata de emancipar la comprensión de la influencia que sobre ella puede tener la ciencia natural; en este sentido no es la ciencia la que determina la comprensión, sino que ella, la comprensión se condiciona por la historicidad del ser humano, puesto que el ser humano en sí mismo es la encarnación de la historia. En consecuencia, no se trata de ese poner al prejuicio en *epoché* al estilo de Husserl; se trata de un reconocimiento propio de la historia, de aquello previo que se encuentra determinado a partir de una suerte de tradiciones de comunidades humanas que nos anteceden. No obstante, tal tradición no es determinante, no nos encontramos ligados completamente a estas tradiciones, no hay un pasado absoluto en la relación del hombre con su historia; se necesita que haya una deliberación, la conversación misma, el hablar y escuchar, la apertura hacia lo otro para conseguir superar esos prejuicios. De ahí que para la comprensión sea necesario estar dispuesto a la escucha y, por lo tanto, a perder en el juego de la vida¹⁶.

El prejuicio en la comprensión, a diferencia de lo que había planteado Husserl, no es un obstáculo, sino que pasa a ser un requisito fundamental para ésta; se trata de un retorno a lo natural del estado del hombre, al caos en el cual los hombres no tienen gobierno alguno. Pretender que la razón sea el cosmos del mundo es pretender que sea la tradición misma la que gobierne y, por ello, no tendría nada que decir: "... la posibilidad de que la tradición sea verdad depende del crédito que le concede la razón. La fuente última de la autoridad no es ya la tradición sino la razón"¹⁷. Alasdair Macintyre es pertinente en este contexto para criticar la tradición moderna. Los seres humanos son, en buena medida, lo que ellos han heredado; siempre hay algo del pasado que se actualiza en el presente¹⁸. Hay un desconocimiento, empero, o un olvido más bien de la ilustración a propósito de la historia, mostrando al hombre sin ligazón alguna a su historia, un ser humano sin contexto alguno y, en esa medida, una *tabula rasa* que comprende lo nuevo sin lo pretérito, pues la historia y la tradición no son más que fardos con los cuales carga el hombre y de los cuales debe ser liberado. No obstante, el esfuerzo de la ciencia y del método en el ámbito de las ciencias del espíritu será siempre en vano, pues los hombres están sujetos siempre a lo pre-fabricado, a lo anterior, a la historia, a un mundo cotidiano ya interpretado con anterioridad: "por eso los prejuicios de un individuo son, mucho más que sus juicios, la realidad histórica de su ser"¹⁹.

Hay una determinación y condicionamiento de toda existencia humana; ella se encuentra circunscrita a posiciones de diversa índole que condicionan la manera de interpretar del intérprete; por lo anterior, hablar de una "comprensión cotidiana" tiene que ver con las cosas vividas en lo cotidiano, con las prosas del mundo que no tienen que ver con un pensar cognoscitivo. En tal contexto, toda comprensión comienza con eso vivido, con una situación primera en la que todo hombre se encuentra ubicado de igual forma y solo la apertura a dialogar con

otros podrá liberar del prejuicio para llegar a dicha comprensión, en un primer momento no sería posible hacer una supresión del yo y de los prejuicios que lo habitan, pero será la disposición a la conversación el segundo movimiento constitutivo del comprender.

En el comportamiento de los hombres entre sí lo que importa es, como ya vimos, experimentar el tú realmente como un tú, esto es, no pasar por alto su pretensión y dejarse hablar por él. Para esto es necesario estar abierto. Sin embargo, en último extremo esta apertura solo se da para aquel por quien uno puede dejarse hablar, o mejor dicho, el que se hace decir algo está fundamentalmente abierto. Si no existe esta mutua apertura tampoco hay verdadero vínculo humano. Pertenerse unos a otros quiere decir siempre al mismo tiempo oírse unos a otros. Cuando dos se comprenden, esto no quiere decir que el uno “comprenda” al otro, esto es, que lo abarque. E igualmente, “escuchar al otro” no significa simplemente realizar a ciegas lo que quiera el otro. Al que así actúa se le llama sumiso. La apertura hacia el otro implica, pues, el reconocimiento de que debo estar dispuesto a dejar valer en mí algo contra mí, aunque no hay ningún otro que lo vaya a hacer valer contra mí²⁰.

La interpretación yace en esa apertura anteriormente expuesta. La conversación-red tejida es un juego en el cual los jugadores allí implicados se atrapan y se envuelven para que se disuelva su subjetividad; lo común de esa apertura hacia el otro es el desvanecimiento de lo propio de la particularidad; de allí que haya una fuerte resonancia en el hecho de que no haya un lenguaje privado, en el sentido en que lo planteaba Wittgenstein, puesto que la conversación nunca es impuesta, implica ella un consenso más que una dominación -puede decirse voluntad de poder- que consistiría en una imposición del más fuerte al modo de Trasímaco -el sofista platónico de la *República*-, un consenso que es transformación de lo privado a lo común, donde se deja de ser, “donde ya no se sigue siendo el que se era”²¹.

La razón, como consecuencia de este planteamiento, deja de ser algo absoluto e independiente. Esta razón, a partir de esto, es una razón práctica, histórica y lingüística, que tendrá, a su vez, ecos profundos en la constitución de las ciencias sociales y humanas. Al hablar de *razón histórica* se afirma la idea de que es menester la comprensión de grandes configuraciones conceptuales que son expresiones particulares de algunos momentos y de algunos contextos. Para decirlo de otro modo, la historicidad de los discursos y los léxicos hace que estos sean falibles, es decir, no son verdades eternas, fijas y absolutas como el modo de la verdad de la ciencia y la tradición occidental lo ha querido mostrar. La verdad, en tal sentido, se encuentra fijada en la historia y solo puede ser comprendida a partir de las circunstancias y los momentos específicos en que ella emerge.

Como *racionalidad práctica*, hay un surgimiento en la historia de Occidente que tiene consecuencias no menos importantes. Toda tentativa por temperar las relaciones humanas, por posibilitar que dichas relaciones se construyan bajo

ciertos artificios como la democracia o los derechos humanos es testimonio de esta racionalidad. Finalmente, como *dialógica*, la racionalidad se presenta bajo la forma de un giro hermenéutico que ha sido, a su vez, un giro lingüístico. Emerge una preocupación por otorgarle al lenguaje una importancia mayor de la que se tenía anteriormente, importancia del lenguaje común para la creación de un sentido del mundo y como fundamental en el quehacer práctico de los hombres. De allí que haya una cierta convergencia entre lo planteado por Wittgenstein en sus *Investigaciones* y la obra de Gadamer.

Gadamer retoma estos espacios marginales del determinismo racional; por medio de su hermenéutica y el análisis de la racionalidad, aparece precisamente una reconquista de estos campos que el determinismo había dejado por fuera. Efectivamente, en este punto es posible citar lo que dice Jean Grondin al respecto, pues sirve de soporte para esto: "... para Gadamer era más importante distanciarse un poco de esta arrogancia técnica, que quizá se basaba en un olvido de la finitud humana (...), para volver a honrar la virtud del diálogo, de la capacidad de escucharse unos con otros"²². El mundo compartido por otros, el mundo de la vida es, por lo tanto, una consecuencia del lenguaje, afirmación que ya enunciaría Aristóteles para quien el lenguaje es lo que dirige y lo que libera.

Gadamer y Heidegger no agotan este tema, siempre abierto, de la comprensión como actividad cotidiana. Alfred Schütz ha sido un continuador de esta empresa por medio de su sociología fenomenológica. Schütz es, pues, un continuador de las reflexiones de los autores anteriormente expuestos, que encuentra en el mundo cotidiano el territorio de posibilidad en el cual Husserl encontraba límites, problemas y obstáculos. Aquello del prejuicio puesto en *epoché* era para este autor el tema de preocupación, cuya relevancia se encuentra en el aspecto existencial de la vida humana: "como Heidegger, y al contrario de Husserl, Schütz consideraba el mundo vital 'ingenua y pre-reflexivamente dado' no como algo 'puesto entre paréntesis', sino, por el contrario, como el campo que el estudioso de los fenómenos sociales nunca debe abandonar, como el hábitat natural del problema de la comprensión"²³. No obstante lo anterior, la tentativa de Schütz es sociológica, que no filosófica. Sus planteamientos tienen una finalidad meramente práctica que consiste en hacer de la comprensión una herramienta para orientar a los hombres en el hacer, una creación de sentidos comunes en la sociedad humana. Por lo tanto, el problema para Schütz se centra más en el método que en la finalidad misma. El *quid* no hace parte de su preocupación, no se trata del *qué* es la comprensión sino del *cómo* comprenden las personas, es decir, cuáles son los medios con los cuales los hombres enfrentan el mundo. A diferencia de Durkheim o Max Weber, quienes se interesaron en buscar una respuesta por la naturaleza de la sociedad y una explicación de ella, Schütz en su sociología busca responder, más bien, por la forma en que la sociedad se constituye; es decir, va hacia las prácticas que invisible y progresivamente generan diálogo, conflicto y sujeción, teniendo, en este sentido, una orientación similar a la de Georg Sim-

mel: “La sociología de Schütz, por el contrario, adopta la misma postura frente al mundo social que Kant tomó hacia el conocimiento en general: quiere meditar sobre las condiciones bajo las cuales todo objeto puede adquirir ese ‘lo que es’, o todo hecho cultural puede alcanzar su individualidad”²⁴.

La sociología, por consecuencia, no tiene como objeto de estudio solo la ‘sociedad’ como una estructura colectiva, sino también la *doxa*, el lugar de encuentro de sentido en una comunidad de hombres que hacen cultura y patrimonio social. En este sentido converge Schütz con Bauman; el sentido común, la *doxa*, que emerge en ese mundo cotidiano desordenado para el cosmos positivista, es el lugar donde se construye la sociedad y será, por tanto, el objeto de estudio de la sociología fenomenológica. Tal tentativa puede ser expuesta por el siguiente párrafo, profundamente convergente con lo que plantea Schütz:

En los estudios sociológicos no hay equivalentes de los aceleradores enormes ni de los radiotelescopios. Toda la experiencia que proporciona la materia prima para las conclusiones de la sociología (...) es la experiencia de la gente común en la vida común y cotidiana; una experiencia en principio accesible a todo el mundo, aunque a veces no sea así en la práctica; una experiencia que, antes de ser colocada bajo la lupa de un sociólogo había sido vivida por alguien más: un no sociólogo, una persona no entrenada en el uso del lenguaje sociológico, no acostumbrada a ver las cosas desde un punto de vista sociológico. A fin de cuentas, todos vivimos en compañía de otras personas e interactuamos con los demás. Todos hemos aprendido muy bien que lo que tenemos depende de lo que otras personas hagan. Todos nosotros hemos atravesado más de una vez la dolorosa experiencia de una ruptura de la comunicación con amigos y extraños. Todo aquello de que la sociología habla está ya en nuestras vidas. Y así debe ser, puesto que de otro modo seríamos incapaces de manejar nuestros asuntos. Vivir en compañía de otras personas requiere una gran cantidad de conocimiento; y ese conocimiento se llama sentido común²⁵.

Por ello Schütz apunta a una sociología elemental al estilo heideggeriano. Aunque continúa en cierto sentido con la prosa husserliana, serán dos de sus discípulos, Thomas Luckmann y Peter Berger, las coordenadas clave para el estudio de las diferentes formas bajo las cuales se construye la realidad social, evidenciando cómo la vida cotidiana se impone ante la conciencia y la racionalidad: “la tensión de la consciencia llega a su apogeo en la vida cotidiana; es decir, ésta se impone sobre la consciencia de manera masiva, urgente e intensa en el más alto grado”²⁶ Las motivaciones pragmáticas de rutina son lo que determinan, en este sentido, lo más próximo, lo inmediato de la vida, el mundo circundante. Son los objetos “típicos” y “naturales” aquellos que determinan los intereses humanos, intereses que, por lo demás, contando con que se establecen en un mundo cotidiano, siempre serán intersubjetivos en la medida en que haya comunicación e interacción: “no puedo existir en la vida cotidiana sin interactuar y comunicarme continuamente con otros”²⁷. El mundo objetivable, no en un sentido positivista, sino como comunidad del mundo entre los hombres, es la condición de la exis-

tencia, más allá de los intereses particulares de cada uno; se trata, por ello, de una realidad compleja que anula la consciencia individual; tal realidad es ese mundo inmediato que es común a los hombres que habitan el mismo espacio. Que esa realidad común anule lo individual de la consciencia es fácil de evidenciarse con la tentativa de los filósofos y los sociólogos; tentativas que ponen de manifiesto el tránsito, siempre complejo, de la actitud natural a la teórica. El mundo, pese a todo, se impone y es casi imposible burlarlo.

Nuestro sentido común nos da como consabido el mundo de todos los días y, por lo tanto, acentúa su realidad en tanto que nuestra experiencia práctica compruebe la unidad y congruencia de este mundo como válidas. Aun más, esta realidad nos parece absolutamente natural, y no estamos dispuestos a abandonar nuestra actitud hacia ella, a menos que hayamos recibido un sacudón específico que nos fuerce a irrumpir a través de los límites de estas provincias “finitas” de la comprensión para apartar su característica realidad²⁸.

No se pueden medir con el mismo rasero todos los aspectos involucrados en la cotidianidad, puesto que el mundo circundante está constituido por esferas de diversa índole. En un primer lugar encontramos lo que es del orden de lo rutinario, mientras que, por otro lado, se encuentran aspectos que tienen que ver con lo ajeno, siempre complejo y problemático. La comprensión emerge, precisamente en este momento, en la medida en que lo rutinario, lo que se tiene siempre como supuesto, es alimentado, de algún modo, por nuevas experiencias. La incorporación de nuevas formas de conocimiento a los presupuestos de la existencia de los hombres es lo que permite la emergencia de nuevos sentidos comunes para la sociedad, por lo cual la comprensión, de esta manera, es un ejercicio siempre extensible de creación de comunidad. Por ello, dirá Schütz:

... el mundo de la vida cotidiana es la región de la realidad en que el hombre puede intervenir y... puede modificar mientras opera en ella mediante su organismo animado (...). Al mismo tiempo, las objetividades y sucesos que se encuentran ya en este ámbito (...) limitan su libertad de acción. Lo ponen ante obstáculos que pueden ser superados, así como entre barreras que son insuperables...²⁹.

Hay, en consecuencia, una continuidad de lo que Simmel planteaba cuando Schütz, dando cuenta de las “cosas mismas”, de lo inmediato del mundo, no se aparta un segundo del conocimiento común; la sociología tendrá pues como finalidad el estudio de lo cotidiano, reorientado y reorganizado.

Schütz ha encontrado en Heidegger y Gadamer un soporte fundamental para la formulación de su sociología. Dicha influencia ha permitido la emergencia de una nueva comprensión de las ciencias sociales y humanas, permitiendo, además, que se abran discusiones en torno al carácter práctico de la actividad del comprender. Por esta vía encontramos la ética como un vecino aliado a las consideraciones que tienen que ver con ese mundo cotidiano, el mundo de la vida (*Lebenswelt*),

condición *sine qua non* y principio para cualquier tipo de reflexión. Hernando Orozco nos muestra, de hecho, que la vida cotidiana puede llevar a pensar diversos tipos de humanidades que sean ellas *contextuales y vivenciales; inmanentes y funcionales; narrativas y creativas*; y, finalmente, *dialógicas e integradas*. Ello quiere decir que las ciencias humanas deben tener en cuenta que la condición humana es falible y contingente; en consecuencia de ello, las ciencias humanas deben contar con lo cotidiano y deben ser prácticas para ello, unas ciencias humanas que tengan más apertura a la pluralidad humana.

Lo que evidencia este breve recorrido es que la ética, lo práctico, proviene de lo inmediato del mundo cotidiano, allí encuentra su origen. Por tal motivo, teniendo en cuenta que la comprensión es transversal al comportamiento teórico y reflexivo de los hombres, no es posible que haya una condición universal de un código de mandamiento moral, es decir, la condición universal de la ética es, precisamente, lo plural, lo siempre en movimiento de ese mundo cotidiano. Si bien, la ética ha sido fundamentalmente olvidada por el pensamiento racional moderno, sólo en el marco de esta reflexión podremos encontrar pistas para describir la génesis de la sociedad contemporánea como pluralidad ético-moral.

Referencias

1. Rüdinger Bubner, "Acerca del fundamento de comprender". En: *Isegoría*: Madrid. N° 5. Mayo, 1992. p. 6.
2. Carlos B. Gutiérrez, "Del círculo al diálogo. El comprender de Heidegger a Gadamer". En: *Temas de filosofía Hermenéutica. Conferencias y Ensayos*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia – Ediciones Uniandes. 2002. p. 178
3. Zygmunt Bauman, *La hermenéutica y las ciencias sociales*. Buenos Aires: Ediciones Nueva Visión, 2002.
4. Cf. Edmund Husserl, *Invitación a la fenomenología*. Barcelona: Paidós. 1992.
5. Cf. Edmund Husserl, *La crisis de las ciencias europeas y la fenomenología trascendental*. Barcelona: Editorial Crítica. 1991.
6. Gadamer, Hans-Georg, *El giro hermenéutico*. Madrid: Ediciones Cátedra. 1998. p. 21.
7. Martin Heidegger, *Introducción a la filosofía de la religión*. México: Fondo de Cultura Económica. 2006. p. 39.
8. *Ibid.*, p 42
9. Martin Heidegger, *Ontología. Hermenéutica de la facticidad*. Madrid: Alianza Editorial. 1999. p. 33.
10. *Ibid.*, p.34.
11. Heidegger, M. *El ser y el tiempo*. México: Fondo de Cultura Económica. 2007. p. 166.
12. Miguel Ángel Ruiz García, "Comprensión dialógica del pensamiento y de la vida humana en las filosofías de Heidegger y Gadamer". En: *Ciclo de seminarios forjadores*

- del pensamiento en Occidente y sus reflexiones sobre la educación*. Medellín: Universidad de Antioquia. 2001. p. 317.
13. Martin Heidegger, "Holderlin y la esencia de la poesía". En: *Arte y poesía*. México: F.C.E. 1958.p 104.
 14. Gadamer, Hans-Georg "Lenguaje y música. Escuchar y comprender". En: Gerhart Schröder y Helga Breuninger (compiladores), *Teoría de la cultura. Un mapa en cuestión*. Buenos Aires: F.C.E. p 19.
 15. Hans-Georg Gadamer, *Verdad y método I*. Salamanca: Ediciones Sígueme. 2003. p 24.
 16. *Ibíd.*, p 335.
 17. *Ibíd.*, p 339.
 18. Lasdair Macintyre, *Tras la virtud*. Barcelona: Editorial Crítica... 2001. p. 273.
 19. H. Gadamer. *Verdad y método I*. Op. Cit., p 344.
 20. *Ibíd.*, p 438.
 21. *Ibíd.*, p 458.
 22. Prefacio del editor Jean Grondin de: Hans-Georg Gadamer, *Antología*. Salamanca: Ediciones Sígueme. 2001, p. 10.
 23. Z. Bauman, *La Hermenéutica...* Op. Cit., p. 169.
 24. *Ibíd.*, p 180.
 25. Zygmunt Bauman, *Pensando sociológicamente*. Buenos Aires: Ediciones Nueva Visión. 1994, p.15.
 26. Peter L. Berger y Thomas Luckmann, *La construcción social de la realidad*. Buenos Aires: Amorrortu Editores. 2006, p. 37.
 27. *Ibíd.*, p 38.
 28. Alfred Schütz, *Collected papers*. La Haya: Martinus Nijhoff. 1967. Vol. I. pp. 343-344. Citado por: Z. Bauman, *La Hermenéutica...* Op. Cit., p. 169.
 29. Alfred Schütz y Thomas Luckmann, *Las estructuras del mundo de la vida*. Buenos Aires: Amorrortu Editores. 2003, p. 25.

Parentela y territorialidad: la familia negra en la apropiación y construcción del espacio

Lucía Mercedes De la Torre Urán*

Resumen

Introducción. La constitución de la familia negra en Colombia tuvo un papel protagónico en el modelo de poblamiento tradicional mediante troncos familiares y en las formas de resistencia como pueblo. **Objetivo.** Analizar las lógicas de apropiación del espacio utilizadas por la comunidad afrocolombiana del Pacífico en su proceso de construcción de identidad étnica o de construcción de espacio social. **Metodología.** Investigación etnográfica en catorce comunidades de la zona del Pacífico colombiano, desde 1990 hasta 2002, con la elección temática producto de un proceso de observación y participación comunitaria durante siete años (1990 a 1997) que permitió la recolección de la información que luego se consolidó en el trabajo de campo realizado entre 1998 y 2002 en los departamentos de Chocó, Valle, Cauca y Nariño. **Resultados.** La forma familiar negra es un camino más de resistencia y una clave organizativa, dada la fuerza que le imprime a la dinámica social de la comunidad negra. La familia se constituye en una unidad que incluye territorio y cultura. En la familia y en la comunidad hay una clara definición de roles que han cumplido una función armónica en la constitución del espacio social; pero en la medida en que estos roles empiezan a sufrir alteraciones, fruto más de la aculturación que de la endoculturación, se ve la incidencia en la dinámica del grupo. Es así como se observan los efectos en las relaciones de género, las prácticas productivas, las pautas reproductivas y, por ende, en la estructura familiar y organizativa.

* Vicerrectora Académica de la Corporación Universitaria Lasallista. Psicóloga de la Universidad San Buenaventura – Medellín. Magíster en Desarrollo Rural de la Pontificia Universidad Javeriana – Bogotá. Doctora en Antropología y Sociología de lo Político de París 8 – Francia.

Kin and territory: black families in the ownership and construction of space

Abstract

Introduction. Black families' constitution in Colombia had a very important role in the traditional settlement model by family trees and in the ways of resistance as people. **Objective.** To analyze the logic of ownership of spaces used by African-Colombian communities in the Pacific region during their ethnic identity construction process or the construction of social space. **Methodology.** An ethnographic research work was developed in fourteen communities from the Colombian Pacific region, from 1990 to 2002, with a thematic choice produced by an observation and participation process made in the community in a seven years period (1990-1997) which allowed the collection of the information consolidated between 1998 and 2002 in a field work done in the Chocó, Valle, Cauca and Nariño provinces. **Results.** The black family form is another way to resist and is also an organizational key, given the strength it gives to the social dynamics of the whole black community. Family is a unit that includes territory and culture. In the families and the communities there is a clear definition of roles which have accomplished a harmonic function in the constitution of social space, but, as these roles have change due to acculturation more than to enculturation processes, the incidence in the group dynamics can be seen. Those effects affect gender relationships, production practices, and reproduction thus affecting, also, family and organizational structures.

Introducción

El tema del presente capítulo hace parte de la investigación denominada *Territorio: apropiación y relaciones sociales en los afrocolombianos. La representación y sacralización del territorio tradicional*, desarrollada como tesis para el doctorado en Antropología y Sociología de lo Político de la Universidad París 8 de Saint Denis - Francia. En él se aborda la familia negra desde su composición y dinámica, a partir de los siguientes ejes temáticos: la identificación de los roles de los miembros de la familia, de acuerdo con el género y la edad; las relaciones de parentesco biológico, de afinidad y simbólico; el concepto de persona en el cual se fundamenta la dinámica familiar, según el género y la edad; y los principios y normas que regulan las relaciones en la familia negra en Colombia o familia afrocolombiana.

La variable parentela y territorialidad explicita la tríada etnia-cultura-territorio en la relación del poblamiento autónomo y el parentesco, en la que se “reivindica la cul-

tura, la familia y el territorio como una unidad social con la cual se ejerce militancia. . . Ello se ejerce a través del parentesco, la cultura y las actividades económicas”¹.

El estudio de la familia negra en Colombia tuvo como punto de referencia los datos obtenidos sobre la composición y dinámica de la familia afronariñense en cinco subzonas representativas de lugares de Tumaco –Nariño- o aledaños a este municipio, que a continuación se indican.

1. Zona Urbana de Tumaco: barrios La Cordialidad, Avenida La Playa, Buenos Aires, La Floresta, Panamá, El Herrera, Unión Victoria, Viento Libre, La Ciudadela y El Pindo.
2. Zona de la carretera: La Espriella, Pueblo Nuevo y Cajapí.
3. Zona de río: comunidades de los ríos Chagüí, Patía, Satinga y Tapaje.
4. Zona de mar: El Charco, La Playa, Salahonda y Garzero.
5. Zona minera: Barbacoas.

Desarrollo

El estudio de la familia en general, y afrocolombiana en particular, está articulado a todo un entramado social, tanto regional como nacional, ya que ella en sí misma constituye la sociedad como reintegración de comunidades para el caso del pueblo negro en Colombia.

El parentesco conecta familias y conecta espacios, es el principio de reintegración de comunidades que desde el siglo XVII fueron colocadas en la costa pacífica (sic) para actividades mineras, allí construyeron comunidades de parientes, se movilizaron o fueron desarraigadas de sus espacios ribereños hacia haciendas del interior o a otros ríos, establecieron contactos con otras comunidades y mantuvieron la referencia de sus lugares nativos para identificar su procedencia y su pertenencia a troncos familiares de ríos, reales de minas o pueblos².

En la conexión entre familias y espacios que constituyen sociedad, las transformaciones económicas, sociales, jurídicas, religiosas, culturales, así como los cambios mundiales políticos y económicos producen impactos de diferente índole sobre la familia como institución, como estructura y como grupo social. La familia negra no está aislada de esta cambiante realidad regional, nacional e internacional.

La familia negra tiene incluso ante sí un elemento adicional: la ley 70 de 1993, expedida a partir del nuevo marco constitucional del país, en donde se reconoce la especificidad de la comunidad negra en Colombia, y con ello sus derechos étnicos, que la interpelan sobre su identidad y conformación real como pueblo.

1 ROMERO VERGARA, Mario Diego. *Sociedades negras en la costa Pacífica del Valle del Cauca durante los siglos XIX-XX*. Premio Jorge Isaacs 2002. Colección de Autores Vallecaucanos. Secretaría de Cultura y Turismo de la Gobernación del Valle del Cauca. Cali: febrero 2003. P. 42. 240pp.

2 *Ibíd.* p28

Caracterización de la Familia Negra

La caracterización de la familia negra hay que realizarla por fuera del concepto de “familia nuclear”, sin negar que este tipo de familia esté también presente en esta comunidad, dentro de un escenario de gran diversidad tipológica.

La profundización del estudio de la familia negra permite la ampliación del estudio de los orígenes africanos. En relación con los orígenes africanos, considera Bateson que la realidad afroamericana puede relacionarse con las realidades africanas del pasado y del presente, por lo que basa su propuesta de análisis en el concepto de “*huellas de africanía*”: consideradas como el bagaje cultural sumergido en el subconsciente iconográfico de los esclavos y esclavas y transformado creativamente a lo largo de los siglos. Para este autor, las formas familiares de las poblaciones negras en América son expresión de nuevas elaboraciones de estas huellas de africanía, por lo que su estudio debe partir de algunas características generales de la familia africana, como las siguientes:

- En las sociedades africanas tradicionales el individuo aislado no existe, por lo que la familia no es una isla, ni en su formación ni en su funcionamiento.
- La base de la familia africana es la familia extendida, pues el matrimonio hombre-mujer no es el origen de una familia, sino la ampliación de una ya existente.
- En esta familia extendida, la fuerza está en los lazos de consanguinidad sobre los de conyugalidad; los primeros determinan la estabilidad de la familia; por eso, la fase polígama, que sigue a una fase monógama en el ciclo conyugal, ha sido mal interpretada al analizarla como compuesta por múltiples familias con un esposo-padre en común.

En cuanto a las características de la familia negra en Colombia, en el estudio de caso realizado en el Bajo San Juan por María Cristina Tenorio, se resalta el carácter prolífico de madres y padres, con toda una serie de cargas simbólicas y sociales que lleva al rechazo del control de natalidad: un hijo o hija brinda estatus de adulto a la pareja; teniendo muchos hijos, la mujer conserva a su marido. Además, la identidad de la mujer está dada por el hecho de ser madre. Las fronteras del rol de mujer se confunden con las de ser madre; una mujer adulta sin hijos se ve como una mujer incompleta.

Sin embargo, no se puede negar que la incidencia de los organismos estatales de planificación familiar están cambiando las pautas tradicionales de reproducción de la población negra, pues han llevado a mujeres jóvenes, entre los 22 y los 25 años, a hacerse la ligadura de trompas, lo que tendría gran incidencia en la disminución del crecimiento de la población.

Los hijos e hijas en la familia negra son vistos como compañía y como ayuda para el trabajo; por ello, desde muy temprana edad son inducidos a convertirse en seres autónomos, autosuficientes, capaces de valerse más rápidamente por sí mismos, para que puedan insertarse lo más pronto posible a la economía doméstica.

Además, dadas las difíciles situaciones en las que comúnmente vive la familia negra, el hecho de que los niños y niñas se valgan por sí mismos se constituye en un mecanismo de defensa.

El papel de la mujer negra está relacionado con sus deberes en la formación y socialización de los hijos, por ello, se le considera la “hacedora de comunidad”. El rol del hombre es muy distinto; desde el proceso de socialización existe una clara división de las funciones ligadas al sexo. El hombre empieza a migrar por razones laborales y, fruto de ello, establece diferentes uniones y procrea hijos. Del hombre se espera que engendre hijos desde muy joven, y no se cuestiona que se desatienda de ellos. Además, el reconocimiento de los hijos e hijas es hecho por la comunidad, que es quien sabe de quién se es hijo o hija, independiente de que lleve o no los apellidos de su padre y es considerado, por lo tanto, como miembro de la respectiva familia paterna.

La identidad masculina está relacionada con la capacidad de tener mucha descendencia, preferiblemente varones, en varias mujeres. El padre ve al hijo como su sucesor en la cadena de generaciones. De esta forma, la condición social del hombre está garantizada al tener una prole numerosa, para que le ayude a trabajar y para asegurar la continuidad del linaje y del grupo.

Por todo lo anterior, María Cristina Tenorio considera las apreciaciones de Virginia Gutiérrez de Pineda con respecto a las relaciones hombre-mujer y a la función paterna: inestabilidad de las parejas, machismo de los negros del Pacífico, paternidad irresponsable y centralización de la familia negra en torno a la figura de la madre, como una conceptualización realizada desde una perspectiva moderna y feminista impregnada de etnocentrismo, que hace ver las características culturales de la sociedad hegemónica, como lo positivo, y su ausencia, como lo negativo.

Fernando Urrea, por otro lado, confirma la existencia de la matrifocalidad como un eje central de la familia negra, por lo menos en las zonas rurales. Él también señala actualmente un papel más activo de la mujer en la escogencia de sus compañeros para una relación marital o sexual. En la familia afrobrasileña, por ejemplo, los desarrollos teóricos más recientes muestran la existencia de una modalidad de poliandria abierta y sin cohabitación con la pareja masculina que podría presentarse también, según Urrea, en el caso colombiano, superando así los planteamientos clásicos que encasillan la familia afrocolombiana en un modelo cerrado de poligamia masculina o poliginia.

Para Urrea habría que repensar las categorías utilizadas hasta el momento de poliginia y poliandria como modelos cerrados, sobre todo en un contexto de urbanización y movilidad espacial de las poblaciones afrocolombianas, y sugerir la constitución dinámica plural en los arreglos y negociaciones de las uniones, al tiempo que hay la permanencia de un orden matrifocal, el cual sería el soporte del grupo doméstico en el largo plazo.

El trabajo interdisciplinario realizado por Alexander Cifuentes sobre el proceso de poblamiento del municipio de Quibdó muestra una mayor inserción de la población negra a la sociedad dominante, lo que tiene sus efectos principalmente en las relaciones de género, las pautas reproductivas y, por lo tanto, en la estructura de la familia.

Héctor Segura, por su parte, al estudiar la familia en Coteje (Timbiquí – Cauca), se aproxima a la esfera de la vida doméstica, partiendo del concepto de matrimonio desde el punto de vista antropológico, en el que se tiene en cuenta no sólo la relación conyugal entre corresidentes heterosexuales, sino también cualquier otro tipo de enlace. En Coteje (como en la gran mayoría de las comunidades negras), el rasgo fundamental del matrimonio es la unión consensual o “ajunte”, cuyo presupuesto esencial es que no es para toda la vida. Los matrimonios jurídicamente sancionados por la ley civil o eclesiástica no son parte de las costumbres tradicionales sino que son respuesta a la presión social impuesta por la Iglesia Católica.

En la comunidad negra los motivos que llevan a las parejas a constituirse en pareja estable son producto de la presión cultural y las consideraciones de tipo económico. A las mujeres se les presiona culturalmente a conseguir pareja por la exaltación de la maternidad, y a los hombres, por su función como genitores.

Las consideraciones de tipo económico están determinadas por la división sexual del trabajo que hace que el hombre se constituya en una ayuda para la mujer y su grupo doméstico, como proveedor y como fuerza de trabajo, mientras que la mujer puede colaborar con el hombre realizando tareas que culturalmente han estado prohibidas para él, como los oficios domésticos.

Otro rasgo característico es que socialmente no se hace una distinción entre hijos “legítimos e ilegítimos”; así, cuando un hombre no reconoce a un hijo como suyo, nunca es considerado como ilegítimo o bastardo.

Segura elaboró una tipología de la conformación de los grupos domésticos identificando momentos del ciclo doméstico y asociándolos con el ciclo vital de los individuos.

De la gran diversidad en la conformación de estos grupos, su movilidad y su permanente adaptación a las circunstancias, destaca tres momentos que señala ejes centrales para entender las características esenciales de la familia en Coteje: la primera unión, el matricentrismo y las segundas esposas.

En la **primera unión** de la pareja, la familia de la mujer ejerce un control sobre ella, dejando de ser la unión un asunto privado. Del hombre se espera que sea generoso en los regalos y que establezca vínculos de colaboración con la familia de la mujer.

Al reconocerse socialmente la unión entre el hombre y la mujer, los jóvenes se van a vivir a la casa de los padres de ella; él desempeñará el papel de proveedor, y ella se dedicará al trabajo doméstico. La autoridad del hombre en el interior de la residencia

y del grupo extenso se limita a su esposa e hijos. En este período de la primera unión se vive la monogamia. Luego, dependiendo de cómo transcurra la relación, se puede continuar con las prácticas monogámicas, pasar a la poliginia o presentarse la disolución de la pareja, quedando la mujer con los hijos en casa de sus padres.

Dentro de estas tres posibilidades, se destaca la presencia del “**matricentrismo**”, como forma que reaparece en uno y otro momento del ciclo familiar.

Los hombres, ante la ruptura de la relación conyugal, no se sienten obligados a suministrar una ayuda económica para sus hijos, por lo que la díada madre-hijo o hija sería el eje central de la familia, sin ignorar la familia extensa como otro eje en el análisis del funcionamiento y conformación de dichos grupos domésticos.

En lo que hace referencia a las “**segundas esposas**”, asociadas al matricentrismo, identifica la presencia de la poliginia por parte de los valores y las uniones sucesivas en las mujeres.

Al hombre se le concede el derecho de mantener simultáneamente el número de relaciones que desee, mas no así a las mujeres, en quienes ello representa, en algunos casos, causa suficiente de separación para el hombre.

El argumento fuerte en el discurso del hombre para atraer a la mujer lo constituye la promesa de ayudarle económicamente a la familia de ella o del sostenimiento de los hijos e hijas de las anteriores uniones, si los ha habido.

Estos datos característicos se pueden cotejar con la información que a continuación se entrega sobre la familia afronariñense, la cual fue sucesivamente contrastada en las diferentes zonas de trabajo de la investigación.

La Conformación de la Familia

La familia negra aparece en el momento en que entraron en producción las minas a lo largo de los ríos del litoral Pacífico. En tales circunstancias, la familia se constituyó en condiciones de desproporción numérica entre los sexos, donde la mujer jugó un rol importante que llevó, en los siglos posteriores, a pensar en un tipo de familia “desorganizada”, desde un punto de vista eurocéntrico³.

¿Cómo se define la familia afronariñense y quiénes hacen parte de ella?

La respuesta de la comunidad afronariñense, al preguntársele quiénes hacen parte de su familia, remite inicialmente a la familia nuclear. Pero, al indagar en la dinámica de esta familia negra, se van encontrando otros vínculos de parentesco que dan cuenta de la caracterización que se ha hecho de la familia afrocolombiana como familia extensa. La constitución de familia parte de los lazos de consaguinidad, compadrazgo, afinidad y paisanaje.

3 ROMERO, Diego Mario. Relatoría de tres talleres sobre “Problemáticas Afrocolombianas” Ponencia en el taller “Discusión sobre los estudios de familia negra en la sociedad colombiana”. Laboratorio de Culturas Negras. CIDSE. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad del Valle. Cali, agosto 4 y 5 de 1995. p.8.

Es reiterativo, por ejemplo, encontrar el establecimiento de vínculos de parentesco simbólico, en donde emergen la institucionalidad de la vecindad y el compadrazgo como parte de la familia; incluso, con mayor fuerza, el reconocimiento del vecino dentro de esta parentela, ya que “el vecino es más que familia, porque en un momento de desesperación es el que primero le tiende la mano a uno”.

La noción de familia está fundamentada en la ayuda recíproca. “Familia es con quien yo puedo contar y quien puede contar conmigo”.

Posiblemente por ello la respuesta negativa y tajante en las mujeres al responder si consideran o no al marido como familia, pues a él se le ve como un abandonista potencial, que en cualquier momento puede irse de la casa, olvidándose de sus obligaciones económicas y afectivas. El marido es familia dependiendo del comportamiento asumido por él, “mientras esté encima de la casa, [porque] apenas se baja no se sabe ni quién es ni qué hace”.

La relación de conflicto potencial en la vida de pareja se expresa en la canción “Muerto Malo” del grupo Saboreo:

Dicen que no hay muerto malo,
esa es una gran mentira,
el marido que tenía
’taba acabando con la vida mía.

Tanto como yo lo amé
pero él me hizo llorar,
me engañaba y me golpeaba
no lo puedo perdonar.

Coro

Pa’ que me muera yo
que se muera él.
Él era, un marido malo era.
¿Que le guarde luto yo?
su mamá que lo crió, choss...

Sin embargo, se debe tener en cuenta para la discusión la ambigüedad metodológica que representa la pregunta sobre si es o no familia el marido, ya que efectivamente con el marido lo que se establece es una relación de alianza, mas no de familiaridad consanguínea ni simbólica.

En cada una de las formas posibles de conformar familia prima la del vínculo equivalente a la ayuda mutua. Por ello, no bastan los fuertes lazos de consanguinidad, hay que llevarse bien y ayudarse permanentemente para ser familia, porque la familia no abandona nunca. De esta forma, “familia son todos los que viven bajo un mismo techo: pueden ser sobrinos, primos, ahijados y hasta buenos amigos; porque mientras estén conviviendo en el mismo techo y se comprendan son familia”. La recepción en la casa y el compartir y solidarizarse en la cotidia-

nidad, con sus dificultades, marca los lazos de parentesco y, por ende, el uso del espacio.

Con referencia a los vecinos es bien representativo, en toda la población investigada, el considerarlos

... “como más que familia”. “Ellos son familia... los vecinos también son familia, pues ellos brindan, primero que la familia, una ayuda a uno en caso de necesidad. Un buen vecino es hasta más que un hijo. Los vecinos, a diferencia de los hijos, están siempre ahí. Le coge un dolor a uno... la primera toma se la da a uno el vecino”.

La familia extensa se evidencia entonces en los diferentes lazos de parentesco que se van estableciendo, de tal manera que se tiene real y potencialmente un pariente en cualquier lugar.

El parentesco en la comunidad negra se va extendiendo en la medida en que no hay reglas fijas para las uniones y separaciones, dada la permisividad social para la constitución de nuevas uniones y la disolución de las anteriores. Es una sociedad que no establece juicios de valor ante la libertad de las decisiones personales. Por ello sus miembros se unen y desunen sin la sanción de la comunidad.

Como efecto de las diferentes uniones que se puedan haber tenido, se llega a aportar uno o varios hijos a las nuevas uniones maritales que se establecen. Por esto no es raro encontrar mujeres y hombres criando y respaldando económicamente a los hijos de su pareja.

El hombre, al asumir a una mujer con los hijos que ella tenga, puede llegar, incluso, a descuidar o dejar de responsabilizarse de los hijos tenidos anteriormente con otra u otras mujeres. En el caso de las mujeres, aunque es menos frecuente, ante nuevas uniones puede ocurrir que ella deje a sus hijos a cargo de las abuelas maternas o paternas, especialmente cuando los hijos no han sido consecuencia de uniones estables anteriores sino de embarazos fruto de relaciones temporales.

También se presentan casos en los que la mujer al abandonar a su marido, por los motivos que sea, le deje algún hijo o hija para que lo acompañe o para poder salir más fácilmente de la casa que deja.

De esta forma se llegan a tejer múltiples relaciones de parentesco, en la medida en que se van extendiendo los vínculos, tanto por línea materna como por la paterna, pues la madre puede unirse con un hombre diferente al marido anterior, con quien tiene nuevos hijos que se constituyen en hermanos de primera línea, e igual puede ocurrir con el padre, y se pueden tener también hermanos por parte de él. Y estas uniones es posible que se vayan ampliando una y otra vez. Es esa circunstancia una de las formas por las que el parentesco se extiende.

Vale la pena mencionar que el tema de la poliginia, como característica de la familia negra en Colombia, se ha analizado con una visión etnocéntrica en la que se desconocen o ignoran las razones culturales que pueden o no darle sentido a

este comportamiento. Han faltado por lo tanto análisis históricos que expliquen las raíces culturales, políticas y económicas razón de esta característica en la comunidad afrocolombiana. Tampoco se desconoce aquí el trabajo de Mario Diego Romero quien “intenta establecer una explicación histórica de las dinámicas de reconstrucción social de los afrocolombianos de Pacífico a partir de las familias, la producción o las economías tradicionales y las formas sociales que adquieren estas economías en las adscripciones a los territorios”⁴.

Hoy en día los procesos de cambio que ha vivido la familia negra en Colombia, bien sea por aculturación o por endoculturación, pueden haber hecho perder el sentido inicial en el que se fundamentaba la poliginia dentro de la comunidad afrocolombiana. Un sentido que deja planteado Romero al señalar que

... las economías agrícolas migratorias [] permiten tener en la misma cuenca de un río, o en varios ríos, diferentes zonas para la producción, estableciendo así una amplia movilidad en los espacios y unas amplias relaciones sociales que inciden en la constitución de parentelas que van más allá de las pequeñas áreas poblacionales del asiento inicial de un grupo poblador⁵.

Si el sentido inicial de un comportamiento se va perdiendo, se tienen que analizar desde la propia cultura las razones actuales para vivir de una forma u otra. Por tanto, la poliginia puede haberle dado continuidad al sistema social del pueblo negro al reforzar el sistema de parentesco en las prácticas productivas tradicionales, permitiendo asegurar mano de obra en los diferentes sitios de trabajo, en un esquema de multiopcionalidad y rotación de terrenos.

La crítica a la poliginia, en la interacción con la sociedad dominante, lleva a que los hombres asuman comportamientos clandestinos en los que se incorpora al análisis la connotación de infidelidad no existente en la poliginia. De esta forma, si bien se continúa teniendo más de una mujer no así más de una familia, pues se niega ya la responsabilidad reconocida ancestralmente por la comunidad.

Al perderse el sentido original de responsabilidad frente a las diferentes familias, la consecuencia es el abandono de los correspondientes derechos y deberes tradicionales, pues por tradición el que tenía más de una mujer era porque podía responderles a las diferentes familias, “*sin poner a pasar trabajo a nadie*”.

Lo anterior evidencia que la introducción de cambios, fruto de presiones externas como la censura a la poliginia, no trae consigo la modificación del com-

4 ROMERO, Mario Diego. Familias, economías y reconstrucción social en el Pacífico. P.167. En : 150 años de la abolición de la esclavización en Colombia. Desde la marginalidad a la construcción de la nación. VI CÁTEDRA ANUAL DE HISTORIA ERNESTO RESTREPO TIRADO. Ministerio de Cultura, Distribuidora y editora Aguilar, Altea, Taurua, Alfaguara, S. A. de C. V. Editorial Nomos : Bogotá, 2003. 801p

5 *Ibíd.*, p.168

portamiento, porque en lugar de aparecer relaciones de igualdad y justicia entre los hombres y las mujeres, como es lo que se arguye para la búsqueda del cambio, lo que emerge es una conducta masculina más irresponsable frente a sus obligaciones ancestrales de apoyo económico a sus diferentes familias.

¿Por qué y para qué se establece una familia?

La motivación inicial para la conformación de la familia está en la unión sexual de la pareja.

Las necesidades sexuales de los y las jóvenes son reconocidas, y aceptada su expresión por parte de sus padres. Del reconocimiento y aceptación del deseo sexual que conduce a la búsqueda de pareja da cuenta la canción “Arrechera” del Grupo Saboreo:

Hace tiempo que tengo mamá
una rasquiñita y no aguanto más,
déme, déme un consejo mamá,
déme, déme un consejo papá.

Yo también igual que vos
sentí el amor de esa manera,
yo también igual que vos
me enamoré como cualquiera.

Mija coja su marido
pa' que se le quite la arrechera...
Coja su marido y no moleste más...
pero que le den platica y buen trato,
que no vaya a ser sólo
por un rato como pasa hoy.

La conformación de la nueva pareja la marca frecuentemente la presencia de un embarazo no programado, dentro de unas relaciones sexuales usualmente no controladas. Por lo que llega a ocurrir que si un joven “malogra” a una muchacha, ella tiene que irse para la casa de los suegros si ha quedado embarazada, para que allá la mantengan.

Aunque no deja de ser común que los jóvenes no asuman la responsabilidad de los hijos, y queda entonces la muchacha embarazada bajo el amparo de sus padres. Pues incluso, ante las nuevas uniones establecidas, las madres de las mujeres prefieren que la nueva pareja se quede junto a la familia femenina, como una forma de mantener cierto control sobre la nueva pareja, pues...

... uno como mujer quiere saber cómo le va a ir a la hija de uno... para que de pronto no vaya a salirle muy mal marido y la ponga a sufrir desde joven. Es que uno como madre ya sabe lo que es vivir con un hombre. Por eso, si la hija es muy joven y está cogiendo por primera vez marido, para irse a sufrir a otra parte mejor

que se queden con uno, para conocer cómo se comporta el muchacho. Porque caras se ven, corazones no⁶.

La descendencia, aunque llega con mucha frecuencia sin programarse, hace parte de la alegría de saber que se está procreando, asegurando la perpetuación de sí mismo, de la familia y, por ende, de la comunidad.

La llegada de los hijos e hijas se asume también como una “inversión”, al constituirse en el ahorro futuro, pues los hijos e hijas representan la motivación para la lucha por la subsistencia en el presente y la esperanza, puesta en ellos y ellas, de que el futuro puede ser mejor.

Los hijos e hijas aseguran la compañía y alegría del momento actual y la asistencia en el momento de enfermedad y muerte. Por ello, parir o engendrar hijos tiene una gran valor simbólico: “uno no puede quedarse sin hijos, ¿quién va a ver por uno después?”. Así que si no se tuvo hijos(as) o éstos ya crecieron, “es bueno tener siempre su muchachito o muchachita en la casa”, criando ya sea a los nietos o a los hijos de otros, de forma que se tenga siempre “a quien mandar” y “quien le monte su olla a uno o le pase su vaso de agua, en caso de enfermedad”.

Los hijos(as) son, además, una distracción e intermediación entre la pareja. Con ellos o ellas se logra la armonía y el bienestar en la casa, pues “ya con hijos o hijas, los hombres se cuidan más de irse a puños con su mujer”. “Los niños [y las niñas], le distraen la mente a uno y le cambian el pensamiento de cosas malas”.

No obstante, el trato que se les brinda a los niños y a las niñas es, en reiteradas ocasiones, muy fuerte y rígido, coartando muchas veces la expresión infantil. Se hace frecuentemente uso de la violencia física y verbal en los castigos. Existe la creencia de que “el dar látigo”⁷ es un mandato divino y por lo tanto es una obligación su práctica. “Al muchacho hay que darle látigo pa’ que se ajuicie. El látigo es una herencia divina, así lo dejó Dios”.

Dentro de las formas de castigo aún persiste también el uso de los “orines trasnochados”. Se usa en los niños y niñas muy rebeldes, “...eso los compone”.

Cabe anotar que se observa una disminución de la violencia en los castigos físicos a los hijos e hijas: ya se practica menos el colgarlos amarrados a la viga transversal de la construcción de la casa para darles látigo, o mojar éste antes de pegar con él o quemarles las manos ante algunos comportamientos.

Hoy en día incluso se llega a un polo opuesto: de una violencia física se pasa a una total laxitud, en la que ya no se permite la práctica tradicional del regaño por

6 Comentario hecho en uno de los talleres programados para la recolección de la información en Tumaco Urbano, en el Centro de Catequesis de las Misioneras Carmelitas, en julio de 1999.

7 Castigo infantil en el que se emplea un látigo hecho con el cuero de la vaca que se tuerce en dos o más vueltas.

parte de cualquier persona mayor de la comunidad que sorprendiera al muchacho o muchacha en un comportamiento socialmente no aceptado.

Formas de parentesco simbólico

La familia extensa no sólo se asegura desde la amplitud de relaciones consanguíneas, sino también, como ya se dijo, con todo un entramado de parentescos simbólicos.

El valor y reconocimiento de la paternidad y la maternidad, con sus derechos y deberes implícitos, se extiende al acto mismo de la crianza, llegando a tener papá, mamá e hijos de crianza. Incluso, se le asigna el reconocimiento como padre o madre potenciales a quien tenga la posibilidad de brindar orientación y consejo, como es el caso de los tíos y tías, tanto por línea paterna como materna, a quienes se les llama: *“papá chiquito y mamá chiquita”*. En algunos lugares la familia afronariñense extiende la anterior denominación a los hermanos y hermanas mayores y a los abuelos y abuelas.

La fuerza del parentesco que une a los padres y madres con sus hijos(as) de crianza, con sus entenados(as) y con sus ahijados(as) la ejemplifica, entre muchos otros elementos, el derecho de herencia asignado a ellos(as). El hombre en la repartición de su herencia: tierras o minas para trabajar, incluye también a los hijos(as) de su mujer, a los hijos(as) de crianza y a los(as) ahijados(as), si se han criado con los padrinos.

De esta relación amplia de parentesco se derivan una serie de derechos y deberes. Se tiene el derecho a ser reconocido como miembro de una familia y se tienen deberes de servicio y respeto hacia arriba: hacia un abuelo, así no sea pariente consanguíneo y hacia la generación del padre y la madre y sus afines. Y deberes de ayuda y protección hacia abajo: los hermanos, primos y menores de edad necesitados.

Esta amplitud de relaciones no puede leerse como desorganización e inestabilidad; se está, antes por el contrario, ante una estabilidad extensa, cuyo núcleo se ubica en la relación madre-hijo. Esta relación es la que brinda en últimas la permanencia de la familia, como característica de la matrifocalidad vigente en las comunidades afrocolombianas.

El compadrazgo

El hacerse comadre o compadre tiene por objetivo la unión de las fuerzas naturales con las fuerzas sobrenaturales, necesarias para la atención y crianza de los niños y las niñas.

El parentesco simbólico del compadrazgo permite controlar las relaciones en la comunidad, porque el respeto que se deben tener los compadres y las comadres aleja toda tentación sexual. Por eso, al escoger al compadre o comadre se debe tener presente que no debe existir mucha confianza con ellos, porque la confianza ya es un paso para la pérdida del respeto y da mucha libertad para la expresión física. El respeto se fundamenta entonces en el distanciamiento físico.

Es tal la fuerza de este parentesco simbólico que la juventud actual, en especial los hombres, prefieren no hacerse, cuando jóvenes, compadres de cholo ni de muñeca, por el temor de incumplir la norma del respeto y la distancia sexual.

Para hacerse **comadre o compadre de muñeca** se empieza un juego que lleva todo un rito, en el que se reúnen niñas y niños o solamente muchachas y realizan lo que se llama “*una boda*”. La “*boda*” es una reunión en la cual se comparte la comida hecha por los que están participando en el juego o acto social, mientras departen o conversan.

Para esta “*boda*” se puede construir una casa de juego y realizar dentro de todo este ambiente el bautismo de la muñeca. Tradicionalmente esta muñeca es hecha de pan y el padrino debe comerse la cabeza de la muñeca. Y es el padrino quien se come la cabeza de la muñeca porque quien convida es la madrina o dueña de la muñeca.

El **padrino o madrina de “uña”** preserva al ahijado(a) del comportamiento delictivo del hurto, cortándole por primera vez las uñas y tomándoselas en un vaso de agua.

Con el rito del “*agua de socorro o bautismo de agua*”, así como con el de óleo, el padrino y la madrina introducen al nuevo miembro de la familia en la comunidad, garantizando así la calma de las fuerzas sobrenaturales que perturban a los pequeños y pequeñas que no han sido reconocidos como integrantes de la comunidad.

Esta vinculación en la vida comunitaria inserta plenamente al niño y a la niña en la cotidianidad familiar, que está imbuida en la práctica productiva necesaria para la subsistencia. El bautismo de agua, y el de óleo posteriormente si es posible su realización, dado que éste requiere de la presencia de un sacerdote católico, le permite a la madre o al padre ingresar tranquilamente al monte con el niño o la niña, o dejarlos solos en la casa, sin el temor de que sean llevados por fuerzas extrañas que acechan a los pequeños y pequeñas, o en caso de que ello ocurra ya se tiene una madrina y un padrino a quien acudir para su rescate. Este rescate se logra utilizando el sonido de los golpes del tambor, ejecutados por el padrino.

La madrina ayuda también en caso de la muerte del ahijado(a), para que el niño o la niña llegue tranquilamente al cielo, al ser la responsable de cargarlo (a) durante el “*chigüalo*” o rito infantil mortuorio, sin derramar sobre él o ella lágrimas que dificultarían el proceso del paso del “*angelito*” de esta vida a la otra, por quedarse nadando en el charco producido por el llanto de quienes lo quieren y buscan aferrarlo a esta vida.

La hermandad

La relación entre hermanos y hermanas se da no sólo por consanguinidad, sino también por los vínculos simbólicos que se establecen con los “*hermanos de crianza, de leche y de pila*”.

Los hermanos o hermanas de leche son aquellos que fueron alimentados del seno de una misma mujer, sin ser ella la madre natural de uno de ellos. Y aunque este parentesco se va usando poco entre la población renaciente “porque las madres ya no acostumbran eso” hay quienes afirman: “yo en cambio tuve tres mamás. Mis hermanitos de leche me tienen incluso más en cuenta que los mismos hermanos”.

Es tal la fuerza simbólica del vínculo entre los hermanos y hermanas de leche que entre ellos y ellas no puede haber unión sexual.

El hermano de pila es la relación que se establece entre el ahijado(a) y el hijo(a) del padrino de dicho ahijado(a). Éste es otro vínculo que desconoce la juventud actual, no se sabe si porque va en desuso o porque sólo se toma conciencia de él en la etapa adulta.

Los hijos de crianza

La crianza de hijos o hijas diferentes a los propios se hace porque no tuvo descendencia; porque se tuvo solamente un hijo o una hija; porque los y las que se tuvieron ya están grandes y no se tiene compañía infantil en la casa; porque se ve a alguien pasando trabajos con los hijos e hijas, y se decide ayudar en su crianza.

Las diferentes razones anteriores para tener hijos(as) de crianza descansan en dos núcleos básicos: la necesidad de tener siempre cerca de uno a un menor de edad a quien se le pueda mandar y de quien se pueda obtener compañía, y la solidaridad con quienes pasan dificultades económicas.

Los hijos de crianza terminan expresando una práctica de “*mano cambiada*” en las relaciones sociales, a cambio de obtener compañía y colaboración se le brinda al niño o a la niña la satisfacción, por lo menos, de sus necesidades básicas de alimentación, cuidado y educación.

Se toma como hijo o hija de crianza a los hijos o hijas de algún familiar, a los ahijados, a las nietas y a los mismos entenados o hijastros. Y así como se cogen también se devuelven y se toman otros(as) cuando los que se tiene no cumplen las normas que se les impone: hacer caso, colaborar en la casa y no mantenerse en la calle.

Conclusión

El estudio de la dinámica actual de la familia negra se imbrica con todo un reto social, cultural, económico y político en el contexto de multiculturalidad y pluriétnicidad de la nación colombiana que rompe con la histórica tendencia de una lectura etnocéntrica de la realidad de las comunidades negras del país.

La constitución de la familia negra, como unidad que da razón de ser a la tríada etnia-cultura-territorio fue el espacio primigenio de resistencia en la comunidad negra. Dentro de la historia de la comunidad negra en Colombia, y en

general en toda la comunidad afroamericana, el formar familia fue una más de las expresiones de resistencia ante la esclavitud negra, porque se demostró que ante tanto dolor causado era posible volver a construirse como pueblo a partir de la unión voluntaria y expresa de conformar pareja, de acuerdo con una normativa propia en contravía de cánones establecidos por la sociedad dominante, enfrentando así el dominio por medio de la constitución de comunidades.

El deseo de construir familia significó, entonces, la recuperación de uno de los derechos vulnerados por la esclavitud a la población negra. La posibilidad de conformar familia fue un camino para la construcción de un territorio o espacio social en un proceso de poblamiento particular, cuyo modelo ha sido ribereño, lineal y disperso, determinado en gran parte por la ubicación de las tierras fértiles. La ubicación mediante la apropiación de franjas territoriales se ha llevado a cabo con base en una red de parientes que comparten un sector del río, a partir de troncos familiares, grupo que reafirma su identidad a través del reconocimiento como perteneciente a la línea de descendencia que los liga con los primeros fundadores del asentamiento, siendo a la vez unidad económica y espacio de intercambio de bienes y servicios.

La red familiar es, en definitiva, el conjunto de relaciones de apoyo afectivo o material, en los momentos de consolidación o crisis del ciclo productivo. Las relaciones entre familias y vecindario se confunden en muchos casos con las relaciones intrafamiliares en una comunidad que se estructura con base en el parentesco, a partir del cual construye su espacio social.

Referencias

- COLMENARES, Germán. *Historia Económica y Social de Colombia 1537 - 1719*. Editorial La Carreta. Medellín, 1978.
- CUADERNOS CIDSE, ORSTON y UNIVALLE. *Movilidad, urbanización e identidades de las poblaciones afrocolombianas*. Universidad del Valle. Cali, 1998.
- MOSQUERA, Claudia; PARDO, Mauricio y HOFFMANN, Odile (eds). *Afrodendientes en las Américas. Trayectorias sociales e identitarias. 150 años de la abolición de la esclavitud en Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional UNIBIBLOS, 2002.
- PALACIOS PRECIADO, Jorge. *La Esclavitud y la Sociedad Esclavista*. En: *Manual de Historia de Colombia*. Capítulo IV. Tomo I. Bogotá: Colcultura, 1984.
- PROYECTO BIOPACÍFICO E INSTITUTO COLOMBIANO DE ANTROPOLOGÍA. *Contribución africana a la cultura de las Américas*. Astrid Ulloa edición y compilación. Giro editores. Santafé de Bogotá, 1993.
- ROMERO VERGARA, Mario Diego. *Sociedades negras en la costa pacífica del Valle del Cauca durante los siglos XIX-XX*. Premio Jorge Isaacs 2002. Colección de Autores Vallecaucanos. Secretaría de Cultura y Turismo de la Gobernación del Valle del Cauca. Cali: febrero 2003. P. 42. 240pp.

-----, Relatoría de tres talleres sobre “Problemáticas Afrocolombianas” Ponencia en el taller “Discusión sobre los estudios de familia negra en la sociedad colombiana”. Laboratorio de Culturas Negras. CIDSE. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad del Valle. Cali, agosto 4 y 5 de 1995. p. 8.

-----, Familias, economías y reconstrucción social en el Pacífico. P.167. En: 150 años de la abolición de la esclavización en Colombia. Desde la marginalidad a la construcción de la nación. VI CÁTEDRA ANUAL DE HISTORIA ERNESTO RESTREPO TIRADO. Ministerio de Cultura, Distribuidora y editora Aguilar, Altea, Taurus, Alfaguara, S. A. de C. V. Editorial Nomos: Bogotá, 2003. 801p.

URREA GIRALDO, Fernando. Algunas características sociodemográficas de los individuos y hogares afrocolombianos en Cali. Ponencia. En: Seminario Internacional Identidades y movilidades en el Pacífico colombiano. Universidad del Valle. CIDSE – ORSTOM. Cali, Colombia, 9 al 11 de diciembre de 1998.

Procedencia de la acción de tutela contra sentencia judicial por defecto fáctico en Colombia

Andrés Felipe Zuluaga Jaramillo*

Resumen

La procedencia de tutela contra sentencia judicial es un aspecto polémico y no en todos los Estados se encuentra permitida. En el Estado colombiano, a raíz de la jurisprudencia de la Corte Constitucional, se ha determinado que la misma puede proceder en ciertos casos que eran conocidos como vía de hecho, la cual tenía unas causales específicas para su procedencia. Este concepto de vía de hecho posteriormente se verá superado por el de causales genéricas de procedibilidad de tutela contra sentencias judiciales, y una de dichas causales es el defecto fáctico, del cual se pretende presentar cual ha sido su evolución desde una perspectiva descriptiva y analítica.

Protection action relevance against factic defect judgments in Colombia

* Abogado Universidad de Medellín; estudiante de maestría, último semestre en Derecho Procesal Universidad de Medellín; docente de cátedra Universidad de Medellín, Fundación Universitaria Luis Amigó; docente de tiempo parcial Corporación Universitaria Lasallista. Correspondencia: anzuluaga@lasallista.edu.co, andresfelipezuluaga85@gmail.com

Protective action against a judgment is a polemic act and is not allowed in all of the states. In the Colombian state, as it was declared by the national Constitutional Court, it has been determined that protective action can be relevant for certain cases which were known as a *de facto* way, which had specific causalities for its relevance. This *de facto* concept was later changed for that of *generic causalities* for the relevance of a protective action against judgments, and one of those causalities is the factual defect, about which a descriptive and analytic analysis of its evolution are introduced in this text.

Introducción

Este artículo es producto de una investigación acerca de los elementos de la argumentación jurídica desarrollados en los fallos de tutela emitidos por la Corte Constitucional contra sentencia judicial por defecto fáctico. Para poder desarrollar la investigación fue necesario profundizar acerca del defecto fáctico. De este modo se pretende describir y analizar la evolución de la procedencia de tutela contra sentencias judiciales en el Estado colombiano. Tal evolución se investiga en la jurisprudencia de la Corte Constitucional desde 1992 hasta el 2009. Para aproximarse al defecto fáctico, se hará una breve mención al concepto de acción de tutela; luego se aludirá a lo que era denominado vía de hecho para, posteriormente, desarrollar de forma resumida lo que es la procedencia de la acción de tutela contra sentencias judiciales, y por último se estudia el defecto fáctico como causal de procedencia de tutela contra sentencia judicial.

De las vías de hecho a las causales de procedencia de tutela contra providencia judicial

La acción de tutela en el Estado colombiano, según el artículo 86 de la Constitución Política y el decreto 2591 de 1991^a, ha sido instituida para proteger los derechos fundamentales cuando estos resulten vulnerados o amenazados, por cualquier autoridad pública o por los particulares^b.

Con relación a la acción de tutela no existe unanimidad acerca de su procedencia respecto a las sentencias judiciales; para algunos no debe permitirse la posibilidad de la acción de tutela contra sentencia porque vulneraría los principios de seguridad jurídica, independencia judicial y cosa juzgada; mientras para otros se justifica su procedencia en la medida en que el juez es una autoridad pública que no debe ser inmune a las posibles vulneraciones de derechos fundamentales que cometa por medio de sus sentencias^c.

a Por medio del "cual se reglamenta la acción de tutela consagrada en el artículo 86 de la Constitución Política"

b Por no ser el objeto del presente artículo realizar una discusión pormenorizada acerca de la acción de tutela, se parte de la noción legal y constitucional. Se recomienda para mayor profundidad en el tema: PALACIO HINCAPIÉ, Juan Ángel. Derecho procesal administrativo. 4ª ed. Bogotá: Librería Jurídica, 2004. BREWER CARIAS, Allan R. Ensayo de síntesis comparativa sobre el régimen del amparo en la legislación latinoamericana. En: Revista Iberoamericana de Derecho Procesal Constitucional. N° 9. México: Editorial Porrúa, 2008 p. 311-321
LANDONI SOSA, Ángel. La tutela de los derechos fundamentales a través del proceso de amparo. El derecho uruguayo. En: Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. Libro virtual de Derecho procesal constitucional. 2008. Tomo VII www.juridicas.unam.mx

c Para ampliar este tema en el caso de algunos Estados latinoamericanos, España y Alemania puede consultarse la siguiente bibliografía:
BREWER CARIAS, Allan R. Ensayo de síntesis comparativa sobre el régimen del amparo en la legislación latinoamericana. En: Revista Iberoamericana de Derecho Procesal Constitucional. N° 9. México: Editorial Porrúa, 2008 p. 311-321

La primera denominación que se le dio a la procedencia de tutelas contra sentencias judiciales en el Estado colombiano fue la vía de hecho, de la cual ha expresado Gimeno Sendra que su origen es producto de la jurisprudencia francesa, y su aplicación se circunscribe al campo administrativo, además añade que: “Por vía de hecho cabe entender la vulneración por parte de la Administración de algún derecho fundamental, sin la existencia de acto administrativo alguno o con una omisión total de las normas de competencia o del procedimiento administrativo”¹.

La expresión vía de hecho la encontramos insinuada en la sentencia C-543 de 1992 donde la Corte Constitucional resaltó que:

... nada obsta para que por la vía de la tutela se ordene al juez que ha incurrido en dilación injustificada en la adopción de decisiones a su cargo que proceda a resolver o que observe con diligencia los términos judiciales, ni riñe con los preceptos constitucionales la utilización de esta figura ante actuaciones **de hecho** imputables al funcionario por medio de las cuales se desconozcan o amenacen los derechos fundamentales, ni tampoco cuando la decisión pueda causar un perjuicio irremediable, para lo cual sí está constitucionalmente autorizada la tutela pero como mecanismo transitorio cuyo efecto, por expreso mandato de la Carta es puramente temporal y queda supeditado a lo que se resuelva de fondo por el juez ordinario competente... no procede la acción de tutela contra ninguna providencia judicial, con la única salvedad del perjuicio irremediable, desde luego aplicada en este evento como mecanismo transitorio supeditado a la decisión definitiva que adopte el juez competente².

Se resalta de la sentencia citada: (i) la introducción del vocablo actuaciones de hecho; (ii) el permitir la procedencia de la acción de tutela contra sentencias judiciales en los casos en los cuales exista un perjuicio irremediable; (iii) y el proteger los derechos fundamentales, de cualquier vulneración que puedan sufrir, inclusive si proviene de una sentencia judicial.

Otra sentencia de ese mismo año para destacar es la T-006 de 1992 en la cual la Corte Constitucional expresa que:

Cuando la acción de tutela verse sobre sentencias, la actuación del juez del conocimiento se circunscribe al examen y decisión de la materia constitucional con prescindencia de todo aquello que no tenga que ver con la vulneración o amenaza de vulneración del derecho constitucional fundamental. La acción de tutela no

c GIMENO SENDRA, Vicente. El recurso español constitucional de amparo. En: Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. Libro virtual de Derecho procesal constitucional. 2008. Tomo VII. www.juridicas.Unam.mx.
ARAÚJO RENTERÍA, Jaime. Procedencia de la acción de amparo o tutela contra providencias judiciales. En: Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. Libro virtual de Derecho procesal Constitucional. 2008. Tomo VII. www.juridicas.Unam.mx

representa frente a los respectivos procesos judiciales instancia ni recurso alguno. Cuando la vulneración del derecho constitucional se estudia con ocasión del trámite de la acción de tutela, no se avoca el conocimiento y desarrollo de la litis, lo que bajo ninguna circunstancia es de la incumbencia de la **jurisdicción constitucional**, sino única y exclusivamente la conducta del juez reflejada en su providencia y en cuanto ésta haya violado un derecho fundamental o amenace con hacerlo³.

Del anterior extracto se puede inferir que desde 1992 se había aceptado en el Estado colombiano la posibilidad de la procedencia de la acción de tutela contra sentencias, pero esta procedencia implicaba únicamente evaluar lo atinente a la vulneración o amenaza de algún derecho fundamental, lo cual confirma ese carácter excepcional de las acciones de tutela contra providencias judiciales.

Así, la vía de hecho en las sentencias judiciales ocasiona que las mismas sean una fachada de justicia, en la cual se esconde un perjuicio a los derechos fundamentales, razón por la cual la misma no puede sostenerse en el ordenamiento jurídico^d.

La expresión vía de hecho fue reemplazada en la jurisprudencia constitucional por la idea de causales genéricas de procedibilidad. Los motivos del cambio se encuentran en que la voz *vía de hecho* daba a entender que la misma era producto de la arbitrariedad o el capricho, y la evolución de la jurisprudencia constitucional en dicha materia estaba determinando que existen casos en los que a pesar de no haber arbitrariedad o capricho debía proceder la acción de tutela contra la sentencia judicial. De este modo se tornó necesario realizar un cambio en el nombre de vía de hecho para estar más acorde con la realidad que estaba encontrando la Corte Constitucional^e. Así, paulatinamente la Corte Constitucional superará el concepto de vía de hecho y consolidará la expresión de causales genéricas de procedibilidad.

Ahora bien, si en el Estado colombiano la acción de tutela puede proceder contra sentencias judiciales cuando se vulneran derechos fundamentales, es necesario precisar por cuáles razones procede.

Es en el año de 1994 cuando en las sentencias de la Corte Constitucional se hace la primera mención a los llamados defectos en los cuales puede incurrir la sentencia judicial. Comentando las razones de la Corte Suprema de Justicia, expresa la Corte Constitucional que:

d Para ampliar este tema puede consultarse: QUINCHE RAMÍREZ, Manuel Fernando. Vías de hecho. Acción de tutela contra providencia. Bogotá: Grupo Editorial Huella de la Ley Ltda., 2001 y ÁNGEL PALACIO, Juan. Derecho procesal administrativo op. Cit

e Ver las sentencias: T-462 de 2003 M. P. Eduardo Montealegre Lynett; T-949 de 2003 M. P. Eduardo Montealegre Lynett; T-774 de 2004 M. P. Manuel José Cepeda Espinosa; C-590 de 2005 M. P. Jaime Córdoba Triviño.

Si este comportamiento -abultadamente deformado respecto del postulado en la norma- se traduce en la utilización de un poder concedido al juez por el ordenamiento para un fin no previsto en la disposición (defecto sustantivo), o en el ejercicio de la atribución por un órgano que no es su titular (defecto orgánico), o en la aplicación del derecho sin contar con el apoyo de los hechos determinantes del supuesto legal (defecto fáctico), o en la actuación por fuera del procedimiento establecido (defecto procedimental), esta sustancial carencia de poder o de desviación del otorgado por la ley, como reveladores de una manifiesta desconexión entre la voluntad del ordenamiento y la del funcionario judicial, aparejará su descalificación como acto judicial⁴.

De este modo, la Corte Constitucional empieza a esbozar que las sentencias judiciales pueden adolecer de cuatro defectos, a saber: el sustantivo, el orgánico, el fáctico y el procedimental.

En la sentencia **T-567 de 1998**, se vuelven a mencionar los cuatro defectos, pero se presentan con algunas variaciones semánticas que no alteran el concepto de manera profunda; así, considera que hay vía de hecho cuando la sentencia judicial:

(1) presente un grave defecto sustantivo, es decir, cuando se encuentre basada en una norma claramente inaplicable al caso concreto; (2) presente un flagrante defecto fáctico, esto es, cuando resulta evidente que el apoyo probatorio en que se basó el juez para aplicar una determinada norma es absolutamente inadecuado; (3) presente un defecto orgánico protuberante, el cual se produce cuando el fallador carece por completo de competencia para resolver el asunto de que se trate; y, (4) presente un evidente defecto procedimental, es decir, cuando el juez se desvía por completo del procedimiento fijado por la ley para dar trámite a determinadas cuestiones⁵.

Dicha posición se ve ratificada en la sentencia T-654 de 1998 M. P. Eduardo Cifuentes Muñoz y en sentencias posteriores como la SU-1185 de 2001 M. P. Rodrigo Escobar Gil. En dichas providencias se introducen algunas variaciones y precisiones sobre los defectos, pero no se cambia de manera sustancial lo expresado en las primeras sentencias.

Tiene especial importancia la sentencia **T-441 de 2003** porque es de las primeras sentencias que empiezan a abandonar la expresión *vía de hecho* y a erigir la idea en torno a las situaciones genéricas de violación de la Constitución que autoriza la procedencia de tutela en contra de providencias judiciales. En esta sentencia se mencionan las situaciones, de la siguiente manera:

En primer lugar, se encuentran los casos en los cuales la violación de la Constitución y la afectación de derechos fundamentales es consecuencia del desconocimiento de normas de rango legal, lo que corresponde a los defectos sustantivo -que incluye el desconocimiento de sentencias con efectos erga omnes-, orgánico y procedimental. En segundo lugar, aquellas relativas a graves problemas relacio-

nados con el soporte fáctico de los procesos -sea por omisión en práctica o decreto de pruebas o indebida valoración de las mismas-, que se conoce como el defecto fáctico. Estos defectos son los que originariamente definieron el concepto de vía de hecho judicial. En tercer lugar, se encuentran las situaciones en las cuales la violación de los derechos fundamentales por parte del funcionario judiciales (sic) es consecuencia de su inducción en error, lo que corresponde a lo que la jurisprudencia ha denominado vía de hecho por consecuencia.

De otro lado se encuentran situaciones en las cuales la providencia judicial presenta graves e injustificados problemas en su decisión consistentes en la insuficiente sustentación o justificación del fallo y el desconocimiento del precedente judicial, particularmente el de la Corte Constitucional.

Finalmente se tienen las situaciones en las cuales se incurre en violación directa de la Constitución y de los derechos fundamentales de alguna de las partes. Se trata de las hipótesis en las cuales la decisión se apoya en la interpretación de una disposición en contra de la Constitución, y aquellas en las cuales el funcionario judicial se abstiene de aplicar la excepción de inconstitucionalidad cuando la violación de la Constitución resulta manifiesta y la negativa de resolver el punto ante una solicitud expresa por alguna de las partes en el proceso⁶.

Esquematizando lo anterior se puede decir que en esta sentencia se estiman como causales de procedencia de tutela contra sentencia judicial las siguientes:

1. Desconocimiento de normas de rango legal:
 - Defecto sustantivo,
 - Defecto orgánico, y
 - Defecto procedimental.
2. Defecto fáctico
3. Vía de hecho por consecuencia o por inducción al error
4. Insuficiente sustentación del fallo o justificación del fallo, desconocimiento del precedente judicial.
5. Violación directa de la Constitución.

Como se puede colegir, la sentencia citada trae algunas causales adicionales a las que tradicionalmente utilizaba la Corte Constitucional, como lo son la vía de hecho por consecuencia o por inducción al error, insuficiente sustentación del fallo o justificación del fallo, desconocimiento del precedente judicial y violación directa de la Constitución^f. De este modo lo que se pretende por parte de la Corte

^f En ese mismo sentido se encuentran las sentencias T-589 de 2003 M. P. Eduardo Montealegre Lynett; la T-462 de 2003 M. P. Eduardo Montealegre Lynett; la T-461 de 2003 M. P. Eduardo Montealegre Lynett; T-164 de 2006 M. P. Manuel José Cepeda Espinosa; T-095 de 2009 M. P. Marco Gerardo Monroy Cabra; T-685 de 2003 de Eduardo Montealegre Lynett.

Constitucional es proteger de manera más amplia las garantías constitucionales que pueden verse afectadas en un proceso judicial y que se ven materializadas en las providencias judiciales.

Evolución del defecto fáctico

El defecto fáctico es una de las causales por las cuales puede proceder en Colombia la acción de tutela contra providencia judicial. Se presenta “cuando por medio de la sentencia el juez desconoce la realidad probatoria, y se desconocen los derechos fundamentales consagrados en la Constitución”⁷.

También se ha dicho del defecto fáctico que “se configura cuando el operador jurídico comete errores de intelección sobre los hechos y las pruebas, incurriendo en errores de derecho o de hecho al valorar inadecuadamente y soportar su providencia en esas apreciaciones erradas”⁸.

Para Tobo Rodríguez el defecto fáctico

... se presenta cuando la decisión impugnada carece de apoyo probatorio para aplicar la norma en la cual se funda la respectiva providencia. También se presenta por la no valoración de una prueba que obra en el expediente, o por la indebida valoración de la misma, como por omitir la orden de recaudar oficiosamente una prueba determinante para la decisión a adoptar⁹.

La elucidación del defecto fáctico ha correspondido en gran parte a la Corte Constitucional, razón por la cual se analizarán diversas sentencias para encontrar cuáles son sus características.

Una de las primeras sentencias en las que la Corte Constitucional abordó asuntos relacionados con el defecto fáctico es la **T-576** de 1993, en la cual expresó:

... el hecho de que el Inspector tomó la decisión en contra de la parte lanzada sin sustento probatorio, conducirán a la Sala a la conclusión de ver aquí una vía de hecho... La vía de hecho es una actuación en la que el funcionario público, -como lo es el Inspector de Policía-, procede en abierta contradicción o violación de la ley, como cuando obra prescindiendo de las normas de procedimiento, y, entre ellas, las relativas a las pruebas¹⁰.

La importancia de la sentencia mencionada es que la Corte Constitucional expresó que una forma de vía de hecho es la carencia del sustento probatorio, y de esta forma abrió las puertas para lo que en un futuro será conocido como defecto fáctico.

En la sentencia **T-231** de 1994 es cuando la Corte Constitucional hace mención a los diversos defectos que configuran una vía de hecho, y hace mención de forma expresa al defecto fáctico el cual se manifiesta “en la aplicación del derecho sin contar con el apoyo de los hechos determinantes del supuesto legal”¹¹. De allí se sigue que el concepto de defecto fáctico no se aleja fundamentalmente de lo

expresado en la sentencia **T-576** de 1993^g, pues, lo que subyace son expresiones como “sin sustento”, “prescindiendo”, “sin contar con el apoyo”, lo cual da a entender que el defecto fáctico se funda en una carencia de pruebas.

En la sentencia **T-442** de 1994, se aborda un problema de índole probatoria, y se citan diversas sentencias, entre ellas la **T-231** de 1994, en la parte atinente a los defectos. Si bien la **T-442** de 1994 no habla expresamente de ellos puede estimarse que de forma tácita adhiere a los mismos. Así, en la mencionada sentencia considera la Corte Constitucional que hay vía de hecho: “cuando la negación o valoración arbitraria, irracional y caprichosa de la prueba, que se presenta cuando el juez simplemente ignora la prueba u omite su valoración o sin razón valedera alguna no da por probado el hecho o la circunstancia que de la misma emerge clara y objetivamente”¹².

Además, añade elementos importantes como lo irrazonable de la valoración probatoria, y lo ostensible, flagrante y manifiesto que debe ser el error, lo cual implica que el juez de conocimiento tiene un amplio margen de actuación en el campo probatorio, y que, además, es incorrecto por parte del juez constitucional inmiscuirse en este aspecto, pero cuando de bulto se pueda apreciar la arbitrariedad o irracionalidad en este ámbito corresponderá al juez constitucional conceder el amparo por medio de la sentencia de tutela.

La sentencia **T-329** de 1996 resolvió un asunto que implicaba una vía de hecho. Allí la Corte Constitucional no habló de los defectos, lo que permite inferir que esa doctrina constitucional no estaba aún consolidada. Sin embargo, lo que sí parece estar claro y se ratifica en esta sentencia, es la procedencia de la tutela contra sentencias judiciales que adolecen de algún vicio probatorio. En esta sentencia la Corte Constitucional se pronunció de la siguiente manera: “cuando un juez omite apreciar y evaluar pruebas que inciden de manera determinante en su decisión y profiere resolución judicial sin tenerlas en cuenta, incurre en vía de hecho y, por tanto, contra la providencia dictada procede la acción de tutela”¹³.

La sentencia **T-008** de 1998 representa un regreso a la mencionada idea de los defectos, alude a la sentencia **T-231** de 1994, y determina que el defecto fáctico se presenta cuando “resulta incuestionable que el juez carece del apoyo probatorio que permita la aplicación del supuesto legal en el que se sustenta la decisión”^{14 h}.

g Citando a esta sentencia se encuentran las sentencias **T-814** de 1999 M. P. Antonio Barrera Carbonell; **T-694** de 2000 M. P. Eduardo Cifuentes Muñoz; la **T-213** de 2000 M. P. Álvaro Tafur Galvis; **T-1002** de 2002 M. P. Manuel José Cepeda Espinosa; **T-1214** de 2003 M. P. Clara Inés Vargas Hernández; **T-1102** de 2005 M. P. Jaime Araújo Rentería; **T-266** de 2009 M. P. Humberto Sierra Porto; **T-199** de 2009 M. P. Cristina Pardo Schlesinger; las cuales ratifican en lo esencial esta noción de defecto fáctico, es decir, citan esa sentencia porque la consideran importante, y es más, en veces parten de esa definición para continuar con su argumentación en el caso que están examinando.

h Citando a esta sentencia se encuentran las sentencias **T-814** de 1999 M. P. Antonio Barrera Carbonell; **T-694** de 2000 M. P. Eduardo Cifuentes Muñoz; la **T-213** de 2000 M. P. Álvaro Tafur Galvis; **T-1002** de 2002 M.

En la sentencia **T-654** de 1998 se continúa hablando de defecto fáctico, y se expresan algunas aristas nuevas, como lo son la insuficiencia y la impertinencia de las pruebas y, además, que este se configura cuando el “apoyo probatorio en que se basó el juez no es fruto de un proceso en el que el imputado hubiese podido solicitar las pruebas necesarias para probar su eventual inocencia o controvertir las que condujeron a demostrar su responsabilidad”¹⁵.

En la sentencia **T-260** de 1999, se ratifican las posiciones de la sentencia T-231 de 1994, y la T-008 de 1998. Lo rescatable de aquella sentencia es que ahonda en lo cauteloso que debe ser el juez al estudiar el presunto defecto fáctico, puesto que

... el juez constitucional no puede estudiar la forma como resultó evaluada la evidencia encontrada. Se debe limitar, exclusivamente, a verificar que las providencias impugnadas se apoyaron en elementos fácticos razonables y, en consecuencia, que no constituyen, por este motivo, decisiones arbitrarias¹⁶.

Es decir, que el defecto fáctico tiene sus límites en la razonabilidad o no, puesto que lo irrazonable genera arbitrariedad y, por ende, vulneración de los derechos fundamentales. En esta misma tónica se encuentra la sentencia **T-213** de 2000 M. P. Álvaro Tafur Galvis.

En la sentencia **Su-159** de 2002 la Corte Constitucional clasifica el defecto fáctico en dos categorías, así:

La primera, la dimensión omisiva, comprende las omisiones en la valoración de pruebas determinantes para identificar la veracidad de los hechos analizados por el juez. La segunda, la dimensión positiva, abarca la valoración de pruebas igualmente esenciales que el juzgador no puede apreciar, sin desconocer la Constitución¹⁷.

La Corte precisa cada uno; así, con relación a la fase omisiva expresa que: “la negación o valoración arbitraria, irracional y caprichosa de la prueba que se presenta cuando el juez simplemente ignora la prueba u omite su valoración, cuando sin razón valedera da por no probado el hecho o la circunstancia que de la misma emerge clara y objetivamente”¹⁸. Y en la fase positiva “cuando aprecia pruebas que no ha debido admitir ni valorar porque, por ejemplo, fueron indebidamente recaudadas”¹⁹. La Corte Constitucional, a raíz de dicha providencia, empieza a tomar en cuenta tales dimensiones; por ello no es gratuito que en la sentencia **T-461** de 2003²⁰ se encuentre una explicitación de tres modalidades de defecto

h P. Manuel José Cepeda Espinosa; T-1214 de 2003 M. P. Clara Inés Vargas Hernández; T-1102 de 2005 M. P. Jaime Araújo Rentería; T-266 de 2009 M. P. Humberto Sierra Porto; T-199 de 2009 M. P. Cristina Pardo Schlesinger; las cuales ratifican en lo esencial esta noción de defecto fáctico, es decir, citan esa sentencia porque la consideran importante, y es más, en veces parten de esa definición para continuar con su argumentación en el caso que están examinando.

i Confirmando estas dimensiones acerca del defecto fáctico se encuentran la sentencia T-996 de 2003 M. P. Clara Inés Vargas Hernández; T-1103 de 2004 M. P. Clara Inés Vargas Hernández; T-1095 de 2004 M. P.

fáctico que surgen a raíz de estas dos dimensiones, a saber:

1. Defecto fáctico por la omisión en el decreto y la práctica de pruebas;
2. Defecto fáctico por la no valoración del acervo probatorio;
3. Defecto fáctico por valoración defectuosa del material probatorio;

Con relación al defecto fáctico por la omisión en el decreto y la práctica de pruebas, la Corte Constitucional, en sentencia **T-902** de 2005 ha explicado que “Esta hipótesis se presenta cuando el funcionario judicial omite el decreto y la práctica de pruebas, lo cual tiene como consecuencia impedir la debida conducción al proceso de ciertos hechos que resultan indispensables para la solución del asunto jurídico debatido”²¹.

Con relación al defecto fáctico por la no valoración del acervo probatorio, se ha afirmado que

... se presenta cuando el funcionario judicial, a pesar de que en el proceso existan elementos probatorios, omite considerarlos, no los advierte o simplemente no los tiene en cuenta para efectos de fundamentar la decisión respectiva, y en el caso concreto resulta evidente que de haberse realizado su análisis y valoración, la solución del asunto jurídico debatido variaría sustancialmente²².

En lo atinente al defecto fáctico por valoración defectuosa del material probatorio ha manifestado:

Tal situación se advierte cuando el funcionario judicial, en contra de la evidencia probatoria, decide separarse por completo de los hechos debidamente probados y resolver a su arbitrio el asunto jurídico debatido; o cuando a pesar de existir pruebas ilícitas no se abstiene de excluirlas y con base en ellas fundamenta la decisión respectiva²³.

Se han añadido con relación a este último, otras causales para que se configure, así:

(iii) en la hipótesis de incongruencia entre lo probado y lo resuelto, esto es, cuando se adoptan decisiones en contravía de la evidencia probatoria y sin un apoyo fáctico claro; (iv) cuando el funcionario judicial valora pruebas manifiestamente inconducentes respecto de los hechos y pretensiones debatidos en un proceso ordinario, no por tratarse en estricto sentido de pruebas viciadas de nulidad sino porque se trata de elementos probatorios que no guardaban relación con el asunto debatido en el proceso; (v) cuando el juez de conocimiento da por probados hechos que no cuentan con soporte probatorio dentro del proceso²⁴ j.

i Manuel José Cepeda Espinosa; T-039 de 2005 M. P. Manuel José Cepeda Espinosa; T-1065 de 2006 M. P. Humberto Antonio Sierra Porto; T-639 de 2006 M. P. Jaime Córdoba Triviño; T-1024 de 2007 M. P. Manuel José Cepeda Espinosa; T-1150 de 2008 M. P. Jaime Córdoba Triviño; T-310 de 2009 M. P. Luis Ernesto Vargas Silva; T-249 de 2009 M. P. Cristina Pardo Schlesinger.

j Confirmando las anteriores modalidades están las sentencias T-1246 de 2008 M. P. Humberto Antonio Sierra Porto; T-109 de 2005 M. P. Marco Gerardo Monroy Cabra; T-1078 de 2008 M. P. Jaime Araujo Rentería; T-916 de 2008 M. P. Clara Inés Vargas Hernández; T-077 de 2009 M. P. Clara Inés Vargas Hernández, en las cuales ha estimado la Corte Constitucional que esas modalidades son acordes con la realidad que se presenta al momento de decidir la procedencia de tutelas contra sentencias judiciales.

En la sentencia **T-1276** de 2005 se esquematizó^k de la siguiente manera la procedencia del defecto fáctico

- i) que el material probatorio no haya sido objeto de ningún examen o estudio;
- (ii) que se hayan ignorado la totalidad o algunas de las pruebas aportadas en el trámite del proceso; (iii) que se rechace a una de las partes el derecho a la prueba;
- (iv) que el juez, por ostensible error o descuido, no estudió elementos de juicio que conducen a una determinada medida²⁵.

Conclusiones

- La procedencia de tutela contra sentencias judiciales tiene cabida en el ordenamiento jurídico colombiano a raíz de la Constitución de 1991, y su desarrollo le ha correspondido a la Corte Constitucional mediante elaboración jurisprudencial.
- La procedencia de tutela contra providencias judiciales en el Estado colombiano se fundamenta en la protección de las garantías constitucionales que pueden verse vulneradas y materializadas en una sentencia judicial, pues el juez como autoridad pública no puede verse eximido de dicha responsabilidad. Esto es objeto de discusión en Latinoamérica, puesto que no todos los Estados la han consagrado.
- La procedencia de tutela contra sentencia judicial era denominada vía de hecho, nominación que luego fue superada y se acuñó la noción de situaciones de procedencia de tutela contra sentencias judiciales, la cual permite una protección más amplia de las garantías constitucionales.
- Desde el origen de la figura de los defectos en 1994, la Corte Constitucional tuvo claro que una sentencia que adoleciese de problemas probatorios sería defectuosa, y esta apreciación es la que orienta la figura del defecto fáctico.
- Desde 1994 hasta el 2009 la Corte Constitucional ha ido concretando cada vez más la figura del defecto fáctico, al pasar de una noción muy simple a una elaboración mucho más compleja. Se ha ido evolucionando hasta tener por lo menos ocho modalidades en las cuales es posible que se configure el defecto fáctico. Modalidades que van a tener como aspecto común un problema probatorio que no se vio desarrollado de forma adecuada en la sentencia judicial. Conforme a la jurisprudencia constitucional una sentencia es irrazonable, en el ámbito de lo probatorio y, por ende, adolece de un defecto fáctico cuando:
 1. No permite a una de las partes o a ambas solicitar pruebas.
 2. Cuando no decreta o practica pruebas.
 3. No da por probado lo probado.
 4. Da por probado lo no probado.
 5. Se fundamenta en pruebas impertinentes, insuficientes o inconducentes.

k Conservando este mismo esquema se encuentra la sentencia T-526 de 2007 M. P. Álvaro Tafur Galvis.

6. No valora las pruebas.
 7. Valora las pruebas, pero lo hace mal.
 8. Valora pruebas que no podía valorar.
- La jurisprudencia constitucional en torno al defecto fáctico se consolida alrededor de 2005, pues las sentencias posteriores tienden a ratificar la jurisprudencia sin agregar nada sustancialmente novedoso.
 - La evolución de la figura del defecto fáctico está orientada a que las garantías constitucionales se vean protegidas de la mejor manera posible en lo atinente a los aspectos probatorios.
 - En la evolución del defecto fáctico existe una preocupación por el respeto a los principios de autonomía judicial, independencia judicial y seguridad jurídica por parte del juez de tutela.

Referencias bibliográficas

1. GIMENO SENDRA, Vicente. El recurso español constitucional de amparo. Op. Cit. p. 292
2. Colombia, Corte Constitucional (1992, octubre) Sentencia C-543. M. P. José Gregorio Hernández Galindo. Bogotá
3. Colombia, Corte Constitucional (1992, mayo) Sentencia T-006 M. P. Eduardo Cifuentes Muñoz. Bogotá
4. Colombia, Corte Constitucional (1994, mayo) Sentencia T-231 M. P. Eduardo Cifuentes Muñoz Bogotá.
5. Colombia, Corte Constitucional (1998, octubre) Sentencia T-567 M. P. Eduardo Cifuentes Muñoz. Bogotá.
6. Colombia, Corte Constitucional (2003, octubre) Sentencia T-441 M. P. Eduardo Montealegre Lynett. Bogotá
7. PENAGOS, Gustavo. El acto administrativo, tomo I, 8ª edición. Bogotá: Ediciones Doctrina y Ley Ltda., 2008. p. 286
8. TAPIAS SERNA, Eduardo y CAPACHO PABÓN, Pedro. La acción de tutela frente a las sentencias de casación en el sistema penal acusatorio. Bogotá: Ediciones Nueva Jurídica, 2007. p. 23.
9. TOBO RODRÍGUEZ, Javier. La Corte Constitucional y el control de constitucionalidad en Colombia, 3ª ed. Bogotá: Ediciones Jurídicas Gustavo Ibáñez, 2006. p. 290.
10. Colombia, Corte Constitucional (1993, diciembre) Sentencia T-576 M. P. Jorge Arango Mejía. Bogotá.
11. Colombia, Corte Constitucional (1994, mayo) Sentencia T-231 M. P. Eduardo Cifuentes Muñoz. Bogotá.
12. Colombia. Corte Constitucional (1994, octubre) Sentencia T-442 M. P. Antonio Barrera Carbonell. Bogotá.

13. Colombia. Corte Constitucional (1996, Julio) Sentencia T-329 M.P. José Gregorio Hernández Galindo. Bogotá.
14. Colombia. Corte Constitucional (1998), Sentencia T-008 M. P. Eduardo Cifuentes Muñoz. Bogotá.
15. Colombia. Corte Constitucional (1998, noviembre), Sentencia T-654 M. P. Eduardo Cifuentes Muñoz. Bogotá.
16. Colombia. Corte Constitucional (1999, abril) Sentencia T-260 M. P. Eduardo Cifuentes Muñoz. Bogotá.
17. Colombia. Corte Constitucional (2002, marzo) Sentencia Su-159 M. P. Manuel José Cepeda Espinosa. Bogotá.
18. *Ibíd.*
19. *Ibíd.*
20. Colombia. Corte Constitucional (2003, junio) Sentencia T-461 M. P. Eduardo Montealegre Lynett. Bogotá.
21. Corte Constitucional (2005, septiembre) Sentencia T-902 M. P. Marco Gerardo Monroy Cabra. Bogotá.
22. *Ibíd.*
23. *Ibíd.*
24. Colombia, Corte Constitucional (2008, noviembre) Sentencia T-1100 M. P. Humberto Antonio sierra porto. Bogotá
25. Colombia, Corte Constitucional (2005, diciembre) Sentencia T-1276 M. P Humberto Antonio sierra porto. Bogotá.

Tres aspectos en las relaciones de consumo: la naturaleza del contrato de consumo; el consumidor como parte débil en la contratación y la integración contractual de las declaraciones publicitarias

Juan Ignacio Granados Aristizábal*

Resumen

Las circunstancias en las cuales se desarrolla el contrato de consumo obligaron a replantear varias de las concepciones dogmáticas que por décadas sostuvieron el esquema clásico de contratación y, por ende, la teoría general del contrato. Dentro de ese desarrollo se han perfilado como temas paradigmáticos los relativos a la naturaleza del contrato con el consumidor, la asimetría de poderes contractuales y la relevancia contractual de la información que mediante actos publicitarios los profesionales lanzan al mercado.

En lo referente a la naturaleza del contrato de consumo, ha sido constante la búsqueda de los elementos que caracterizan dicho vínculo con la intención de determinar claramente cuál es la legislación aplicable a dicha relación jurídica. Al punto de la posición de los contratantes en dicha relación, ha sido unánime la doctrina nacional y extranjera cuando afirma que el consumidor es una parte estructuralmente débil en el contrato, habida cuenta de que carece de elementos informativos referentes al bien o servicio que pretende adquirir y no participa en la discusión del clausulado que al final disciplinará su comportamiento contractual. Final-

* Docente tiempo completo de la Corporación Universitaria Lasallista; sirve las materias de Derecho de los Bienes y Derecho Comercial. Abogado de la Universidad de Medellín, candidato a magíster en Derecho Comercial de la Universidad Externado de Colombia.

mente, y como mecanismo de restablecimiento del equilibrio contractual, los deberes precontractuales de información en cabeza del profesional y la teoría de la integración contractual de las declaraciones publicitarias tienen por objetivo que el consumidor emita su consentimiento debidamente informado, y que el empresario honre las prestaciones que mediante actos publicitarios lanzó al mercado.

**Three aspects in consumption relationships:
the nature of the consumption contract; consumers
as the weak part in the contract and the contract
integration of advertising declarations**

Abstract

The circumstances under which consumption contracts are developed forced a re-thinking of some of the dogmatic positions the classic conception contained about contracts and, therefore, the general contract's theory. Within this development some topics have appeared as paradigmatic, such as those related to the nature of the contract with a consumer, the asymmetric power relationship in the contract and the relevance of the advertising information for the contract. Concerning the consumption contracts' nature, a search for the elements that characterize the relationship established, with the intention to clearly define which the legislation applicable for it is, is in order. For the point about the contractors position in the relationship they establish, the national and foreign doctrines has been unanimous to say that the consumer is a structurally weaker part in the contract, because of a lack of information elements about the good or the service he/she wants to get and also because he/she does not participate in the discussion of the clauses that will, finally, discipline his/her contractual behavior. Finally, and as a mechanism to re-establish the contract's balance, pre-contract duties about the information provided by publicity professionals and the contract integration theory for advertising declarations, aim to allow the consumer to give his/her consent after being appropriately informed and have a guarantee that the provider will accomplish the conditions announced in the markets by the publicity acts he/she made.

Introducción

Los escenarios académicos dispuestos en niveles de educación superior tienen, entre otros de sus objetivos, la tarea de especializar la actividad investigativa de sus docentes y estudiantes. En efecto, el Grupo de Investigación en Derecho

–GRIDE– de la Corporación Universitaria Lasallista, quiere presentar a la comunidad académica unas reflexiones fundadas en torno al contrato de consumo, ya que éste se ha considerado como uno de los fenómenos contemporáneos que de alguna forma ha hecho replantear la teoría general del contrato. Dichas reflexiones son producto del proyecto de investigación denominado “El deber precontractual de información en las relaciones de consumo”, vinculado a la línea de investigación en Derecho Privado y Solución Alternativa de Conflictos.

La naturaleza del contrato de consumo

Cuando se asume la tarea de analizar la naturaleza de una cosa, es porque se tiene la necesidad de encontrar los elementos o características de ese algo, que lo diferencian esencial y sustancialmente de otras cosas. En esta oportunidad, es necesario establecer cuál es la naturaleza del contrato de consumo con la intención de determinar el ámbito de aplicación legal de quienes intervienen en una relación de esa índole¹. Esta labor hace una invitación constante: analizar las circunstancias bajo las cuales se desarrolla dicho contrato. En efecto, esa será la empresa que nos ocupará en éste apartado.

El contrato genéricamente considerado, ha sido concebido como el instrumento que el ordenamiento jurídico ha puesto a disposición de los sujetos de derecho para que autorregulen sus intereses patrimoniales^a. Por revestir dicha institución tal importancia, la tarea del Estado por largo tiempo fue estructurar mediante códigos los diferentes tipos contractuales que debían ser utilizados en el tráfico jurídico, sin ocupar mayor atención en la regulación de los participantes dentro del escenario del mercado.

Sin embargo, esa forma de legislar alrededor de los contratos cambió: la dinámica del mercado y los intereses económicos de sus agentes desbordaron la capacidad codificadora del Estado; el legislativo le abrió paso a las cláusulas generales de contratación y se ocupó de la participación de los agentes en el mercado^b en beneficio de toda la colectividad².

Esta reacción fue consecuencia del reconocimiento que hizo el Estado de que las grandes, medianas y pequeñas transacciones económicas de hoy emanan en forma prevalente de las reglas producidas por los profesionales³ quienes, cobijados

a Otro concepto propuesto por doctrinantes de nuestro contexto ha definido el contrato “como el supuesto de hecho complejo, constituido fundamentalmente por las declaraciones de voluntad de dos o más partes dirigida a la producción de efectos, que tiene acogida en el ordenamiento jurídico como una norma de regulación de intereses particulares de contenido patrimonial, en cuanto dimana de la voluntad privada”. Cfr. GÓMEZ VÁSQUEZ, Carlos Fernando. Teoría del contrato. Medellín. Universidad de Medellín. 2010. 30

b Algún autor, consciente del cambio del derecho en torno a las nuevas formas de contratación, afirmó que aquel debe reivindicarse y ajustarse a la realidad económica y reconocer la relevancia jurídica y la dimensión negocial del mercado. Cfr. MOSSET ITURRASPE, Jorge y LORENZETTI, Ricardo Luis. Defensa del Consumidor. Argentina. Rubinzal-culzoni. 1993, p.96

por el contexto normativo que se les ha dispuesto, estructuran técnicamente las cláusulas contractuales que han de utilizar en el mercado. Como oportunamente lo diría algún autor, “el empresario tiene que distribuir un número importante de productos o servicios homogéneos necesita homogeneizar también los contratos a través de los cuales lleva a cabo esa distribución o suministro”⁴.

En suma, los nuevos esquemas contractuales y la legislación alrededor del mercado salieron al paso de la dinámica en la cual se desarrollan actualmente los procesos de producción y comercialización de bienes y servicios; el mercado exige contratos ágiles y flexibles, y el Estado no puede ir en contra de esas necesidades; si cambian los hechos económicos básicos de la sociedad, necesariamente cambia la forma de contratación⁵, y el Estado así ha de reconocerlo.

Producto de esa evolución ha surgido el *contrato de consumo*. ¿Qué otro esquema contractual refleja con más fidelidad la dinámica del mercado? El contrato de consumo dota de juridicidad, por un lado, el afán del profesional⁵ por comercializar la gran cantidad de bienes o servicios que produce o comercializa y, por otro, la adquisición por parte del consumidor de los bienes o servicios que necesita para satisfacer sus demandas personales, familiares y, en algunas hipótesis, empresariales.

En nuestro contexto, el decreto 3466 de 1982 que funge actualmente como el Estatuto del Consumidor no consagró una definición expresa de lo que ha de entenderse por contrato de consumo. Sin embargo, dicho Estatuto definió una serie de elementos que permiten aproximar un concepto del esquema contractual medianamente acertado.

Los literales a, b y c del artículo 1° exponen lo siguiente:

Para los efectos del presente decreto, entiéndase por:

- a) Productor: Toda persona natural o jurídica, que elabore, procese, transforme o utilice uno o más bienes, con el propósito de obtener uno o más productos o servicios destinados al consumo público. Los importadores se reputan productores respecto de los bienes que introduzcan al mercado nacional.
- b) Proveedor o expendedor: Toda persona, natural o jurídica, que distribuya u ofrezca al público en general, o a una parte del él, a cambio de un precio, uno o más bienes o servicios producidos por ella misma o por terceros, destinados a la satisfacción de una o más necesidades de ese público.
- c) Consumidor: Toda persona, natural o jurídica, que contrate la adquisición, utilización o disfrute de un bien o la prestación de un servicio determinado, para la satisfacción de una o más necesidades.

En efecto, el contrato con el consumidor -podría decirse legalmente- es aquel en virtud del cual una persona natural o jurídica, llamada consumidor, contrata

con un profesional, la adquisición, utilización o disfrute de un bien o servicio para la satisfacción de una o más necesidades^c.

Desde una perspectiva jurisprudencial pocas han sido las ocasiones en las cuales se ha planteado una definición del esquema contractual. Sin embargo, en varias oportunidades se han expuesto los elementos que caracterizan dicho contrato con la intención de diferenciarlo de otros que no pueden ser considerados como de consumo y, por ende, no pueden ser objeto de la normativa que regula esta especial forma contractual.

Así, la Corte Constitucional, al revisar la constitucionalidad de los artículos 11 y 29 del decreto 3466 de 1982, expuso que el contrato de consumo “constituye una particular categoría que surge entre quienes se dedican profesionalmente a elaborar o proveer bienes o prestar servicios con quien los adquiere con el fin de consumirlos”^d.

Como puede observarse, todas las definiciones planteadas se integran en esencia con los mismos elementos. Todas contienen un elemento *subjetivo* que hace alusión a los intervinientes de la relación contractual, esto es, al consumidor, de un lado, y al productor, proveedor o expendedor, de otro; y un elemento *material* que hace referencia a la satisfacción de las necesidades personales, familiares y, en ocasiones, empresariales por parte del consumidor.

Sin embargo, analizando detalladamente todas las definiciones, la presencia del *consumidor* en la relación jurídica es el elemento que en últimas va a determinar la existencia o no de un contrato de consumo. Al respecto, obsérvese que el profesional puede estar presente en cualquier clase de contrato, por ende, no determina la existencia de un contrato de consumo, y el elemento material -la satisfacción de necesidades personales, familiares y empresariales- es efecto directo de la presencia de un consumidor en la relación jurídica.

A manera de colofón, puede decirse que la naturaleza del contrato con el consumidor está determinada por varios factores. El primero de ellos, que podría denominarse circunstancial, obedece a los supuestos fácticos que contextualizan el contrato, esto es, un mercado que necesita comercializar masivamente bienes

c Con la intención de unificar terminología, cuando dentro del texto se haga referencia al concepto de “profesional” o “profesionales” ha de entenderse a los productores, proveedores o expendedores. Para un desarrollo más amplio de la cuestión: ROPO, Vicenzo. Op. Cit, p.24.

d Esta definición guarda coherencia con otras que doctrinalmente se han planteado. Roppo entiende el contrato con el consumidor como aquel celebrado “entre un consumidor y un operador económico profesional, relativo a la adquisición de bienes o servicios suministrados por este último”. ROPO, Vicenzo. Op. Cit, p 26. Otro, lo definió como el contrato celebrado “entre un consumidor final –persona física o jurídica–, con una persona física o jurídica que actúe profesional u ocasionalmente o con una empresa productora de bienes o prestadora de servicios, pública o privada y que tenga por objeto la adquisición, uso o goce de los mismos por parte del primero, para su uso privado, familiar o social”. STIGLITZ, Rubén, Op. Cit, p 1.

y servicios a bajos costos de transacción, y un Estado que descodifica el régimen contractual atendiendo las exigencias del mercado.

Sin embargo, el factor que al fin del día se torna en elemento determinante de la naturaleza del contrato de consumo es la presencia de un consumidor. El contrato de consumo se diferencia del esquema clásico de contratación -y eso determina actualmente su régimen aplicable-, porque uno de sus intervinientes es un consumidor. En otras palabras, el contrato de consumo, es el “contrato con el consumidor”.

El consumidor como parte débil en la contratación

En líneas anteriores, se afirmó que el contrato de consumo surge como reacción a la dinámica del mercado la cual exige que los bienes y servicios que los profesionales ponen en él sean comercializados ágilmente y a bajos costos de transacción; en otras palabras, se creó una “correspondencia entre el modo de producción y comercialización de los bienes o servicios con la estructura de contratación”⁶.

Ahora, con las anteriores reflexiones, solo tendríamos elementos para afirmar que entre el nuevo paradigma de contratación y el esquema clásico de contratación solo existirían diferencias en cuanto a la cantidad y agilidad de las operaciones dirigidas a la comercialización de bienes y servicios en el mercado. Sin embargo, las cosas no quedan ahí. El nuevo esquema trae consigo casi de forma genética la metamorfosis de lo que antes se denominó *debilidad* contractual y que en atención a circunstancias modernas se ha definido como *asimetría* de poderes contractuales⁷, es decir, la asimetría de poderes contractuales nace con el mismo contrato de consumo⁸.

En gracia de claridad, no se ha querido afirmar excluyentemente que la asimetría de poderes contractuales sea una situación de clase, es decir, predicable solamente de las relaciones de consumo. Al respecto, cabe retomar una acertadísima reflexión planteada por Roppo. Este expone que hay asimetría de poderes contractuales entre consumidores y profesionales, sin embargo, tal circunstancia no es exclusiva de ese contrato sino que puede presentarse en relaciones que no corresponden a ese binomio⁹. Se presenta asimetría de poderes contractuales en toda relación en la que exista una parte dotada de un determinado poder contractual mayor que la otra, lo que deriva situaciones objetivas que afectan la libertad contractual, importan abusos de derecho, limitan sin contrapartida económica las responsabilidades, establecen condiciones generales sorpresivas deliberadamente disimuladas, en suma, desnaturalizan el vínculo obligacional, la buena fe, la moral y la equivalencia de las contraprestaciones^e.

e Para un desarrollo más amplio: ROPPO, Vincenzo. Op. Cit, p. 27.

Sin embargo, en esta oportunidad el análisis del fenómeno se circunscribirá a la relación de consumo por considerar que es allí el escenario propicio para un mayor desequilibrio contractual.

Los paradigmas de paridad negocial y autonomía de la voluntad sobre los cuales se soportó el esquema clásico de contratación se vieron replanteados¹⁰ cuando irrumpió en el *mercado* una parte dedicada habitualmente a la producción o comercialización en masa de bienes o servicios, y otra que acude al mercado a la contratación de dichos bienes para la satisfacción de necesidades de consumo; en otros términos, la paridad negocial sobre la cual se sostuvo el esquema clásico de contratación se vio replanteada por la asimetría de poderes contractuales presente en las relaciones de consumo.

Dos han sido los principales factores que han mediado para la presencia de esa debilidad estructural^f en el mercado entre consumidores y profesionales. El primero de ellos, el desequilibrio informativo, y el segundo, la facultad del empresario para predisponer unilateralmente el contenido del contrato¹¹.

Consumidores y profesionales no tienen durante los tratos previos¹² a la relación de consumo la misma cantidad, calidad ni capacidad de análisis de la información referente al bien o servicio negociado. El profesional, por sus singulares condiciones, tiene un mayor conocimiento, sea porque su capacidad económica le facilita la adquisición de dicha información, sea porque es aquel quien impulsa el desarrollo tecnológico para la fabricación de los productos o estructuración de sus servicios y, en todo caso, porque su condición de profesional le impone el deber de consultar y conocer toda la información relativa a los productos o servicios ofrecidos.

Refiriéndose a este punto, algunos autores han manifestado:

Es obvio el desequilibrio informativo existente entre quien realiza una pluralidad de contratos del mismo tipo y con el mismo objeto y quien solo ocasionalmente realiza un contrato de esa naturaleza para satisfacer necesidades de consumo. Por un lado, el empresario conoce a la perfección los posibles vicios, defectos y quiebras o puntos negros en general de los productos o servicios que el mismo produce o distribuye en masa, pero no solo eso, sino que la experiencia acumulada a través de los múltiples contratos del mismo tipo celebrados, permite a la parte profesional conocer cuáles son los riesgos que pueden acaecer a lo largo de la relación contractual y parapetarse de los mismos tras cláusulas contractuales que los trasladen a otra parte^g.

f Al respecto, algún doctrinante afirmó que “puede resultar improbo -además de inútil- tratar de encajar la moderna contratación en masa en los moldes individualistas del contrato previstos por los Códigos civiles, para los cuales la libertad contractual y el dogma de la autonomía de la voluntad, el carácter fundamentalmente dispositivo de la mayoría de sus normas, la teórica libertad e igualdad de las partes en el contrato, etc., continúan constituyendo la base sobre la cual se asienta el Derecho de la contratación”. Para un desarrollo más amplio: POLO, Eduardo. Protección del contratante débil y condiciones generales de los contratos. Madrid: Civitas, 1990.

La otra circunstancia que *supra* se anunciara es la posibilidad que tiene el profesional de predisponer el clausulado contractual. Si éste necesita comercializar ágilmente sus productos o servicios a bajos costos de transacción, lo más práctico es diseñar mediante condiciones generales de contratación, un reglamento contractual que pueda ser utilizado masivamente y que le ahorre *ex ante* el desgaste logístico y económico de la negociación individual. Si se observa, el efecto jurídico de una negociación celebrada en los anteriores términos es que se encuentren reflejados con mayor preferencia los intereses del predisponente más que del adherente.

Como podrá verse, las circunstancias que rodean la asimetría contractual en las relaciones de consumo pasan por ser simplemente ocasionales para convertirse en estructurales. Buscar que exista simetría informativa entre consumidor y profesional es más que quimérico; igual, sería exigir que todas y cada una de las negociaciones tendentes a la comercialización de bienes o servicios de consumo pasara por una negociación personalizada de su clausulado contractual.

Consientes de lo anterior, la labor del legislador, la jurisprudencia y la doctrina es buscar un equilibrio no formal sino material entre las necesidades del mercado y la situación del consumidor en el mismo, que tenga por objeto una adecuada integración del contrato de consumo.

En conclusión, el consumidor se encuentra ocupando en el tráfico mercantil una posición de inferioridad o debilidad¹³. Dicha situación se presenta básicamente por dos fenómenos: la asimetría informativa y la posibilidad de predisposición contractual en cabeza del profesional.

La integración contractual de las declaraciones publicitarias

El principio de la buena fe está consagrado dentro de nuestro ordenamiento jurídico en el artículo 83 de la Constitución Política, en los artículos 1603 del Código Civil, y en los artículos 863 y 871 del Código de Comercio. La esencia de dichas normas es elevar el principio a su máxima aplicabilidad en materia precontractual, contractual y post- contractual, tendiendo a integrar, interpretar y ejecutar el contrato no solo con lo expresamente pactado, sino con todo aquello que emana de la naturaleza de la obligación, de la intención de las partes, de la ley, de los usos y de la costumbre¹⁴.

Ahora, en tratándose de las relaciones de consumo, la buena fe tiene relevante importancia en tanto que regla una amplia gama de deberes que deben atender los

g Si bien es cierto, el objeto de esta investigación centrar su atención en la asimetría la información durante in contrahendo del contrato de consumo, esta asimetría puede presentarse a lo largo de esa etapa y en el periodo de ejecución contractual. Para un desarrollo más amplio del deber de in formación en el periodo de ejecución del contrato: NAMÉN BAQUERO, Jeannette. La obligación de información en las diferentes fases de la relación de consumo. En: Revista e-Mercatoria. Bogotá. Vol. 8 # 1. Universidad Externado de Colombia. 2009.

agentes económicos en dichas relaciones tales como: deberes de información adecuados, deberes de consejo, deberes de diligencia, deberes de veracidad y suficiencia en la publicidad, de prohibición de abuso de la posición dominante y de responsabilidad, todos ellos encaminados al restablecimiento del equilibrio contractual.

Reafirmando dichos supuestos, se encuentra el decreto 3466 de 1982. Dicho Estatuto contempla varias disposiciones relativas al cumplimiento del deber de información al exigir veracidad y suficiencia cuando se expongan las calidades, características, la naturaleza, el origen, la forma de empleo, la cantidad del bien o servicio, la idoneidad y, condiciones necesarias para la correcta utilización de los bienes o servicios, entre otros^h. El citado ordenamiento privilegia la protección jurídica de los consumidores sobre la libertad contractual de los profesionales.

En sintonía con lo anterior, es común encontrar en la economía de mercado o sociedad de consumo a la cual asistimos, que los operadores económicos profesionales promuevan sus productos o servicios mediante llamativas y sugestivas campañas publicitariasⁱ en las cuales hay un dinámico manejo de información. En dichas campañas anuncian al público *in genere*, las características de los bienes o servicios que estos producen o comercializan; a veces, exponen las circunstancias en las cuales se ha de concebir el clausulado contractual debido a la imposibilidad de realizar negociaciones particulares con cada uno de los consumidores¹⁵ y, en todo caso, tratan de crear en el consumidor la necesidad de adquisición de dichos productos. En efecto, el consumidor motivado y *confiado* en el sustento que le ofrece dicha información, comienza a valorar las diferentes características de los bienes o servicios y la aptitud que aquellos han de tener para satisfacer las necesidades para las cuales eventualmente vayan a ser adquiridos.

h Estas consideraciones fueron expuesta de tiempo atrás en las siguientes máximas: "Ea, quae sunt moris et consuetudinis, in bonae fidei iudiciis debent venire". Los usos y costumbres deben ser incorporados en los juicios de buena fe. (ULPIANO, D. 21.1.31.20).

i En buena hora el legislador colombiano en el proyecto de reforma al Estatuto de Consumidor (Proyecto de Ley 351/09 cámara - 082/08 senado "POR MEDIO DE LA CUAL SE EXPIDE EL ESTATUTO DEL CONSUMIDOR Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES"), incorpora en sus artículos 30 y 31 un sustancial capítulo sobre publicidad. En aquellos expone que "Las condiciones objetivas y específicas anunciadas en la publicidad obligan al anunciante, en los términos de dicha publicidad". Igualmente refirma una prohibición recogida en varias disposiciones nacionales sobre la publicidad engañosa. Resulta sumamente importante este punto en tanto que en el derecho comparado, la obligatoriedad de las declaraciones publicitarias ha desarrollado el principio de la integración publicitaria del contrato. Al respecto, obsérvense los ordenamientos de Argentina (art. 7 L. 24.240), Brasil (art. 30 Código Brasileiro de Defesa do Consumidor) y España (art. 8 de la Ley General para la Defensa de Consumidores y Usuarios).

j El consumidor promedio confía y tiene como verídica la información que el operador económico-profesional lanza al mercado mediante actos publicitarios. A partir de dicha información, crea expectativas sostenidas en los atributos, calidades, características y precios del bien o servicio que desea adquirir. Desde esta perspectiva, si el consumidor ve defraudada una razonable expectativa en razón a que la información suministrada por el operador económico profesional fue deficiente, merece también la protección del derecho, tanto en situaciones contractuales como no contractuales. Para un desarrollo más amplio de la cuestión, WEINGARTEN, Celia. Derechos en expectativa del consumidor. Buenos Aires: Astrea, 2004, p 8

Desde otra perspectiva pero íntimamente ligado con lo anterior, se encuentra dentro de la normativa colombiana, que la formación del consentimiento a través de la oferta contractual está estructurada con base en hipótesis concretas. Dichas hipótesis encuentran variante en la medida en que las ofertas sean dirigidas a un sujeto determinado o a varios sujetos individualizados como en la (s) ofertas privada (s), o sea dirigida al público en general como en la oferta pública.

Dentro de la primera hipótesis, se encuentra la oferta o proyecto de negocio jurídico que una persona formula a otra debidamente determinada¹⁶. Dentro de la segunda hipótesis se encuentra una gama más amplia de posibilidades tales como la exhibición de mercancías¹⁷, el anuncio público de mercancías¹⁸, la oferta pública de prestación o premio¹⁹ y las licitaciones públicas o privadas²⁰. En atención a las anteriores hipótesis normativas, bastará que él o los destinatarios de la oferta la acepten, expresa o tácitamente, para que se tenga por formado el contrato e integrado con los derechos y obligaciones contenidos en la oferta.

Como se observa, las características fundamentales de la formación e integración del contrato por vía de la concurrencia de la oferta y su respectiva aceptación, están soportados en el acuerdo que se entiende surtido entre las partes por la aceptación inobjetada de la oferta que debió contener los elementos esenciales del tipo negocial que se pretende celebrar. Así, solo cuando se verifiquen efectivamente dichos presupuestos, la normativa conmina al oferente a honrar los términos de la oferta, los cuales, a la vez, estructuran e integran el contenido del contrato.

Sin embargo, la dinámica del mercado y el contrato de consumo como uno de sus principales desarrollos desbordan, al menos en cuanto a la integración contractual se refiere, los supuestos de hecho planteados en las citadas disposiciones. Desde esta perspectiva, el contrato de consumo, una vez perfeccionado, no solo estará integrado por el contenido de la oferta contractual propiamente dicha, sino también por el contenido de las declaraciones publicitarias que generaron confianza en el consumidor.

Bajo estos supuestos, el profesional tendrá que ejecutar el contrato tanto en los términos expuestos en la oferta contractual, esto es, la que contenía los elementos esenciales del contrato ofertado, como en los términos expuestos en las declaraciones publicitarias, y si llegare a existir incoherencia entre las declaraciones publicitarias y el clausulado contractual, será obligación del profesional interpretar el contrato conforme a los cánones de la buena fe, lo que implica ejecutar el contrato en los términos que aparezcan más favorables al consumidor. De esta forma, el profesional deberá responderle al consumidor por las características económicas, funcionales y técnicas que razonablemente aquel esperaba encontrar en el producto en atención a las declaraciones publicitarias.

Como arriba se anunció, esta reflexión guarda íntima relación con la buena fe y con las reglas que el principio inspira (deberes de información, lealtad, trans-

parencia). Sin embargo, es especial la referencia a la regla del *Venire contra factum proprium non valet*. Dicha regla, han dicho los estudiosos del tema, imposibilita que una parte defraude la confianza de la otra al incumplir con las prestaciones negociales que por cualquier medio se hubiesen creado^k; es decir, si los mensajes publicitarios crean confianza en los consumidores relacionadas con las características objetivas de los productos o servicios, posteriormente, en el período contractual, los empresarios no podrán sustraerse de dichas prestaciones²¹.

Por virtud del poder integrador de la buena fe, los mencionados deberes se convierten en soporte fundamental de la determinación de las obligaciones a cargo de las partes en los contratos de consumo²². Obsérvese que la información expuesta en los actos publicitarios generalmente se convierte en la única forma que tiene el consumidor para conocer las bondades, cualidades y características de los productos o servicios que espera adquirir.

Así, la exigencia de que dichas declaraciones sean veraces, suficientes, claras, oportunas, conducentes, y que en atención a esas características integren el contenido del contrato tiene como finalidad garantizarle al consumidor o usuario que el profesional le responderá por el producto o servicio en los términos contenidos en la publicidad, en cuanto sean más favorables a los intereses del consumidor²³. En efecto, si se llegare a demostrar la existencia de contradicciones entre las cláusulas de un contrato y los derechos, características o garantías expuestos en los actos publicitarios y estos últimos redundaren en un mayor beneficio para el consumidor, prevalecerá el contenido de la publicidad en tanto que estos también se entenderán integrados al contrato²⁴.

Con lo anterior, se observa que las nuevas circunstancias del mercado han replanteado el *iter* formativo a partir del hecho de que la contratación y el contrato de consumo resultan promocionados o promovidos mecánicamente y a distancia por medio de la publicidad. La publicidad ha sustituido, en consecuencia, los tratos previos o preliminares de los que se ocupa el derecho civil y ha alterado profundamente el proceso de formación del contrato: del contrato personal, en el cual las tratativas se efectuaban cara a cara, se ha pasado al contacto social mecanizado y anónimo de los mensajes publicitarios²⁵.

Conclusiones

- El contrato con el consumidor surge como una nueva modalidad contractual que tiene por objeto servir de herramienta al mercado para la comercialización de bienes o servicios.
- Por ser el contrato de consumo una reacción del mercado, de alguna forma replanteó el paradigma de la autonomía de la voluntad sobre la cual se estructuró la teoría general del contrato común, consagrada en los códigos decimonónicos.

k Para un profundo estudio del principio de la buena fe en el sistema jurídico colombiano: NEME VILLARREAL, Martha Lucía. El principio de buena fe en materia contractual en el sistema jurídico colombiano. Bogotá. En: Revista de Derecho Privado. # 11. Universidad Externado de Colombia. 2006.

- El contrato de consumo se estructura sobre bases asimétricas. Al lado de un profesional que cuenta con un sinnúmero de prerrogativas negociales dentro de las cuales resaltan un alto contenido de información y la facultad reglamentaria del contrato, se encuentra un consumidor que por regla general carece de información idónea y de poder de configuración contractual.
- Consciente el legislador de dicha asimetría, ha radicado en cabeza del profesional una serie de cargas que tienen por objeto que el consumidor concurra al acto de consumo, con una mejor calidad de información que le permita emitir un consentimiento “adecuadamente informado”.
- El fenómeno de la integración publicitaria del contrato, desarrollo del principio de la buena fe, tiene por objeto proteger al consumidor frente al sinnúmero de información que mediante actos publicitarios lanzan los profesionales al mercado.

Referencias bibliográficas

1. STIGLITZ, Rubén. Contrato de consumo y cláusulas abusivas. Ponencia presentada dentro del marco de la conferencia sobre “Derechos del consumidor” en la Universidad Externado de Colombia (Bogotá) en septiembre de 1998, p.1.
2. MÉLICH ORSINI, José. Las particularidades del contrato con las particularidades del contrato con el consumidor. Conferencia dictada en le Universidad Externado de Colombia el día 10 de septiembre de 1998 con ocasión del ciclo sobre “El contrato y el sistema jurídico latinoamericano” organizado por dicha Universidad con la cooperación del Centro di Studi Giuridici Latinoamericani de la Universidad Tor Vergata, Roma.
3. ROPPO, Vincenzo. El contrato del dos mil. Bogotá. Ensayos de la Revista de Derecho Privado # 1. Universidad Externado de Colombia. 2005, p. 17.
4. BERCOVITZ RODRÍGUEZ-CANO, Alberto y Bercovitz Rodríguez-Cano, Rodrigo. Estudios jurídicos sobre protección de los consumidores. Madrid: Tecnos. 1987, p. 186.
5. GHERSI, Carlos Alberto. Contratos civiles y mercantiles. Tomo I. 5ª ed. Buenos Aires: Astrea. 2002, p. 35
6. Colombia. Corte Constitucional. Sentencia C-1141 de 2000. M. P. Eduardo Cifuentes Muñoz.
7. WEINGARTEN, Celia. Derecho del Consumidor. Buenos Aires. Universidad. 2007, p. 138.
8. ROPPO, Vincenzo. Op. Cit, p 64.
9. BUSTAMANTE PÉREZ, Laura. Derechos del Consumidor. Buenos Aires. Astrea. 2004, p. 3.
10. RINESI, Antonio Juan. Relación de consumo y derechos del consumidor. Buenos Aires: Astrea, 2006, p 27.
11. LORENZETTI, Ricardo Luis. Consumidores. Buenos Aires: Rubinzal-Culzoni Editores, 2003, p 16

12. AMORES CONRADI, Miguel y otros. Significación del contrato en las distintas ramas del ordenamiento. Tomo I. Valencia: Tirant lo Blach, 2009, p 284.
13. AMORES CONRADI, Miguel y otros. Op. Cit, p 284.
14. Colombia. Corte Suprema de Justicia. Sentencia de 07 de febrero de 2007. Exp. 23162-31-03-001-1999-00079-01. M. P. César Julio Valencia Copete.
15. REYES LÓPEZ, María José, El carácter vinculante de la oferta y de la publicidad en el artículo 8 de la ley general para la defensa de los consumidores y usuarios España. En: Revista. Estudios sobre Consumo. Vol. 12, N° 43, 1997, p 63
16. Artículo 845 del Código de Comercio.
17. Artículo 848 del Código de Comercio.
18. Íbid.
19. Artículo 856 del Código de Comercio.
20. Artículo 860 del Código de Comercio.
21. ACOSTA MORALES, Alonso. Asimetría informativa. Perú. Asesorandina. 2008, p 33
22. Cfr. LLOBERT I AGUADO, JOSEP. Op. Cit.
23. *Enciclopedia del Diritto*, Tomo # XXII, Italia, Giuffre Editore, 1998, 263.
24. REYES LOPEZ, María José. Op. Cit, p 66
25. MOSSET ITURRASPE, Jorge y LORENZETTI, Ricardo Luis. Op. Cit, p 68

Efecto de la densidad de siembra sobre la larvicultura de guabina (*Rhamdia sebae* c.f.) en sistema de recirculación[¥]

Carlos Arturo David Ruales*, Germán David Castañeda Álvarez**, Claudia Isabel Cruz Segura***, Gustavo Adolfo Lenis Sucerquia****, Juan David Castro Rojas*****, Miguel Augusto Álvarez Vanegas*****, Neithan Lidueña Arrieta*****, Ever Segundo Martínez Morales*****

Resumen

Introducción. La fase de larvicultura es la etapa crucial en un sistema de producción de alevinos. La mayoría de peces nativos poseen larvas altriciales, caracterizadas por su poco desarrollo y a las cuales se les debe brindar las mejores condiciones. Los sistemas con recirculación son una herramienta tecnológica amigable con el medio ambiente que permite incrementar la productividad y la rentabilidad en larvicultura.

Objetivo. Evaluar tres densidades de contención y su efecto sobre el crecimiento y la sobrevivencia de larvas de *Rhamdia sebae*, en un sistema de recirculación. **Materiales y métodos.** Fueron utilizadas larvas de guabina (*Rhamdia sebae*), de 36 horas post-eclosión (HPE) y sembradas en tres densidades 25, 50 y 75 larvas L⁻¹ (T1, T2 y T3 respectivamente) por triplicado en contenedores de 80 L en un sistema de recirculación; en los diferentes tratamientos los animales fueron alimentados por primera vez y durante 17 días consecutivos con nauplios de *Artemia* salina y alimento concentrado del 35% de proteína bruta (PB). **Resultados.** Al final del experimento los resultados indicaron diferencias significativas (p<0.05) entre tratamientos con respecto a la ganancia de peso y sobrevivencia, se registró el mejor desempeño para T1 (21.72 ± 5.57 mg y 73.08 ± 14.51%, respectivamente), incluyendo también para este tratamiento la mejor tasa de crecimiento específico (6,32%), seguido por T2 (13 ± 5,14

¥ Investigación realizada entre el 22 de julio y el 12 de agosto de 2010, dentro del desarrollo del convenio 0842 IDEA- CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA.

* Biólogo, especialista, magíster en Acuicultura de Aguas Continentales. Docente Corporación Universitaria Lasallista. Grupo de investigación en producción, desarrollo y transformación agropecuaria. Correspondencia: cadavid@lasallista.edu.co

** Zootecnista, especialista, magíster en Acuicultura de Aguas Continentales. Investigador Asociado al convenio 0842.

*** Administradora de Empresas Agropecuarias, especialista, candidata a magíster en Administración. Docente Corporación Universitaria Lasallista.

mg y $44.33 \pm 12.04\%$) y T3 (8.12 ± 3.38 mg y $38.92 \pm 11.84\%$). **Conclusión.** La mejor densidad de siembra en este tipo de sistema fue de 25 larvas L^{-1} .

Seed density's effect on "guabina's" larviculture (*Rhamdia sebae* c.f.) in a recirculation system.

Abstract

Introduction. Larviculture phase is the most important stage in a fry production system. Most of native fish species have altricial larvae, which are known for their low development, and which require optimal conditions. Recirculation systems are a technological tool that is environmentally friendly and allows productivity and profitability increases in larviculture. **Objective.** To evaluate three containment densities and their effects on *Rhamdia sebae* larvae's growth and survival in a recirculation system. **Materials and methods.** "Guabina" (*Rhamdia sebae*) larvae with a post-hatching period of 36 hours were used. They were seeded in three densities, 25, 50 and 75 larvae L^{-1} (T1, T2 y T3 respectively) in triplicate, in 80 liters containers, in a recirculation system. In the different treatments, the animals were fed for the first time and during a 17 days period with Artemia salina nauplii and concentrated food with a 35 % of brute protein. **Results.** At the end of the experiment, the results indicated significant differences ($p < 0.05$) between the treatments concerning the weight gain and the survival. The best performance was that of T1 (21.72 ± 5.57 mg and $73.08 \pm 14.51\%$, respectively), also including, for this treatment, the best specific growth rate (6,32%), followed by T2 ($13 \pm 5,14$ mg and $44.33 \pm 12.04\%$) and T3 (8.12 ± 3.38 mg and $38.92 \pm 11.84\%$). **Conclusion.** The best seeding density in this kind of system was 25 L^{-1} larvae.

Introducción

Cuando el pez eclosiona y la yema es insuficiente para construir el fenotipo definitivo, es necesario un estado temporal de larva, que llegan a ser parte de su vida como un "dispositivo" para la adquisición de nutrientes externos hasta que tenga suficientes nutrientes para proceder con la formación del fenotipo definitivo^{1,2}.

**** Biólogo, magíster en Acuicultura de Aguas Continentales. Docente Universidad de Antioquia

***** Estudiantes de X semestre de Industrias Pecuarias, Corporación Universitaria Lasallista.

***** Estudiantes de X semestre de Industrias Pecuarias, Corporación Universitaria Lasallista.

***** Tecnólogo en Producción Acuícola, SENA

***** Tecnólogo en Producción Acuícola, SENA

La fase de larvicultura comienza en el momento de la eclosión (eleuteroembrión), el cual se nutre de su saco vitelino, compuesto principalmente por ácidos grasos y aminoácidos libres, que le brindan energía, y aminoácidos para la conformación de proteínas corporales. La fase de alimentación endógena determina la mayor parte del fenotipo final del individuo³.

La mayoría de peces nativos poseen larvas altriciales o de desarrollo indirecto, caracterizadas por su poco desarrollo en comparación con las larvas precociales o de desarrollo directo, como las de tilapia (*Oreochromis sp.*) y de trucha (*Onchorynchus sp.*), las cuales generalmente eclosionan con ojos diferenciados y una gran cantidad de vitelo que les permite su crecimiento y diferenciación de órganos y tejidos menos dependiente de la alimentación exógena⁴.

Varios autores afirman que el período crítico y el éxito en la producción de alevinos es el inicio de la alimentación exógena; por esta razón los cuidados en esta fase deben ser superiores⁵⁻⁷. Aunque un número de factores medioambientales tales como densidad de la población, refugios, claridad del agua, intensidad lumínica y frecuencia alimenticia, entre otros, están ligados al desarrollo de la larva, la disponibilidad y la calidad del alimento parecen ser los mayores factores a tener en cuenta para las actividades en larvicultura⁸.

Los sistemas de recirculación han sido desarrollados, entre otras utilidades, con el fin de conocer requerimientos ambientales durante esta etapa de vida. La tecnificación, implementando sistemas de recirculación, ha sido uno de los pilares para el desarrollo y la industrialización de la piscicultura. Es así como en Inglaterra, Europa, Taiwán, Japón, India y Brasil, en larvicultura de especies marinas y dulceacuícolas como hipogloso del Atlántico (*Hipoglossus hipoglossus*)⁹, lubina (*Dicentrarchus labrax*)¹⁰, bagre africano (*Clarias gariepinus*)¹¹, carpa mayor de la India (*Labeo rohita*)¹², pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*)¹³ entre otros, han centrado sus esfuerzos en esta etapa de vida. Este desarrollo tecnológico ha posibilitado incrementar la eficiencia y rentabilidad de las industrias piscícolas, con el valor agregado de la sostenibilidad ambiental y la utilización de estas técnicas en la preservación de especies nativas por repoblamiento y disminución en la presión de captura por sobrepesca y deterioro ambiental.

En Colombia, la información sobre el proceso de larvicultura en especies nativas de aguas cálidas es escasa o inexistente, en especial cuando esta actividad se realiza en sistemas de recirculación. El objetivo de este trabajo fue el de evaluar tres densidades de contención y su efecto sobre el crecimiento y la sobrevivencia de larvas de *Rhamdia sebae*, en un sistema de recirculación.

Materiales y métodos

En la estación piscícola de la Universidad de Antioquia, ubicada en el corregimiento de San José del Nus, municipio de San Roque, a 735 metros sobre el nivel

del mar y a una temperatura promedio de 24°C se realizó una reproducción de *Rhamdia sebae* c.f. (Guabina), para la cual fueron escogidos por sus características externas de madurez, tres hembras con peso promedio de 216±11 g y tres machos de 150±7 g. Solo se realizó inducción para las hembras con una dosis de 0,02 ml de OVAPRIM®. Los huevos fueron colocados en una incubadora Woyarovich, y un tercio de los mismos fueron incubados en un tanque del sistema de recirculación.

Fue diseñado un sistema de recirculación con 16 contenedores circulares de 80 L de volumen efectivo, dos filtros de sólidos de 60 L cada uno, dos biofiltros de 250 L cada uno, un esterilizador UV de 25 L min⁻¹, un reservorio principal de 500 L con nivel magnético unido a una electrobomba de 1,5 HP (320 L min⁻¹) la cual eleva el agua filtrada a un tanque de 250L del cual se distribuye el agua por gravedad a los contenedores; el caudal manejado dentro del sistema fue de 2 L min⁻¹ que proveía un 1,5 recambios por hora. Las características físicas y químicas del agua recirculada fueron registradas con equipo multiparámetros (Hach FF1A®) y se mantuvieron dentro de los siguientes rangos: temperatura 25,84±0,54°C; oxígeno disuelto 6,75±0,42 mg L⁻¹; pH 7,5±0,0; dureza 76,95±9,37 mg L⁻¹ CaCO₃; alcalinidad 79,8±8,83 mg L⁻¹ CaCO₃ y amonio total 0,79±0,28 mg L⁻¹.

Larvas al inicio de la alimentación exógena (36 HPE) fueron contenidas en densidades de 25 (T1), 50 (T2) y 75 (T3) larvas L⁻¹, para 2000, 4000 y 6000 larvas/contenedor, hasta el día 20 post-eclosión (DPE). El protocolo de alimentación utilizado fue el siguiente:

Del total de larvas disponibles para el experimento y, luego de cada tratamiento, se tomaron muestras estadísticamente representativas, para pesarlas al inicio y al final del estudio, utilizando una balanza analítica (Mettler Toledo AB 204-S sensibilidad de 0,0001. La ganancia de peso (GP) se determinó de los datos finales de peso después del período establecido, menos los iniciales del mismo. La mortalidad fue medida cada 24 horas, antes de la medición de los parámetros físico-químicos de calidad de agua. La tasa de crecimiento específica (TCE) fue calculada de acuerdo con la fórmula $TCE=100(\ln Pf - \ln Pi)/(Tf-Ti)$,¹⁴ donde Pf y Pi son los pesos finales e iniciales; Tf y Ti es el tiempo en días, final e inicial.

El experimento fue organizado en un diseño completamente aleatorizado con tres tratamientos y tres réplicas por tratamiento. Los resultados fueron analizados aplicando ANOVA con el 95% de confianza; se empleó la prueba de Tukey para separar los efectos promedio al mismo nivel de probabilidad del 5% y se realizó transformación de datos por arc-seno para el análisis de sobrevivencia. Las pruebas se realizaron con el paquete estadístico SAS V. 8.2.

Tabla 1. Protocolo de alimentación desde el inicio de la alimentación exógena hasta 20 DPE

DPE	Horas alimentación				
	07:00	11:00	14:00	17:00	21:00
3	A	A	A	A	A
4	A	A	A	A	A
5	A	A	A	A	A
6	A	A	A	A	A
7	A	A	A	A	A
8	A	C	A	A	A
9	A	A	A	C	A
10	A	A	A	C	A
11	A + C	A + C	C	A	C
12	A + C	A + C	A	A + C	A + C
13	C	C	C	A	A
14	C	C	C	A	A
15	C	C	C	A	A
16	C	C	C	A	A
17	C	C	C	A	A
18	C	C	C	A	A
19	C	C	C	A	A
20	C	C	C	A	A

A = *Artemia salina*

C = alimento concentrado 35% PB

Resultados

A las 12 horas, luego de la primera inducción con temperatura promedio de 24 grados, estaban listas para desove en seco. De las tres hembras, 2 liberaron todos los huevos y una solo liberó una pequeña cantidad, fueron obtenidos 108.000 huevos fertilizados L⁻¹.

A las 8 HPF, tanto los ovocitos de la incubadora como los del contenedor registraron un 93,4% de fertilización y la eclosión se registró entre las 22 y las 24 HPF, a 26 grados centígrados en promedio, con un porcentaje de eclosión superior al 90%, sin diferencia en los dos sistemas. Las larvas, al momento de la

eclosión, pesaron $0,801 \pm 0,2$ mg. El inicio a la alimentación exógena se produjo a las 47 HPE con una temperatura promedio de $25,5$ grados, y un peso promedio inicial de $1,57 \pm 0,17$ mg.

Como se muestra en la figura 1, el mejor resultado en ganancia de peso (GP), se observó para T1 con $21,72 \pm 5,57$ mg, con diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en relación a T2 y T3 ($13 \pm 5,14$ mg y $8,12 \pm 3,38$), respectivamente. Los pesos finales obtenidos fueron $23,3 \pm 5,57$ mg, $14,58 \pm 5,14$ mg y $9,7 \pm 3,38$ mg, respectivamente. La figura 2 muestra los resultados de sobrevivencia, los cuales fueron consecuentes con los de crecimiento. Los mejores porcentajes en sobrevivencia se presentaron para T1 y T2, sin diferencia significativa entre ellos ($73,08 \pm 14,51\%$ y $44,33 \pm 12,04\%$ respectivamente); se presentó diferencia estadística significativa entre T1 y T3 ($p < 0,05$), pero no entre T2 y T3; el menor valor porcentual se presentó en T3 con $38,92 \pm 11,84\%$. Con respecto a la TCE, la figura 2 indica que T1 expresó el máximo valor porcentual de crecimiento diario ($6,32\%$), seguidos por T2 y T3 ($5,22$ y $4,27\%$, respectivamente).

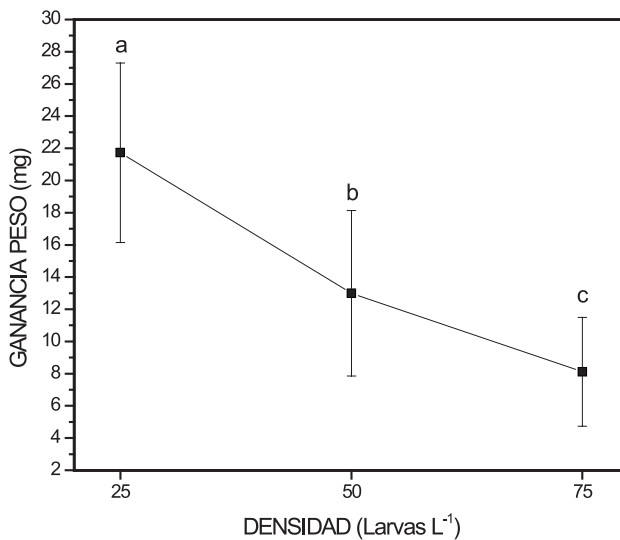


Figura 1. Relación entre ganancia de peso y densidad de contención

La tabla 2 muestra la relación entre biomasa y densidad de siembra, donde la biomasa obtenida fue inversa a la densidad, y registró el mayor valor (mg L⁻¹) en la menor densidad (T1), la cual es 1,81 veces superior a la registrada en T2 y 1,5 veces superior a T3. Sin embargo, la biomasa obtenida en T3 es 1,2 veces mayor que en T2, debido a que no hubo diferencia estadística entre la sobrevivencia.

Tabla 2. Biomasa obtenida en relación a la densidad de siembra

Densidad	alevinos cosechados	Peso (mg)	Total biomasa (mg)	Biomasa final (mg L ⁻¹)
25 L ⁻¹	4385	23,3	102170,50	425,71
50 L ⁻¹	3860	14,58	56294,24	234,56
75 L ⁻¹	7006	9,70	67965,21	283,19

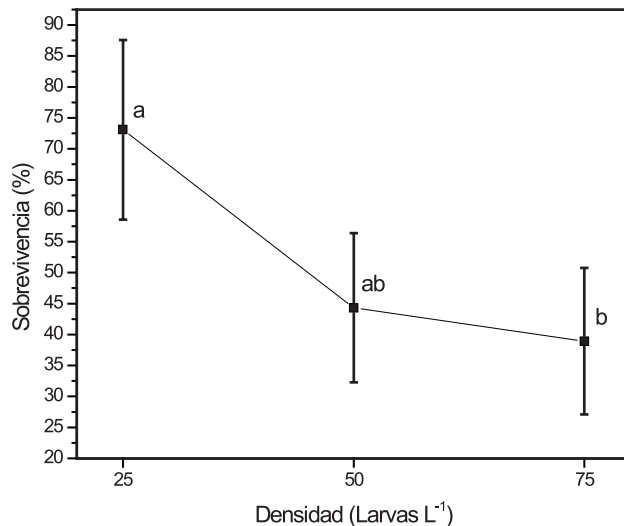


Figura 2. Porcentajes de sobrevivencia en relación con la densidad de siembra

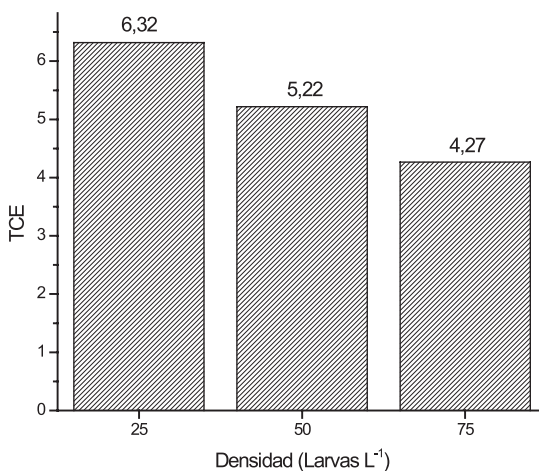


Figura 3. Tasa de crecimiento específico en relación a la densidad de contención

Discusión

La densidad de siembra puede causar efectos que van en detrimento del crecimiento del pez, pero, a su vez, es difícil determinar si las disminuciones en el crecimiento resultan del estrés generado por cambios metabólicos probablemente influenciados por el consumo de alimento y jerarquías sociales o efectos directos asociados con niveles alterados de hormonas, enzimas y factores del crecimiento¹⁵. En el presente trabajo, el incremento en la densidad de siembra implicó una reducción significativa en la ganancia de peso y el porcentaje de sobrevivencia; similares hallazgos son reportados para las especies *Catla catla* (22.37 ± 1.20 mg y $78 \pm 1.02\%$) y *Labeo rohita* (80.90 ± 0.9 mg y $30.43 \pm 0.80\%$)¹⁶, respectivamente, aunque trabajando con densidades de siembra menores (6, 8 y 10 larvas L⁻¹) a las del presente estudio; en otro estudio con larvas de *Clarias gariepinus*, manejadas a altas densidades (25 a 250 larvas L⁻¹), se observó un igual comportamiento, teniendo en cuenta que las TCE reportadas no fueron superiores al 1% día⁻¹¹⁷.

Los resultados muestran que el crecimiento está limitado por el incremento en la densidad de siembra; los datos de TCE ratifican esta conclusión; similares hallazgos se encontraron en un experimento con larvas de *Brycon cephalus*¹⁸, pero para la especie *Gadus morhua*, la TEC no fue influenciada por la densidad de siembra¹⁹. En un estudio sobre crecimiento de larvas de *Rhamdia quelen*, alimentadas con raciones granuladas e hidrolizados, las TEC encontradas estuvieron en el rango del 9,38 al 16,42%; para el presente estudio el rango estuvo entre 4,27 y 6,32; las diferencias obtenidas pueden obedecer a características propias de cada especie (genética) y que en el estudio con *Rhamdia quelen*, la densidad de siembra utilizada fue menor (11 larvas L⁻¹)²⁰.

Para *Rhamdia quelen*, la larvicultura en un sistema de recirculación en una densidad de 11 larvas L⁻¹ por 21 días se obtuvo una sobrevivencia de 66,2% y 34,20 mg de peso promedio, alcanzando una biomasa final de 572,12 mg L⁻¹ (Cardoso et al, 2004). De forma similar, al contener larvas de la misma especie a una densidad de 33,33 larvas L⁻¹ por 20 días se obtuvo una sobrevivencia de 79,72% y 98,8 mg de peso promedio, alcanzando una biomasa final de 2625,44 mg L⁻¹²¹. Sin embargo, esta especie es de mayor tamaño que *Rhamdia sebae*.

Se puede inferir que el sistema de recirculación y su sistema de filtración fueron efectivos para mantener rangos de calidad de agua dentro de los parámetros de confort para la especie, y que las mortalidades encontradas para T2 y T3 estarían relacionadas con el incremento en la densidad de siembra; ya ha sido reportado que se pueden discutir causas endógenas como la piscivoría, el cuidado parental y las diferencias de tamaño y exógenas como la disponibilidad de alimento y la densidad poblacional²².

Conclusión

Se observó claramente que la mejor densidad de siembra en este tipo de sistema fue la de 25 larvas L⁻¹, datos que son soportados por su máxima ganancia de peso,

su mayor porcentaje en sobrevivencia y su mejor valor porcentual en la TCE. Se recomienda hacer ensayos con densidades en el rango entre 25 y 50 larvas L-1, para encontrar el punto máximo de densidad sin perder condición en la larva.

Agradecimientos

Esta investigación hace parte del convenio IDEA – CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA No. 0842, donde participan también la UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, LA SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL DE ANTIOQUIA Y EL SENA. Agradecemos muy especialmente a Osvaldo Morales, administrador de la Estación Piscícola de la Universidad de Antioquia y a todos los operarios de la estación.

Bibliografía

1. WASSERSUG, R.J. The adaptive significance of the tadpole stage with comments on the maintenance of complex life cycles in anurans. En: American Zoology. Vol.15. (1975); p. 405-417.
2. WASSERSUG, R.J. Why tadpoles love fast food. En: Natural History. Vol.93. (1984.); p. 60-69.
3. BALON, E. Types of feeding in the ontogeny of fishes and the life-history model. En: Environmental Biology of Fishes. Vol.16. (1986.); p. 11-24.
4. Ibid., p. 11.
5. ATENCIO, G.V. Producción de alevinos de especies nativas. En: Revista MVZ-CÓRDOBA. Vol. 6. No. (1) (2001); p. 9-14.
6. ARIAS, J.A., CLAVIJO-AYALA, J.A., AYA, B.E. Crecimiento de Barbilla (*Rhamdia sebae* c.f.) con tres diferentes niveles de proteína en la ración. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol. 18(4). (2005); p. 331-333.
7. HECHT, T. An alternative life history approach to the nutrition and feeding of Siluroidei larvae and early juveniles. En: Aquatic Living Resource. Vol. 9. 1(1996); p. 21-133.
8. CONCEIÇÃO, L.E.C., OZÓRIO, R.O.A., SUURD, E.A., VERRETH, J.A.J. Amino acid profiles and amino acid utilization in larval African catfish (*Clarias gariepinus*): effects of ontogeny and temperature. En: Fish Physiology and Biochemistry. Vol. 19. (1998); p. 43-57.
9. SHIELDS, R., GARA, B., GILLIESPIE, M.J.S., A UK perspective on intensive hatchery rearing methods for Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). En: Aquaculture. Vol. 176. (1999); p. 15-25.
10. OLIVAR, M.P., AMBROSIO, P.P., CATALÁN, I.A. A closed water recirculation system for ecological studies in marine fish larvae: growth and survival of sea bass larvae fed with live prey. En: Aquatic Living Resources. Vol. 13. (2000); p. 29-35.
11. HAYLOR, G.S., MOLLAH., M.F.A. Controlled hatchery production of African catfish, *Clarias gariepinus*: the influence of temperature on early development. En: Aquatic Living Resources. Vol. 8. (1995); p. 431-438.

12. SHARMA, J., CHAKRABARTI, R. Role of Stocking Density on Growth and Survival of Catla, *Catla catla*, and Rohu, *Labeo rohita*, Larvae and Water Quality in a Recirculating System. En: Journal of Applied Aquaculture, Vol. 14. (2003); p. 171-178.
13. LUNDSTEDT, L.M. Aspectos adaptativos dos processos digestivo e metabólico de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) arra oados com diferentes níveis de proteína e energia. Tese de Doutorado Programa de Pós-graduação em Genética e Evolução do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos. Brasil. (2003); p. 140 p.
14. RICKER, W.E. Growth rates and models. En: HOAR, W.S.; RANDALL, D.J., and BRETT, J.R., Eds. fish physiology. Bioenergetics and growth. Academy press, New York. Vol VIII. (1979); p. 677-743.
15. BARTON, B.A., IWAMA, G.K. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. En: Annual Review of Fish Disies. Vol. 10. (1991); p. 3 –26.
16. SHARMA, J., CHAKRABARTI, R. Op. Cit. p. 174
17. HAYLOR, G.S. Controlled hatchery production of *Clarias gariepinus* (Burchell): growth and survival of larvae at high stocking density. En: Aquaculture and Fisheries Management. Vol. 23. (1992); p. 303-314
18. GOMES, L.G, BALDISSEROTTO, B. AND SENHORINI, J. A. Effects of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of the matrinxa, Brycon cephalus (Characidae), in ponds. En: Aquaculture. Vol. 183. (2000); p. 73-81.
19. BASKERVILLE-BRIDGES, B., AND L.J. KLING. Larval culture of Atlantic cod (*Gadus morhua*) at high stocking densities. En: Aquaculture. Vol. 181. (2000); p. 61-69.
20. PAZ- CARDOSO, A.; RADÜNZ-NETO, J.; DOS SANTOS-MEDEIROS, T.; KNÖPKER, M.A. e LAZZARI, R. Criação de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentadas com rações granuladas contendo fígados ou hidrolisados. En: Acta Scientiarum Animal Sciences. Vol. 26. (2004); p. 457-462.
21. BEHR, E.R.; TRONCO, A.P; RADÜNZ- NETO, J. Ação do tempo e da forma de suplementação alimentar com artemia franciscana sobre a sobrevivência e o crescimento de larvas de jundiá. En: Ciência Rural. Santa Maria. Vol. 30. (2000); p. 503-507.
22. ATENCIO-GARCIA, V. Y ZANIBONI-FILHO, E. El canibalismo en la larvicultura de peces. En: Revista.MVZ Córdoba. Vol. 11. (2006); p. 9-19.

Larvicultura de peces comerciales en sistemas de recirculación*

Carlos Arturo David Ruales**,
Germán David Castañeda Álvarez***

Resumen

El éxito del cultivo de peces y en general de la producción acuícola depende esencialmente de la comprensión del acuicultor de los sistemas de producción empleados y de las etapas de desarrollo de cada especie. De esta manera se puede afirmar que la fase de larvicultura es la etapa crucial en un sistema de producción de alevinos y, evidentemente, a medida que se avanza en su comprensión se desarrollan a la par tecnologías que son más sofisticadas y deben ser bien comprendidas antes de iniciarse en el cultivo. En este sentido, la evolución de los sistemas productivos en acuicultura, tienden a intensificar la producción y ser, al mismo tiempo, amigables con el medio ambiente, de ahí que, los sistemas de recirculación en acuicultura proporcionan un medio de cultivo constante y monitoreable, con pocas y pequeñas variaciones. Los sistemas funcionan para controlar los distintos parámetros de calidad del agua, como la temperatura, el oxígeno, el nitrógeno y los patógenos; lo que contribuye con una producción más intensiva, fiable, limpia y al mismo tiempo con mayores beneficios económicos. Se pretende con esta revisión abordar las principales características que afectan la larvicultura en peces y como los sistemas de recirculación ofrecen una excelente alternativa en la producción de alevinos.

* Investigación realizada como parte integral del desarrollo del convenio 0842 IDEA – CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA. Proyecto: Incorporación de la especie ictica *Pimelodus blochii* - (nicuro) a la cadena piscícola antioqueña mediante la producción de alevinos por medio de reproducción inducida y su manejo en larvicultura.

** Biólogo, magíster en Acuicultura de Aguas Continentales. Docente Corporación Universitaria Lasallista. Grupo de investigación en producción, desarrollo y transformación agropecuaria. Correspondencia: cadavid@lasallista.edu.co

*** Zootecnista, magíster en Acuicultura de Aguas Continentales. Investigador Asociado al convenio 0842

Larviculture of commercial fish in recirculation systems

Abstract

Success in fish farming, and in general for aquaculture production, depends essentially on the farmer's comprehension of the production systems used and the development stages of each species. It can be said that the larviculture stage is the most important one in a fry production system and, evidently, every advance that can be made in order to understand it is developed simultaneously with technologies that become more and more sophisticated, and must be well understood before starting the farming activities. The evolution of productive systems in aquaculture tends to make production more intensive and be, at the same time, environmentally friendly. Recirculation systems in aquaculture provide a constant culture medium that can be monitored, with few variations. The systems are established to control the different parameters of water quality, such as temperature, oxygen, nitrogen and pathogens. They contribute to a more intensive, reliable, clean and more profitable production. This revision aims to look at the most important characteristics that affect larviculture in fish and to see how recirculation systems offer an excellent alternative in fry production.

Introducción

Los factores ambientales inciden de tal manera que determinan la viabilidad de la producción de la especie escogida debido a que influyen en gran parte su crecimiento y sobrevivencia¹. Algunas técnicas y tecnologías desarrolladas en acuicultura permiten controlar y alterar el medioambiente a favor de los animales del cultivo, aún en la etapa larva, la cual es la fase de vida más crítica de los peces²⁻⁴, además de impedir que las indefensas larvas sean depredadas por peces mayores, insectos y crustáceos como copépodos calanoides, entre otros⁵; también se destaca que el desarrollo tecnológico para las fases de cría es esencial para la conservación de las especies en peligro de extinción⁶.

Taiwán, desde el comienzo de este decenio es uno de los países que más variedad de peces ofrece al mercado mundial, con más de 90 especies, y gran parte de su éxito radica en la larvicultura. Los mayores problemas que afrontan en esta fase son el canibalismo, el control de la calidad del agua y las enfermedades, que causan mortalidad en masa. Sin embargo, el canibalismo puede ser controlado mediante selección por tamaño y la utilización de protocolos de alimentación adecuados para cada especie. Para el control de las enfermedades y la calidad del agua se utilizan sistemas de larvicultura dentro de laboratorios o "indoor", empleando sistemas de recirculación con ozono. Estas técnicas en la larvicultura

les ha permitido desarrollar paquetes tecnológicos para peces extremadamente difíciles de producir como los meros⁷.

En Japón, el crecimiento demográfico y la poca disponibilidad de los recursos ambientales han sido aspectos que incentivan la creatividad y la imaginación humana para desenvolverse en los ambientes más extremos. Aún así con estas limitantes, es el país con mayor tecnología en el mundo en la fase de larvicultura, la cual es utilizada para devolver parcialmente al ambiente lo que se le ha depredado. Sus sistemas de producción día a día se automatizan, utilizando sistemas cerrados de recirculación autolimpiables con autoalimentadores para la producción de rotíferos y *Artemia*, los cuales, a su vez, son servidos automáticamente a las larvas de peces marinos, mantenidos también en sistemas cerrados o semi-cerrados de recirculación. En 1997 fueron producidos 97 millones de juveniles de 36 especies, de las cuales, 71 millones de 30 especies fueron utilizadas para repoblamiento⁸.

Según varios autores, en Europa, en el cultivo del pez marino comercial *Dicentrarchus labrax* la mayor dificultad del proceso productivo se presentó en la fase larval. Debido a esto, se realizaron múltiples experimentos que alteraron las características ambientales y utilizaron sistemas cerrados de recirculación, los cuales posibilitaron determinar el ambiente adecuado para su larvicultura^{9,10}. En el Reino Unido, en 1990, los resultados preliminares exitosos sobre la cría en cautiverio del hipogloso (*Hippoglossus hippoglossus*) con financiamiento del Gobierno, dio paso a un programa financiado por el sector público y privado, para determinar y resolver los puntos críticos de su cría intensiva, para convertir la acuicultura marina en un renglón altamente productivo. Estos esfuerzos determinaron que había una necesidad urgente en innovar sistemas de larvicultura y no replicarlos de los países que en esa época ya los producían, como los utilizados en Noruega, lo que les obligó a desarrollar sus propias técnicas y tecnologías, y llegaron a la conclusión de la viabilidad técnica y económica al utilizar sistemas cerrados de recirculación compuestos por tanques cilíndricos entre 450 y 2000 L con control de temperatura y en ausencia de luz, con un diámetro del tubo de abastecimiento de agua entre 15-25 mm y un caudal entre 1 y 2 L/min. Adicionalmente, fue determinado el tiempo adecuado de larvicultura, que permitió obtener una sobrevivencia superior al 50% durante la etapa larval vitelina¹¹.

En Brasil, con *Piaractus mesopotamicus*, al determinar la viabilidad técnica en la fase de larvicultura en laboratorio a escala comercial, se encontró una correlación directa entre los días de larvicultura dentro del laboratorio y la sobrevivencia larval, y se obtuvieron 45,4% y 54% de sobrevivencia a los 45 días post-eclosión (DPE), luego de mantenerlos dentro del laboratorio hasta los 6 y 9 DPE respectivamente, en comparación con los que fueron trasladados directamente a estanques fertilizados (11%), lo que permitió concluir que la larvicultura de esta especie dentro de laboratorio con condiciones controladas es técnicamente viable¹².

En otro trabajo similar se determinó para la misma especie y días de larvicultura intensiva en laboratorio, que la renta bruta se incrementó debido al aumento en la tasa de sobrevivencia y se obtuvo un incremento en los beneficios desde U\$ 0,27 (traslado directo a estanques) hasta U\$ 13,16 (9 DPE en laboratorio) por cada 1000 larvas¹³.

La carpa mayor de la India (*Catla catla*) y el rohu (*Labeo rohita*) son las dos principales especies comerciales en la India. Al tecnificar la fase de larvicultura con sistemas de recirculación, lograron aumentar la densidad a 8333 larvas/m³, lo cual es 8,3 veces más de lo obtenido en estanques (1000/m³), lo que determina que la larvicultura en sistemas cerrados de recirculación para estas dos especies es rentable, debido al gran número de larvas que se pueden contener y la gran diferencia en sobrevivencia, comparadas con los sistemas tradicionales¹⁴.

En silúridos como el bagre africano (*Clarias gariepinus*), el jundiá (*Rhamdia quelen*) y el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) estos sistemas han permitido determinar la temperatura óptima y su efecto sobre las primeras etapas de vida, el fotoperíodo, la dureza y la alcalinidad del agua sobre su desarrollo, además de utilizar alimento vivo y desarrollar protocolos de alimentación al inicio de su alimentación exógena, adicional a las ventajas productivas anteriormente mencionadas¹⁵⁻¹⁸.

Factores bióticos y abióticos que influyen en el éxito de la larvicultura

Temperatura

La temperatura es la variable abiótica más importante que afecta el crecimiento de larvas y juveniles ya que altera el tiempo de diferenciación de órganos y tejidos, inclusive, desde la fase de incubación¹⁹. Al incubar huevos fertilizados de *Piaractus mesopotamicus* a 25, 27 y 29°C y mantener las larvas de todos los tratamientos a igual temperatura, se demostró a los 25 días post-eclosión que los procesos hipertróficos e hiperplásicos del tejido muscular ocurrieron del forma más intensa cuando los huevos fueron incubados a 29°C, y produjeron peces de mayor tamaño al final del experimento²⁰. Asimismo, se demostró que larvas de *Clarias gariepinus* mantenidas a 25, 28 y 31°C producen tasas de crecimiento de 99, 237 y 484%, respectivamente, con aumento en la eficiencia de retención de aminoácidos y materia seca. Altas temperaturas incrementan las tasas de absorción y agotamiento de los aminoácidos y aumentan la tasa de retención de nutrientes de la yema, pero no influyen sobre la absorción de un aminoácido en particular, y causan variaciones no significativas en el perfil de aminoácidos²¹; por el contrario, un incremento por encima del rango de confort térmico podría ocasionar la proliferación de bacterias y hongos. Para la mayoría de los silúridos se determinó que se requiere una temperatura entre 26 y 30°C para la cría de larvas y juveniles²².

Al estudiar la ontogenia de larvas de *Dicentrarchus labrax* mantenidas a 13, 15 y 20°C desde la incubación, se determinó una aceleración en el crecimiento de las

larvas mantenidas a 20°C, que produce larvas más cortas con flexión del notocordio, desarrollo de las aletas al inicio de la alimentación exógena y un aumento en el crecimiento en el resto de su etapa larval²³. En larvas de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) cuando se mantuvieron en sistemas cerrados de recirculación en un rango de temperatura entre 24 y 32°C por 50 días, registraron mayor tasa de crecimiento específico, mayor eficiencia en conversión alimenticia y sobrevivencia similar a 28°C en comparación con 24°C y 32°C, respectivamente²⁴.

Densidad

El aumento en la densidad de contención de los peces en el medio en que crecen afecta el comportamiento, altera el apetito, genera agresiva competencia por la comida y espacio, aumenta el canibalismo y facilita la transmisión de enfermedades^{25,26}; por lo anterior, se requiere ofrecer un ambiente favorable y estable para la especie seleccionada. En la mayoría de las especies de peces se ha encontrado una relación inversa entre la densidad y la tasa de crecimiento, debido a la disminución en la conversión alimenticia producida por un comportamiento jerárquico de dominancia²⁷. Al optimizar las técnicas de producción de peces se han determinado parámetros que los afectan como la calidad del agua, la forma y el volumen de los tanques de cría, la especie cultivada, la etapa fisiológica y el nivel nutricional. Sin embargo, el genotipo, la etología y el comportamiento social del pez pueden ser considerados como los factores más importantes debido a que son los factores internos que influyen la interacción tasa de crecimiento-densidad. Por esta razón hay especies que tienen un aumento en la tasa de crecimiento cuando se producen en sistemas de policultivo intensivo, como la carpa (*Cyprinus carpio*) y la tilapia azul (*Oreochromis aureus*), mientras que existen otras que por el contrario con un ligero aumento en la capacidad de carga disminuyen drásticamente su crecimiento, inclusive, hasta afectar su sobrevivencia²⁸. En larvas de bagre rayado (*P. fasciatum*), a los 12 días post eclosión se determinó un efecto negativo del aumento de la densidad (10-30-100 larvas/L) sobre el crecimiento, pero no sobre la sobrevivencia²⁹. Resultados similares fueron obtenidos en larvas del bagre africano (*Clarias gariepinus*), cuando se contuvieron a densidades entre 25 y 250 larvas/L³⁰. Sin embargo, al contener larvas de pintado (*P. corruscans*) desde 5 hasta 95 larvas/L en un sistema cerrado sin recirculación se determinó un efecto negativo del aumento de densidad sobre la sobrevivencia; se obtuvo mejor resultado cuando se utilizaron 15 larvas/L y no se encontró ninguna relación entre la tasa de crecimiento y la densidad³¹. Contradictoriamente, en larvas del silúrido *Heterobranchus longifilis* contenidas entre 5 y 50 larvas/L se observó un efecto negativo sobre la ganancia de peso y su desviación estándar, y un efecto positivo sobre la sobrevivencia, y las menores tasas de sobrevivencia se presentaron en las densidades más bajas³².

Fotoperíodo

Los ritmos biológicos en la naturaleza son frecuentemente relacionados con los períodos de luminosidad en muchos animales, incluidos los peces. Estos ciclos gobiernan el ritmo de alimentación y reproducción, el cual es específico para cada especie, y se clasifican como diurno, nocturno o diurno-nocturno³³. El fotoperíodo afecta drásticamente el desarrollo y sobrevivencia de las larvas. Larvas de silúridos como las de *C. gariepinus* crecen más rápido en oscuridad continua al compararlas con las mantenidas en luz continua, independiente del alimento utilizado; posiblemente por el comportamiento innato y el estrés causado por la luz continua, exhiben fototaxia negativa y porque pueden alimentarse en completa oscuridad. Estos peces bajo condiciones de largos períodos de luz aumentan su actividad de nado, son más agresivos, producen más lactato, ácidos grasos libres y cortisol, comparados con los mantenidos en cortos períodos de luz; en grandes intervalos de iluminación las larvas dedican más tiempo en la búsqueda de refugios y en su comportamiento territorial^{34,35}. Asimismo, el canibalismo puede ocurrir en función de la turbidez y la intensidad lumínica³⁶. Para la larvicultura de *P. corruscans*, se registró hasta el día 5 post-eclosión una correlación inversa de la sobrevivencia con la luminosidad, mientras que desde esta edad hasta el día 10 post-eclosión no hubo diferencia estadística cuando fueron expuestas a fotoperíodos 0:24 y 14:10 (luz:oscuridad)³⁷. De forma similar, las larvas del bagre europeo (*Silurus glanis*) mantenidas en completa oscuridad disminuyeron el canibalismo en 10% comparadas con larvas mantenidas en fotoperíodo 13:11 (luz:oscuridad)³⁸. Por el contrario, para larvas de sand bass (*Paralabrax maculatofasciatus*), el aumento en intensidad lumínica aumentó el consumo de rotíferos desde 0.4 ± 0.7 rotíferos/larva con completa oscuridad, hasta 2.4 ± 0.1 rotíferos/larva cuando se mantuvieron en una intensidad lumínica de 700 lx³⁹.

Dureza y alcalinidad

La dureza del agua está determinada por el contenido de sales de calcio y de magnesio, estrechamente ligados con iones carbonato (CO_3^{2-}) y bicarbonato (HCO_3^-) (dureza temporal) y con iones sulfato, cloruro y otros aniones de acidez mineral (dureza permanente); diferente a la dureza, la alcalinidad del agua es una medida de su capacidad para neutralizar ácidos. La alcalinidad de aguas naturales se debe a sales de ciertos ácidos débiles y bases fuertes o también débiles. Los bicarbonatos (HCO_3^-) representan la mayor parte de la alcalinidad, ya que éstos son formados en considerables cantidades por la acción del dióxido de carbono (CO_2) con materiales básicos presentes en el suelo⁴⁰.

La regulación iónica del desarrollo embrionario y larval depende sucesivamente de la membrana plasmática, blastodermo y células de cloro en la superficie de la piel. En juveniles y adultos dependen de las células de cloro activadas en las

branquias, además del intestino y el riñón, los cuales aumentan progresivamente su funcionalidad⁴¹.

La adecuación de los parámetros del agua generalmente reduce la incidencia de enfermedades. La alcalinidad puede disminuir la mortalidad en especies sensibles a la acidez, porque reduce la pérdida de iones a través de las branquias, lo que permite recobrar los niveles iónicos en plasma, además de mejorar el transporte celular durante la embriogénesis y aumentar la tasa de eclosión⁴². Al evaluar la interacción entre la densidad y la alcalinidad del agua en juveniles de *Rhamdia quelen*, se determinó un incremento en la sobrevivencia y el desarrollo cuando fueron mantenidas en una densidad de 11,2 peces/L y alcalinidad de 80 mg CaCO₃/L. También en la misma especie, se recomienda mantener a las larvas en agua con una dureza de 70 mg CaCO₃/L. con 20,26 mg. L⁻¹ Ca²⁺ y 2,89 mg. L⁻¹ Mg²⁺⁴³.

Salinidad

Son múltiples los efectos de la salinidad sobre los huevos y larvas de peces, como la concentración osmótica, la incidencia y concentración de algunos iones, la saturación de oxígeno, la gravedad específica, el efecto sobre algunos virus, bacterias, hongos y parásitos de agua dulce, que favorecen la incubación y larvicultura^{44, 45}. Larvas de *Pseudoplatystoma corruscans* y *Prochilodus costatus* mantenidas en un rango entre 0-4‰ murieron en su totalidad en agua con cero salinidad, y obtuvieron el mejor crecimiento y sobrevivencia con agua levemente salada (2‰)⁴⁶. En juveniles de *Tilapia rendalii*, mantenidos en un rango entre 0-15‰ de salinidad encontraron mayor crecimiento y eficiencia de conversión alimenticia cuando fueron criadas en 10‰, y la sobrevivencia fue inversa al aumento de salinidad, sin diferencia estadística entre las mantenidas en 0‰ y 5‰⁴⁷.

Velocidad del agua

Actualmente existe evidencia considerable de que la tasa de crecimiento de diversas especies de peces mantenidas en el flujo del agua es superior a la de mantenidas en agua estática⁴⁸⁻⁵⁰. La adecuada turbulencia del ambiente de contención permite el ejercicio y nado sustentado en los peces, promoviendo el crecimiento y aumentando la conversión alimenticia, inclusive en la etapa larval⁵¹. Cuando la densidad de contención es ajustada y optimizada, el comportamiento agresivo puede ser modificado o reducido cuando los peces son expuestos a corrientes moderadas de agua. En estas condiciones, parte de la energía utilizada para la defensa del territorio se canaliza para el crecimiento, aumentando el crecimiento y la sobrevivencia⁵². La corriente de agua estimula a los peces a nadar activamente en forma de cardúmenes (locomoción sincronizada) y con esto prácticamente desaparece la territorialidad, mejora el ambiente social, se permite un consumo más homogéneo del alimento, lo cual se puede reflejar en la homogeneidad del

lote⁵³. Adicionalmente, el espectro de frecuencias captadas por los neuromastos de la línea lateral aumenta con el flujo del agua⁵⁴, lo que podría permitir una defensa más efectiva y disminuir el canibalismo intracohorte. Para los peces que migran corriente arriba en los ríos, recientemente se han introducido técnicas como la determinación de la velocidad crítica de nado debido a su correlación positiva con la tasa metabólica y el crecimiento⁵⁵. Similar a lo anterior, al ejercitar juveniles de *Brycon cephalus* en tres densidades de contención (88, 176 y 353 peces/m³) a una velocidad de 1 longitud corporal/s, se determinó que el grupo de peces mantenidos en ejercicio sostenido y densidad intermedia (176 peces/m³) registró un incremento en el crecimiento de 34%, mayor homogeneidad de peso, mejor factor de condición, mayor eficiencia en conversión alimenticia y sobrevivencia⁵⁶.

Forma del contenedor

La forma del contenedor donde crecen los peces afecta algunos patrones de desarrollo que pueden alterar su morfología y disminuir o aumentar la producción, además de afectar los costos de mantenimiento; por lo tanto, se requiere diseñar un ambiente en donde exista una completa armonía entre el comportamiento social y los requerimientos fisiológicos de la especie. En tanques con ángulos, se presentan puntos muertos en donde se altera la velocidad del agua; adicionalmente facilita la acumulación de desechos y de los mismo peces, generando una producción secundaria de amonio, incrementando la demanda de oxígeno, la producción de sólidos suspendidos y la predisposición a enfermedades bacterianas en branquias y otras infecciones. En otros sistemas como en los tanques de flujo lineal (raceways) se requiere de un gran caudal para arrastrar los desperdicios. Por su parte, los tanques circulares tienen la ventaja de ser autolimpiables, proveen una columna de agua más homogénea y requieren menos agua en comparación con los de flujo lineal, pero su construcción es más costosa. Actualmente se diseñan contenedores que posean las ventajas de estos dos sistemas, en función de su hidrodinámica^{57, 58}. Con larvas de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), a diferentes densidades, dietas y formas del contenedor, se determinó que las diferentes densidades y dietas no influyeron en la sobrevivencia, media de peso, longitud y altura dorso-ventral, sin embargo, la longitud y peso de las larvas fueron significativamente mayores en los tanques cuadrados en comparación con los rectangulares⁵⁹.

Nutrición

Para muchas especies de peces en la etapa larval el alimento vivo continúa produciendo los mejores resultados en términos de crecimiento y supervivencia en comparación con las dietas formuladas⁶⁰⁻⁶⁵. Se han propuesto varias hipótesis para explicar este comportamiento, como la composición nutricional, estructura y

digestibilidad de la proteína⁶⁶, enzimas, estímulos químicos y visuales de los organismos utilizados como alimento vivo^{67,68}. Entre las ventajas que tiene el zooplancton sobre las raciones formuladas se encuentran: movimiento y coloración vistosa lo que incrementa el instinto de captura, partículas pequeñas, textura suave, fácil digestión, gran valor nutricional (proteína bruta 52-64%, lípidos 5-26%, minerales 6-8%, carbohidratos 10-30% y energía bruta 4800-5445 Kcal/Kg materia seca)^{69,70}. La composición nutricional puede ser alterada mediante la utilización de técnicas de enriquecimiento de los organismos utilizados como alimento vivo para corregir y/o mejorar su valor nutricional, y aumentar la producción de organismos; se utiliza en rotíferos, *Artemia sp.* y microalgas⁷¹. Otro aspecto positivo del alimento vivo es el menor efecto sobre la calidad del agua, que permanece más tiempo sin descomponerse⁷².

Como las macromoléculas de proteína son fraccionadas en péptidos y aminoácidos en el intestino, y también los dipéptidos y tripéptidos desintegrados en aminoácidos, es importante que exista un balance entre estas tres fracciones para optimizar la utilización de la proteína. Se ha sugerido que como el nitrógeno de rotíferos y *Artemia* se encuentra disponible en formas y proporciones idénticas al intestino de la larva, los alimentos artificiales para larvas deben tener una solubilidad y peso molecular similar al encontrado en el alimento vivo⁷³.

Se ha determinado que para la mayoría de silúridos en su etapa larval, se requiere de 50% de proteína bruta y entre 10 y 15% de lípidos. Se recomienda alimentar larvas de *Clarias gariepinus* exclusivamente con nauplios de *Artemia*, debido a que sus aportes nutricionales se encuentran en las proporciones requeridas para proteína y lípidos (48-58% y 10-16%, respectivamente)⁷⁴. Mientras que la alimentación representa el mayor costo de producción en la acuicultura, en larvicultura es menos importante, debido a las pequeñas cantidades requeridas de alimento en contraposición a la alta tasa de crecimiento y a la gran necesidad de producir un volumen de alevinos requeridos para su engorde⁷⁵.

En general, los principales problemas en el desarrollo de dietas artificiales han sido la pobre ingestión, digestión, absorción, provisión de los nutrientes en forma asimilable, la inclusión de niveles inadecuados de ciertos nutrientes esenciales que aún se desconocen⁷⁶, el efecto de los factores antinutricionales aportados por los insumos utilizados para la formulación de raciones⁷⁷, el tamaño de la partícula de alimento, la textura y palatabilidad de la ración ofrecida, el método de administración del alimento, el comportamiento de la larva frente a un alimento inerte⁷⁸ y el acentuado canibalismo por parte de larvas de peces carnívoros por la inhabilidad para aceptar de inmediato las raciones artificiales, lo que obliga a la utilización del alimento natural⁷⁹.

La introducción de una dieta artificial ha sido más efectiva cuando es ofrecida junto con alimento vivo. Esta estrategia es conocida como co-alimentación; se ha

sugerido que la *Artemia* influye en la ingestión, digestión y asimilación de la dieta microencapsulada de dos maneras: a través de un estímulo químico, cuando los aminoácidos libres son liberados del organismo vivo, activa los receptores químicos de la larva, estimula el apetito y orienta la larva hacia la presa; y la segunda, a través de la influencia directa de la composición bioquímica de la *Artemia* en la digestión y asimilación de los nutrientes procesados por la larva⁸⁰. Al alimentar larvas de *Clarias gariepinus* con raciones secas y con *Artemia*, se registró la mayor producción en términos de biomasa al combinar estas dos fuentes alimenticias⁸¹. De forma similar, determinaron el efecto de la suplementación con *Artemia franciscana* en el desarrollo de larvas de *Rhamdia quelen* utilizando nauplios por 3 y 7 días y cistos por 3 y 7 días (cinco tratamientos con el control), y como base, una dieta seca con 41% de proteína bruta y 4293Kcal./Kg. Se concluyó que los mejores resultados en cuanto a longitud y peso fueron obtenidos suplementando con nauplios, aunque se obtuvo un porcentaje de sobrevivencia ligeramente menor que los suplementados con cistos. Este hecho está relacionado con el comportamiento predador de las larvas alimentadas con alimento vivo⁸².

Uso de sistemas cerrados de recirculación en acuicultura

Como la mayoría de sistemas de producción de materias primas, alimentos y animales, la acuicultura enfrenta los cambios producidos por el aumento incontrollable de la masa humana, y compite por agua, tierra e insumos para el mantenimiento de la producción. Actualmente los sistemas que permiten el uso eficiente del agua en las explotaciones acuícolas para la producción de crustáceos⁸³, moluscos⁸⁴, peces marinos⁸⁵, y dulceacuícolas⁸⁶⁻⁸⁸ comerciales y ornamentales⁸⁹ están siendo diseñados y puestos a prueba, con excelentes resultados. La utilización de sistemas de recirculación para la acuicultura se ha expandido debido a que los beneficios asociados con estos sistemas permiten explorar su potencial, no solo para especies de alto valor económico, sino también para especies comerciales, como por ejemplo, la tilapia (*Oreochromis sp.*) (Shnel et al, 2002)⁹⁰. Estos sistemas permiten aumentar la eficiencia de la producción a escala comercial, debido al control que se tiene sobre los parámetros ambientales, lo que posibilita alterar permanentemente muchas de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua a favor de los organismos de cultivo, lo que brinda la posibilidad de ofrecer un ambiente adecuado⁹¹, reducir los costos de producción debido al aumento de la producción por área o volumen, el aumento de la sobrevivencia, el descarte de la fuga de animales del cultivo, la disminución de la mano de obra^{92, 93} y el uso eficiente de la energía para el control de la temperatura⁹⁴. Otras ventajas favorables para el ambiente son la disminución del consumo de agua debido a que su reutilización hace posible reducir los requerimientos de agua entre 250 y 1000 L para producir 1 Kg. de pescado, en comparación con los estanques en tierra⁹⁵. Asimismo, el bajo volumen de descarga de agua reutilizada, la cual se puede

tratar en el mismo sistema para devolverla a las fuentes de agua naturales, genera un aumento altamente significativo en la eficiencia de su uso y en la disminución de la contaminación de las fuentes hídricas, llegando al punto de no ser necesario descargar efluentes durante todo el proceso productivo⁹⁶, utilizar los desperdicios producidos dentro del sistema cerrado de recirculación por medio de un sistema heterotrófico para producir biofloc, y utilizarlo para alimentar tilapias (*Oreochromis sp.*)⁹⁷ e inclusive, integrar la producción acuícola con la producción vegetal, como los sistemas acuapónicos⁹⁸. Estas características permiten requerir menos área y la posibilidad de producir grandes volúmenes de biomasa en sitios donde no hay posibilidad de abastecimiento de un gran volumen del líquido vital (como es el caso de Israel), inclusive, producir peces marinos lejos del océano⁹⁹. Por estas características son ideales para zonas en donde el costo de la tierra es elevado y hay escasez de agua. Por ejemplo, en Nigeria, la gran cantidad de agua y el gran espacio requerido para las explotaciones comerciales en estanques ha limitado la expansión del cultivo del bagre africano (*Clarias gariepinus*). Por estas razones, estos sistemas han aumentado su popularidad en países como Alemania, Noruega y Estados Unidos¹⁰⁰.

Debido a todos los antecedentes anteriormente registrados, la etapa de larvicultura en sistemas de recirculación para especies nativas tropicales es una tecnología apropiada para el país, porque protege la fauna nativa del ingreso de peces introducidos al país como tilapias y *Pangasius*, entre otros, los cuales destruyen la fauna nativa, que constituye uno de los mayores potenciales que tenemos para la diversificación de la piscicultura y el ahorro y la preservación de las fuentes hídricas naturales.

Bibliografía

1. OLIVAR, M.P., AMBROSIO, P.P., CATALÁN, I.A. 2000. A closed water recirculation system for ecological studies in marine fish larvae: growth and survival of sea bass larvae fed with live prey. *Aquat. Living Resour.* 13 (1):29-35.
2. GAWLICKA, A., PARENT, B., HORN, M.H., ROSS, N., OPSTAD, I., TORRISSEN, O.J., 2000. Activity of digestive enzymes in yolk-sac larvae of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*): indication of readiness for first feeding. *Aquaculture* 184, 303-314.
3. CASTRO, T., DE LARA, A., CASTRO, M. G., CASTRO, M. J., MALPICA, S., 2003. Alimento vivo en la acuicultura *Contactos* 48, 27-33.
4. SARKAR, U.K., LAKRA, W.S., DEEPAK, P.K., NEGI, R.S., PAUL, S.K., SRIVASTAVA, A. 2006. Performance of different types of diets on experimental larval rearing of endangered *Chitala chitala* (Hamilton) in recirculatory system. *Aquaculture* 261:141-150.
5. FREGADOLLI, C.H. 2003. Laboratory analysis of predation by cyclopid copepods on first-feeding larvae of cultured Brazilian fishes. *Aquaculture*, 228:123-140.

6. SARKAR, U.K. et al. Op. Cit. p. 141.
7. LIAO, I.CH., SU, H.M., CHANG, E.Y. 2001. Techniques in finfish larviculture in Taiwan. *Aquaculture*, 200:1–31.
8. FUSHIMI, H. 2001. Production of juvenile marine finfish for stock enhancement in Japan. *Aquaculture*, 200:33–53.
9. OLIVAR, M. et al. Op. Cit. p. 30.
10. Johnson D.W., Katavic Y. 1986. Survival and growth of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae as influenced by temperature, salinity and delayed initial feeding, *Aquaculture* 52:11–19.
11. Shields, R., Gara, B., Gilliespie, M.J.S., 1999. A UK perspective on intensive hatchery rearing methods for Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus L.*). *Aquaculture* 176:15–25.
12. Jomori, R.A.K., Carneiro, D.J., Malheiros, E.B., Portella, M.C. 2003. Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) juveniles reared in ponds or at different initial larviculture periods indoors. *Aquaculture* 221:277–287.
13. Jomori, R.A.K., Carneiro, D.J., Martins, M.I.E.G., Portella, M.C. 2005. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. *Aquaculture* 243:175– 183.
14. Sharma, J., Chakrabarti, R. 2003. Role of Stocking Density on Growth and Survival of Catla, *Catla catla*, and Rohu, *Labeo rohita*, Larvae and Water Quality in a Recirculating System. *Journal of Applied Aquaculture*, 14(1/2):171-178.
15. Haylor, G.S., Mollah., M. F. A. 1995. Controlled hatchery production of African catfish, *Clarias gariepinus*: the influence of temperature on early development. *Aquat. Living Resour.* 8:431-438.
16. Behr, E.R., Tronco, A.P., Neto, J.R. 2000. Ação do tempo e da forma de suplementação alimentar Com *Artemia franciscana* sobre a sobrevivência e o crescimento de larvas de jundiá. *Ciência Rural*, Santa Maria, 30(3): 503-507.
17. Hossain, M.A.R., Haylor, G.S., Beveridge, M.C.M. 2001. Effect of feeding time and frequency on the growth and feed utilization of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) fingerlings. *Aquaculture Research*, 32: 999-1004.
18. Weirich, C.R., Reigh, R.C., Glen, D.W. 2000. Evaluation of Decapsulated Artemia Cysts in Hatchery Diets for Channel Catfish *Ictalurus punctatus* Fry and Effects on Subsequent Fingerling Production. *Journal of The World Aquaculture Society*, 31 (4): 609-617.
19. Conceição, L.E.C., Ozorio, R.O.A., Suurd, E.A., Verreth, J.A.J. 1998. Amino acid profiles and amino acid utilization in larval African catfish (*Clarias gariepinus*): effects of ontogeny and temperature. *Fish Physiology and Biochemistry* 19: 43–57.
20. Assis, J.M.F. 2002. Influência da temperatura de incubação sobre a morfologia e o crescimento do tecido muscular no pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Dilsertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biología. Brasil. 76 p.
21. Conceição, et al. Op. Cit. p. 44.

22. Hecht, T., 1996. An alternative life history approach to the nutrition and feeding of Siluroidei larvae and early juveniles. *Aquat. Living Resour.* 9, 121-133.
23. Koumoundouros, G., Divanach, P., Anezaki, L., Kentouri, M. 2001. Temperature-induced ontogenic plasticity in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Marine biology*, 139:817-830.
24. El-Sayed A.-F.M., Kawanna, M. 2008. Optimum water temperature boosts the growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry reared in a recycling system. *Aquaculture Research*, 39:670-672.
25. Papoutsoglou, S.E., Tziha, G., Vrettos, X., Athanasiou, A. 1998. Effects of stocking density on behavior and growth rate of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles reared in a closed circulated system. *Aquacultural Engineering*, 18:135-144.
26. Hitzfelder, G.M., Holt, G.J., Fox, J.M., McKee, D.A. 2006. The effect of rearing density on growth and survival of cobia *Rachycentron canadum*, larvae in a closed recirculating aquaculture system. *Journal of the World Aquaculture Society*, 37, 204-209.
27. Papoutsoglou et al. Op. Cit. p. 136.
28. Papoutsoglou, S.E., Petropoulos, G., Barbieri, R., 1992. Polyculture rearing of *Cyprinus carpio* (L.) and *Oreochromis aureus* (St.) using a closed circulated system. *Aquaculture*, 103: 311-320.
29. Nuñez, J., Dugué, R., Arana, N. C., Duponchelle, F., Renno, J. F., Raynaud, T., Hubert, N., Legendre, M., 2008. Induced breeding and larval rearing of Surubí, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), from the Bolivian Amazon. *Aquaculture Research* 39:764-776.
30. Haylor, G.S. 1992. Controlled hatchery production of *Clarias gariepinus* (Burchell): growth and survival of larvae at high stocking density. *Aquaculture and fisheries management*, 23: 303-314.
31. Campagnolo, R., Nuñez, A.P.O. 2008. Survival and growth of *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces - Pimelodidae) larvae: effect of photoperiod. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 60(6):1511-1516.
32. Imorou-Toko, I., Fiogbe, E.D., Kestemont, P. 2008. Determination of appropriate age and stocking density of vundu larvae, *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes 1840), at the weaning time. *Aquaculture Research*, 39: 24-32.
33. Campagnolo, R., Nuñez, A.P.O. Op. Cit. p.1512.
34. Appelbaum, S., MCGeer, J.C. 1998. Effect of diet and light regime on growth and survival of African catfish (*Clarias gariepinus*) larvae and early juveniles. *Aquaculture Nutrition*, 4:157-164.
35. Almazán-Rueda, P., van Helmond, A.T.M., Verreth, J.A.J., Schrama, J.W. 2005. Photoperiod affects growth, behaviour and stress variables in *Clarias gariepinus*. *Journal of Fish Biology*, 67:1029-1039.
36. Weingartner, M., Zaniboni-Filho, E. 2004. Efeito de fatores abióticos na larvicultura de pintado amarelo *Pimelodus maculatus* (Lacépède, 1803): salinidade e cor de tanque. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 26(2):151-157.
37. Campagnolo, R., Nuñez, A.P.O. Op. Cit. p.1516.

38. Koztowski, J., Poczyczyński, P. 1999. The effect of light and stocking density on the results of rearing of european catfish (*silurus glanis L.*) larvae. Archives of Polish Fisheries, 7(2): 297 - 306
39. Peña, R., Dumas, S., Saldivar-Lucio, R., García, G., Trasviña, A. Hernández-Ceballos, D. 2004. The effect of light intensity on first feeding of the spotted sand bass *Paralabrax maculatofasciatus* (Steindachner) larvae. Aquaculture Research, 35:345-349.
40. Vinatea-Arana, L. 2001. Principios químicos de calidad de agua en acuicultura, una revisión para peces y camarones. UFSC. Brasil, 154 p.
41. Alderdice, D. F. 1988. Osmotic and ion regulation in teleost eggs and larvae. Pp. 163-251. En: Hoar, W. S. & D. J. Randall (Eds.). Fish Physiology XI the physiology of developing fish. Part-A eggs and larvae. San Diego, Academic Press, 546p.
42. Andrade, L.S., Andrade, R.L.B., Becker, A.G., Rossato, L.V., Rocha, J.F., Baldisserotto, B. 2007. Interaction of Water Alkalinity and Stocking Density on Survival and Growth of Silver Catfish, *Rhamdia quelen*, Juveniles. Journal of the World Aquaculture Society. 38(3):454-458.
43. Flores da Silva, L.V., Golombieski, J.I., Baldisserotto, B. 2005. Growth and survival of silver catfish larvae, *Rhamdia quelen* (Heptapteridae), at different calcium and magnesium concentrations. Neotropical Ichthyology, 3(2):299-304.
44. Hoar, W.S., Randall, D.J. 1969. Fish Physiology. Volume I Excretion, Ionic Regulation, and Metabolism. Academic Press, New York And London. 465 p.
45. Baldisserotto, B., Mancera, J.M., Kapoor, B.G. 2007. Fish osmoregulation. Science Publisher, USA, 527 p.
46. Santos, J.C.E., Luz, R.K. 2009. Effect of salinity and prey concentrations on *Pseudoplatystoma corruscans*, *Prochilodus costatus* and *Lophiosilurus alexandri* larviculture. Aquaculture 287:324-328.
47. Kang'ombe, J., Brown, J.A. 2008. Effect of Salinity on Growth, Feed Utilization, and Survival of *Tilapia rendalli* Under Laboratory Conditions. Journal of Applied Aquaculture, 20(4): 256-271.
48. Jobling, M., Baardvik, B.M., Christiansen, S., Jørgensen, E.H. 1993. Review. The effects of prolonged exercise training on growth performance and production parameters in fish. Aquaculture International, 1:95-111.
49. Utne-Palm, A.Ch., Stiansen, J.E. 2003. Effect of larval ontogeny, turbulence and light on prey attack rate and swimming activity in herring larvae. Aquaculture 224:213-222.
50. Arbelaez-Rojas, G. Moraes, G. 2009. Interação do exercício de natação sustentada e da densidade de estocagem no desempenho e na composição corporal de juvenis de matrinxã *Brycon amazonicus*. Ciência Rural, 39(1): 201-208.
51. Utne-Palm y Stiansen. Op. Cit. p.222.
52. Jobling et al, Op. Cit. p. 110.
53. Arbelaez-Rojas y Moraes. Op. Cit. p. 208.
54. Chagnaud, B.P., Bleckmann, H., Hofman, M.H. 2008. Lateral line nerve fibers do not code bulk water flow direction in turbulent flow. Zoology 111:204-217.

55. Plaut, I. 2001. Review. Critical swimming speed: its ecological relevance. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 131:41-50.
56. Arbeláez-Rojas y Moraes. Op. Cit. p. 207.
57. Watten, J.B. Honeyfield, D.C., Schwartz, M.F. 2000. Hydraulic characteristics of a rectangular mixed-cell rearing unit. *Aquacultural Engineering* 24:59-73.
58. Labatut, R., Ebeling, J.M., Bhaskaran, R., Timmons, M.B. 2007. Hydrodynamics of a Large-scale Mixed-Cell Raceway (MCR): Experimental studies. *Aquacultural Engineering*, 37: 132-143.
59. Saccol-Pereira, A., Nuñez, A.P.O. 2003. Utilização de diferentes densidades, dietas e formatos de tanque na larvicultura da piracanjuba, *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1849 (Characiformes, Characidae). *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, 25(1):55-61.
60. García, O., Verreth, J., Coutteau, P., Segner, H., Huisman, E., Sorgeloos, P. 1998. Biochemical and enzymatic characterization of decapsulated cysts and nauplii of the brine shrimp *Artemia* at different developmental stages. *Aquaculture*, 161:501-514.
61. Liao et al. Op. Cit. p. 2.
62. Santiago, C.B., Gonzal A.C., Ricci, M., Harpaz, S. , 2003. Response of bighead carp *Aristichthys nobilis* and Asian catfish *Clarias macrocephalus* larvae to free-living nematode *Panagrellus redivivus* as alternative feed *Journal of applied Ichthyology* 19: 239-243.
63. Atencio-García, V. 2001. Producción de alevinos de especies nativas. *Mvz-Córdoba* 2001; 6(1):9-14.
64. Hung, L.T., Tuan, N.A., Cacot, P., Lazard, J., 2002. Larval rearing of the Asian Catfish, *Pangasius bocourti* (Siluroidei, Pangasiidae): alternative feeds and weaning time. *Aquaculture* 212, 115-127.
65. Rønnestad, I., Thorsen, A., Nigél, R. 1999. Fish larval nutrition: a review of recent advances in the roles of amino acids *Aquaculture* 177:201-216.
66. Carvalho, A., Oliva-Teles, A., Bergot, P. 2003. A preliminary study on the molecular weight profile of soluble protein nitrogen in live food organisms for fish larvae. *Aquaculture*. 225:445-449.
67. Dabrowski, K., Glogowski, J., 1977. Studies on the role of exogenous proteolytic enzymes in digestion processes in fish. *Hydrobiologia* 54:129-134.
68. Lauff, M., Hoffer, R., 1984. Proteolytic enzymes in fish development and the importance of dietary enzymes. *Aquaculture*, 37:335-346.
69. Kubitz, F. 1998. Nutrición y alimentación de los peces. UNESP Piracicaba, Brasil. 74 pp.
70. Castro, T., De Lara, A., Castro, M. G., Castro, M. J., Malpica, S., 2003. Alimento vivo en la acuicultura *Contactos* 48, 27-33.
71. Olsen, Y., Ove, J., Olsen, A. 1999. Status of the cultivation Technology for production of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) juveniles in Norway-Europe. *Aquaculture* 176:3-13.

72. Castro et al. Op. Cit. p. 28.
73. Carvalho, A., Oliva-Teles, A., Bergot, P. 2.003. A preliminary study on the molecular weight profile of soluble protein nitrogen in live food organisms for fish larvae. *Aquaculture*. 225:445-449.
74. Hecht, T. Op. Cit. p. 122.
75. Hecht, T. *ibid* p. 123.
76. Lazo, J., 2000. Conocimiento actual y nuevas perspectivas en el desarrollo de dietas para larvas de peces marinos. Memorias del V Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. Mérida, Yucatán, México, 300-312.
77. Borges, M., Portella, M. 2.003. Degradation analysis of microencapsulated diet in pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) larvae intestine through scanning electron microscopy (SEM). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 25(1): 49-52.
78. Castro et al, Op. Cit. p.33.
79. Giacometti, M., Zaniboni F. E. 2.005. Efeito da idade de estocagem em tanques externos no desempenho da larvicultura do dourado *Salminus brasiliensis* (Osteichthyes, Characidae). *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 27:287-296.
80. KOLKOVSKI, S. et al. The mode of action of Artemia in enhancing utilization of microdiet by gilthead seabream *Sparus aurata* larvae. *Aquaculture*, Amsterdam, v.155, p. 193- 205, 1997. Appelbaum y McGreer Op. Cit. p. 163.
81. Appelbaum y McGreer Op. Cit. p. 164.
82. Behr, E.R., Tronco, A.P., Neto, J.R. 2000. Ação do tempo e da forma de suplementação alimentar Com Artemia franciscana sobre a sobrevivência e o crescimento de larvas de jundiá. *Ciência Rural*, Santa Maria, 30(3): 503-507.
83. Davis, D.A., Arnold, C.R. 1998. The design, management and production of a recirculating raceway system for the production of marine shrimp. *Aquacultural Engineering*, 17: 193–211.
84. Pfeiffer, T.J., Rusch, K.A. 2000. An integrated system for microalgal and nursery seed clam culture. *Aquacultural Engineering* 24:15–31.
85. Labatut, L.A., Olivares, J.F. 2004. Culture of turbot (*Scophthalmus maximus*) juveniles using shallow raceways tanks and recirculation. *Aquacultural Engineering*, 32:113–127.
86. Akinwole, A.O., Faturoti, E.O. 2007. Biological performance of African Catfish (*Clarias gariepinus*) cultured in recirculating system in Ibadan. *Aquacultural Engineering* 36:18–23.
87. Shnel, N., Barak, Y., Ezer, T., Dafni, Z., van Rijn, J. 2002. Design and performance of a zero-discharge tilapia recirculating system. *Aquacultural Engineering* 26:191–203.
88. Schuster, C., Stelz, H. 1998. Reduction in the make-up water in semi-closed recirculating aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*, 17:167–174.
89. Watson, C.A., Hill, J.E. 2006. Design criteria for recirculating, marine ornamental production systems. *Aquacultural Engineering* 34:157–162.

90. Shnel et al. Op. Cit. p.191.
91. Menasveta, P., Panritdam, T., Sihanonth, P., Powtongsook, S., Chuntapa, B., Lee, P. 2001. Design and function of a closed, recirculating seawater system with denitrification for the culture of black tiger shrimp broodstock. *Aquacultural Engineering* 25:35–49.
92. Pfeiffer y Rusch Op. Cit. p. 15.
93. Labatut y Olivares, Op. Cit. p. 113.
94. Shields et al, Op. Cit. p. 15.
95. Shnel et al. Op. Cit. p.191.
96. Suzuki, Y., Maruyama, T., Numata, H., H Sato, H., Asakawa, M. 2003. Performance of a closed recirculating system with foam separation, nitrification and denitrification units for intensive culture of eel: towards zero emission. *Aquacultural Engineering* 29:165–182.
97. Azim, M.E., Little, D.C. 2008. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 283:29–35.
98. Rakocy, J.E., Masser, M.P., Losordo, T.M. 2006. *Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics—Integrating Fish and Plant Culture*. SRAC Publication No. 454.
99. Watson y Hill Op. Cit. p. 157.
100. Akinwole y Faturoti Op. Cit. 192.

Efecto de los suplementos fluido folicular y suero fetal bovino sobre la maduración *in vitro* de oocitos equinos

Giovanni Restrepo Betancur*, John Jairo Giraldo Giraldo**, Jorge Gómez Oquendo***, Neil Vásquez Araque****, Eliana María Vásquez Correa*****, Jorge Andrés Ortega Flórez*****, Luis Fernando Córdoba*****

Resumen

Introducción. La producción de embriones (PIVE) en equinos es una técnica que genera mayor eficiencia reproductiva de ejemplares de alto valor genético. Sin embargo, es una técnica con un acceso y un éxito limitado, debido a las dificultades para alcanzar tazas de fertilización eficientes mediante fertilización *in vitro* (FIV) convencional, y por las altas necesidades en recursos técnicos y económicos para la fertilización por ICSI, entre otras limitaciones para el desarrollo embrionario *in vitro*. Un paso fundamental para la PIVE en equinos es la maduración *in vitro* (MIV), dado que determina la capacidad que un ovulo tendrá para desarrollarse en un embrión. Se han evaluado diferentes medios, fluidos y moléculas para el mejoramiento de este proceso. Sin embargo, aun no se conoce una composición óptima del medio de maduración para oocitos equinos. **Objetivo.** Evaluar dos componentes para la MIV, el suero fetal bovino (SFB) y el fluido folicular equino (FF), para conocer las condiciones fisiológicas reproductivas de la hembra equina en nuestro medio, cual componente es más favorable para la MIV, como un indicador de la habilidad de los oocitos para el desarrollo embrionario. **Materiales y Métodos.** Para la MIV, el SFB y el FF, fueron incluidos individualmente en una proporción del 20%, en medio TCM-199 suplementado adicionalmente con ganadotropinas (FSH y LH), an-

* Médico Veterinario y Zootecnista, magíster en Biotecnología, candidato a doctor en Biotecnología. Profesor asistente. Facultad de Ciencias Agrarias, Politécnico Colombiano Jaime Izasa Cadavid

** Zootecnista, especialista en Reproducción Animal, candidato a magíster en Ciencias – Biotecnología. Docente investigador. Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias, Corporación Universitaria Lasallista

*** Médico Veterinario, Profesor titular. Facultad de Ciencias Agrarias, Politécnico Colombiano Jaime Izasa Cadavid

**** Biólogo, M.Sc. en Biotecnología, candidato a Ph. D. en Biotecnología. Profesor asociado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

tibióticos, glutamina, insulina, transferrina y selenio. Grupos de 5 oocitos fueron incubados por 36 horas en condiciones ambientales controladas de 39°C, 5% de CO₂ y 90% de humedad relativa. **Resultados.** Se evidenciaron mayores porcentajes de expansión máxima del cumulo para los oocitos suplementados con SFB (47,5%), respecto a los madurados con FF (16,2%). No se encontró diferencia estadística para los porcentajes totales de MIV entre los tratamientos. **Conclusión.** El SFB como suplemento en la MIV, ejerce un efecto benéfico sobre la expansión del cumulo de oocitos equinos.

Effect of follicular fluid and bovine fetal serum supplements on *in vitro* maturation of horse oocytes

Abstract

Introduction. The production of embryos in horses is a technique that provides higher reproduction efficiency for animals with a high genetic value. The access to it and its success are limited, though, due to the difficulties to reach efficient fertilization rates by the use of *in vitro* conventional fertilization, and given the need of many technical and economic resources for ICSI (intracytoplasmic sperm injection), among other limitations for embryo development *in vitro*. A fundamental step for embryo production in horses is the *in vitro* maturation, because it determines the capability an egg has to become an embryo. Several media, fluids and molecules have been evaluated, aiming to improve this process, but an optimal composition of the maturation medium for horse oocytes is not yet known. **Objective.** To evaluate two components for *in vitro* maturation: The bovine fetal serum and the horse's follicular fluid, to understand the physiological reproductive conditions of mares in our environment and what component is better for the maturation as an indicator of the oocyte's ability to develop itself as an embryo. **Materials y Methods.** For the *in vitro* maturation, the bovine fetal serum and the horse's follicular fluid, they were individually included in a 20% proportion in TCM-199 medium, additionally supplemented with gonadotropins (FSH and LH), antibiotics, glutamine, insulin, transferrin and selenium. Groups of 5 oocytes were incubated during a 36 hours period in controlled environmental conditions, at 39°C, 5% of CO₂ and 90% of relative humidity. **Results.** Higher percentages of maximum expansion of the cluster could be seen for oocytes supple-

***** Estudiante de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias, Corporación Universitaria Lasallista

***** Estudiante de Ingeniería Agropecuaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Politécnico Colombiano Jaime Izasa Cadavid

***** Estudiante de Ingeniería Agropecuaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Politécnico Colombiano Jaime Izasa Cadavid

mented with bovine fetal serum (47.5%) compared with those matured with horse's follicular fluid (16,2%). No statistic difference was found for the *in vitro* maturation percentages between treatments. **Conclusion.** The bovine fetal serum as a supplement for *in vitro* maturation has a beneficial effect on the cluster expansion of horse's oocytes.

Introducción

La biotecnología reproductiva es una herramienta reciente que permite el aprovechamiento de los rasgos genéticos de valor de los animales, en la búsqueda de un mayor beneficio productivo para el hombre. Para la especie equina se han implementado biotecnologías reproductivas como la inseminación artificial, la transferencia de embriones, la producción *in vitro* de embriones (PIVE) y la clonación; sin embargo, las tasas de éxito para algunas de ellas, se han visto limitadas ya sea por restricciones de tipo técnico o por barreras de tipo fisiológico, propias de dicha especie¹.

La inseminación artificial y la transferencia de embriones en equinos han logrado importantes avances en países donde la explotación equina es altamente relevante. Para el caso de la clonación son escasos los reportes de éxito, mientras que para la PIVE se han logrado valiosos avances en países como Estado Unidos, Italia, Holanda y Francia. En Colombia técnicas como la inseminación artificial y la transferencia de embriones son actualmente aplicadas a la reproducción equina, aunque su difusión a los productores sea aun muy escasa. Mientras tanto, algunas limitantes logísticas aún nos ubican algo distantes de la aplicación de la clonación en equinos. El paso siguiente entonces, para el avance de tecnologías aplicadas a la reproducción equina en Colombia, esta representado por la PIVE.

En la actualidad no existen reportes de avances en este sentido en el país, tal como sí se han logrado para el caso de la producción *in vitro* de embriones bovinos. La PIVE en equinos puede representar para el sector de la producción equina en Colombia, una mayor eficiencia reproductiva de animales de alto valor genético, superando el aporte dado por biotecnologías como la inseminación artificial y la transferencia de embriones, en la búsqueda de sobreponerse al escaso aprovechamiento de una genética equina reconocida en el ámbito mundial por su alto valor. Con esta finalidad es necesario entonces avanzar en el establecimiento de procesos de PIVE en equinos²⁻⁵.

Para ello, es necesario inicialmente establecer en nuestro medio los protocolos adecuados de obtención de células germinales femeninas (oocitos), y las condiciones de maduración *in vitro*, que permitan obtener oocitos con características apropiadas para alcanzar la fertilización *in vitro* y el desarrollo embrionario⁶. Esta investigación pretende entonces determinar las mejores condiciones *in vitro* para

la obtención de oocitos maduros equinos, con proyecciones de una buena calidad para su fertilización *in vitro*, como paso inicial en la búsqueda de la producción *in vitro* de embriones equinos en las condiciones de nuestro país.

Materiales y métodos

La recolección del material de estudio representado por ovarios de yeguas con fisiología reproductiva normal se realizó en el corregimiento Los Palomos del Municipio de Guarne (Antioquia), en la planta de sacrificio de equinos, mientras que los procesos de maduración *in vitro*, se desarrollaron en el Laboratorio de Biotecnología Animal de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.



Imagen 1. Planta de sacrificio de equinos

Procesamiento de material de investigación

Los ovarios de equino fueron obtenidos de hembras con historia reproductiva desconocida en una planta de faenado equino. Se depositaron en solución salina estéril al 0.9% (con 40mg/L de sulfato de gentamicina) a 25-30°C para luego ser transportados (en aproximadamente 3 horas) hacia el Laboratorio de Biotecnología Animal de la Universidad Nacional, Sede Medellín para su procesamiento.

En el laboratorio, bajo condiciones asépticas se lavaron los ovarios tres veces con PBS a 30°C para retirar material contaminante, sangre y detritus tisulares. Antes de la recolección de los oocitos se realizó la remoción de la túnica albugínea ovárica para permitir la visualización de los folículos ováricos. Luego con aguja N°18 en jeringa de 20 mL, se procedió a la aspiración de los folículos y el líquido fue recolectado en tubos cónicos de 50 mL con PBS suplementado con heparina 25 UI/ml.

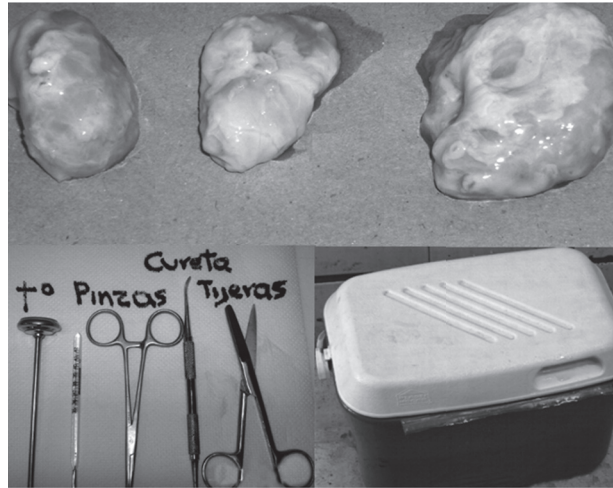


Imagen 2. Ovarios equinos (arriba), y materiales de recolección y transporte de ovarios (abajo)

Durante la aspiración un movimiento de raspado fue desarrollado con la aguja en el interior del folículo, el cual fue lavado con su propio líquido folicular. Después de 20 minutos de sedimentación, el pelet fue extraído con una pipeta estéril y fue depositado en cajas de petri de 100mm para la localización de los complejos cúmulo-ooocito (CCO) mediante un estereoscopio.

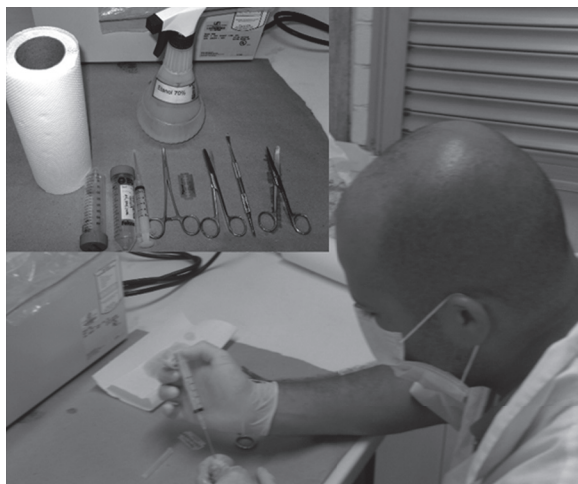


Imagen 3. Procedimiento de aspiración de ovarios

Después de que todos los folículos visibles fueron aspirados, los ovarios fueron cortados en rodajas de aproximadamente 5mm, para encontrar folículos en el estroma ovárico. Los oocitos fueron recolectados desde estos folículos por raspado con una cureta para hueso calibre 0.5. Los contenidos colectados fueron puestos en una caja de petri de 100mm en medio TCM-199, y los oocitos fueron seleccionados y lavados tres veces.

El líquido folicular recuperado por aspiración fue decantado por 20 minutos. Luego se procedió a depositar el precipitado, el cual fue resuspendido en una caja de Petri estéril de 60 x 15 mm en 6 ml de medio de TCM-199 suplementado con albúmina sérica bovina (BSA) 0,2% (p/v) y piruvato. Bajo visión con estereomicroscopio se seleccionaron los CCO de buena calidad según criterios de citoplasma intacto, cúmulos rodeando completamente el oocito, y aspecto homogéneo.

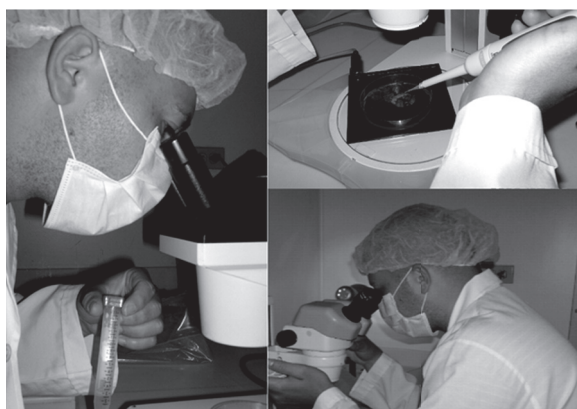


Imagen 4. Procedimiento de selección de CCO`s

Los CCO seleccionados fueron lavados tres veces en el mismo medio, y en grupos de diez se cultivaron durante 38 horas a 39°C en gotas de 50µL cubiertas con aceite mineral, de medio de maduración TCM-199 suplementado de acuerdo con el grupo de estudio.

El fluido folicular destinado para la suplementación de la maduración *in vitro* fue obtenido de folículos aspirados de un mismo ovario, fue centrifugado por 1500 rpm durante 5 minutos para sedimentar las células foliculares y recolectar el fluido. Este mismo fluido folicular fue destinado para todas las repeticiones durante el experimento.

Maduración *in vitro* de CCO

El medio de maduración TCM 199 fue suplementado con 29.2 µg/mL de glutamina, 100 UI/mL de penicilina, 100 µg/mL de estreptomina, 0.25 µg/mL de anfotericina B, 10,0 µg/mL de insulina, 5,0 µg/mL de selenio, 5.5 µg/mL de transferrina, gonadotropinas (0,01 UI/mL de FSH porcina, 0,01 UI/mL de LH equina), 10% de suero fetal bovino o 20% de fluido folicular (Hinrichs *et al*, 2002). Las condiciones de cultivo fueron de 39°C, 5% de CO₂ y 90% de humedad relativa por 38 horas (tabla 1).

Tabla 1. Grupos de MIV con suero bovino fetal o fluido folicular durante 38 horas

Grupos	MADURACIÓN		
	Gonadotropinas	10% Suero bovino fetal	20% Fluido folicular
1	+	+	-
2	+	-	+

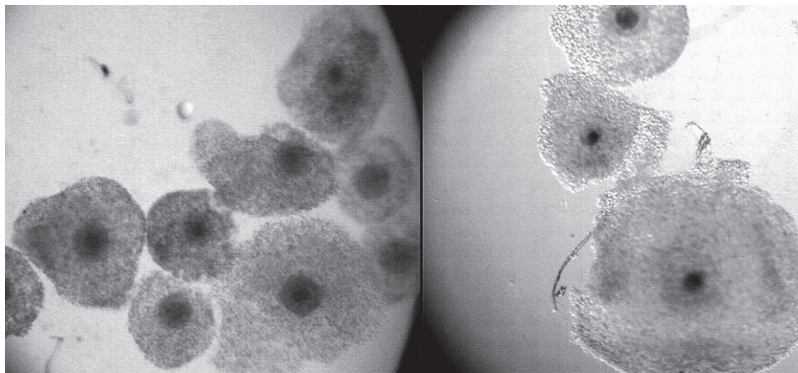


Imagen 5. Oocitos equinos madurados *in vitro*

Evaluación de la maduración *in vitro*

Al terminar el tiempo de maduración de 38 horas, los CCO fueron evaluados y clasificados para ambos tratamientos según tres categorías de expansión del cúmulo (expansión mínima, expansión media o expansión total), como parámetro correlacionado con la maduración *in vitro*. Posteriormente los CCO fueron desnudados de células de la granulosa por pipeteo en hialuronidasa al 2%. Luego, los oocitos desnudos fueron evaluados por microscopia para la evaluación de la presencia de cuerpo polar (en fresco), y luego transferidos a una gota de DAPI

0,1µg/ml (colorante fluorescente afín al ADN) por 3 a 5 minutos en oscuridad. Posteriormente fueron lavados en PBS por 5 minutos. La observación se realizó en un microscopio de fluorescencia con filtro de 380nm a 500nm y se determinó la maduración por la presencia o ausencia de cuerpo polar.

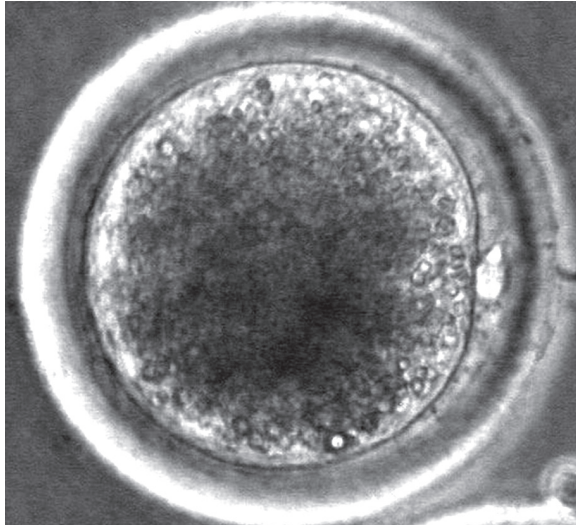


Imagen 6. Oocito equino madurado in vitro
(con presencia de cuerpo polar)

Análisis de resultados

Se realizó un estudio experimental de diseño de bloques al azar. La valoración estadística descriptiva, y la comparación de las medias por una prueba T de student entre los tratamientos se realizaron mediante el programa StatGraphics Plus 3.0.

Resultados y discusión

Fueron recuperados por aspiración de ovarios un total de 77 CCO equinos viables para la maduración *in vitro*, a partir de 11 repeticiones, lo cual arroja un promedio de 7 CCO, a partir de entre 8-10 ovarios disponibles por sesión. El total de los oocitos recuperados fue sometido a MIV, distribuido entre los tratamientos de suplementación de la maduración con suero fetal bovino (SFB) y fluido folicular equino (FF). La imagen 7 muestra la expansión de la granulosa en CCO madurados mediante ambos tratamientos.

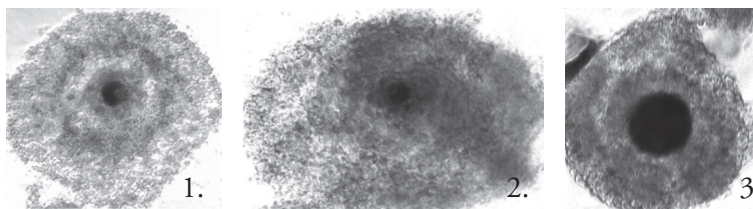


Imagen 7. CCO equinos madurados *in vitro* en tratamientos con SFB y FF

1. Oocito inmaduro; 2. Oocito madurado en SFB; 3. Oocito madurado en FF

Conocida la expansión del cúmulo como un indicador de MIV, se definieron tres categorías de expansión (mínima, media y total), las cuales fueron evaluadas para los CCO madurados a través de ambos tratamientos. La tabla 2, muestra los resultados encontrados.

Tabla 2. Distribución según tres categorías de expansión del cúmulo para CCO equinos para los tratamientos de MIV con SFB y FF

<i>Categorías</i>	<i>Tratamiento SFB # CCO (%)</i>	<i>Tratamiento FF # CCO (%)</i>
Expansión mínima	12 (30%)	14 (37.8%)
Expansión media	9 (22.5%)	17 (45.9%)
Expansión total	19 (47.5%)	6 (16.2%)
CCO totales	40 (100%)	37 (100%)

La imagen 8, muestra ejemplos de CCO para las tres categorías de expansión del cúmulo. Nótese la granulosa compacta presente en la categoría 1, y el aumento en la expansión de la granulosa alrededor del núcleo del oocito en las categorías superiores de expansión.

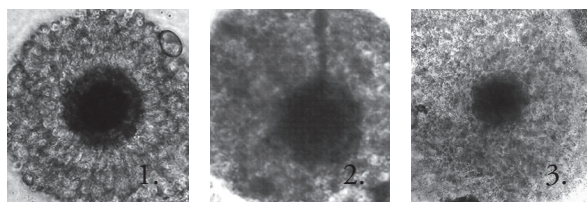


Imagen 8. Categorías para la expansión del cúmulo

1. Expansión mínima; 2. Expansión media; 3. Expansión total.

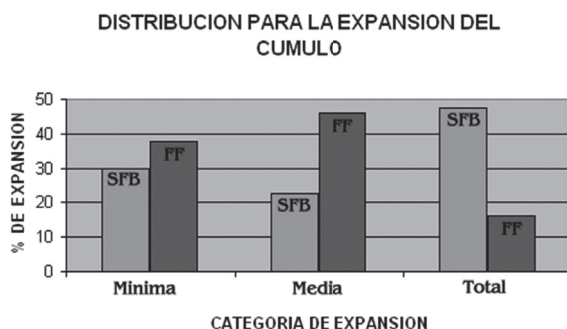


Gráfico 1. Distribución y de la expansión del cúmulo para CCO equinos para los tratamientos de MIV con SFB y FF

Mediante la caracterización de los CCO según la expansión del cúmulo, y mediante la observación del cuerpo polar en los oocitos por microscopía convencional y de fluorescencia (tinción DAPI), se determinaron los porcentajes de MIV para ambos tratamientos. La imagen 9, muestra la determinación del cuerpo polar en un oocito maduro, mientras la tabla 3 muestra los valores estadísticos para la MIV de oocitos equinos para los tratamientos SFB y FF.

La recuperación de un promedio de 7 complejos cúmulo-oocito (CCO) por sesión de aspiración a partir de entre 8 a 10 ovarios disponibles indica la dificultad en la obtención de CCO equinos, como material de estudio. Ello se deriva no solamente de la fisiología normal de la hembra equina, para la cual la formación de folículos ováricos es mucho menor respecto a otras especies, sino también de los sistemas y volúmenes de sacrificio equino, propios del entorno donde se desarrolla el estudio.

La expansión de la granulosa es considerada como un indicativo de la maduración *in vitro* y como un signo de competencia para el desarrollo de los CCO. Dicha expansión se presenta gracias a las gonadotropinas FSH y LH, las cuales se unen a receptores específicos localizados en las células de la granulosa de los CCO, que están acoplados a proteínas G, que, a su vez, activa la adenilato ciclasa, enzima que induce la producción de AMPc a partir del adenosín trifosfato (ATP). Los altos niveles de AMPc en las células de la granulosa inducen la expansión caracterizada por el desacoplamiento de las uniones gap entre dichas células, y la secreción de ácido hialurónico, lo cual permite que el oocito continúe la meiosis hasta metafase II ⁷.

Como puede observarse en las imágenes 7 y 8, la expansión de la granulosa se encontró en CCO madurados mediante ambos tratamientos (SFB y FF); además, se presenta de manera diferencial entre los tratamientos, según las ca-

tegorías de expansión establecidas (grafico 1), lo cual indica un efecto directo de los suplementos SFB y FF, sobre esta característica relacionada con la MIV. Este fenómeno puede ser explicado de manera preliminar por la composición de dichos suplementos, los cuales pueden contener diferentes concentraciones de LH y FSH, dado que se originan de fluidos corporales presentes en animales con actividad endocrinológica reproductiva. Sin embargo, son muchas las otras moléculas presentes en este tipo de suplementos, que pueden ejercer efectos estimulantes o depresores sobre la MIV de los oocitos equinos⁸⁻¹⁰.

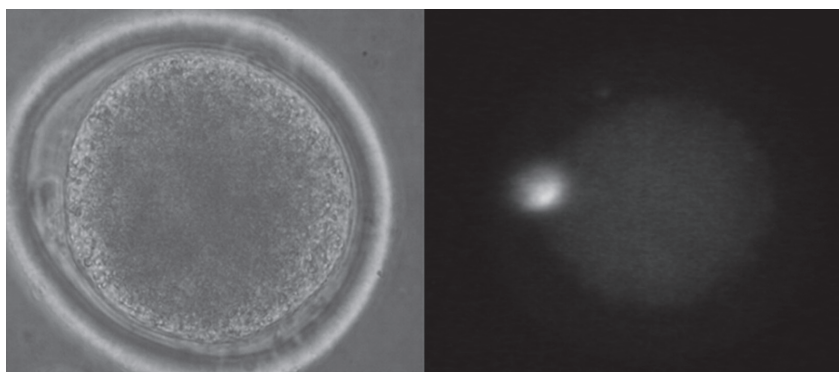


Imagen 9. Oocito equino maduro, evaluado en fresco (izq.) y mediante tinción de ADN por DAPI (der.)

Tabla 3. Valores estadísticos para la maduración *in vitro* de oocitos equinos para los tratamientos de MIV con SFB y FF

Parámetro / Tratamiento	SFB	FF
Numero de oocitos	40	37
% maduración <i>in vitro</i>	70	64.6
Desviación estándar	3.4	8.2
Error estándar	1.39	3.36

*No se evidenció diferencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$) entre los porcentajes de maduración *in vitro* entre los tratamientos.

La tabla 2 y el gráfico 1 muestran la distribución de los CCO para cada tratamiento según tres categorías de expansión del cúmulo. Cabe destacar que para el tratamiento SFB, el 47.5% de los complejos tuvieron una expansión total del

cúmulo, aspecto considerado como indicativo de MIV competencia para el desarrollo. Para este mismo tratamiento el 30% de los CCO, tuvo una expansión mínima, mientras el 22.5% tuvo una expansión media, lo cual muestra que no todos los CCO sometidos a la MIV con SFB responden de la mejor manera a los estímulos ejercidos por dicho suplemento, hecho que puede estar relacionado por la calidad y origen de los complejos, considerando que la escasez de dicho material de investigación, y las condiciones fisiológicas de los ejemplares equinos sacrificados son factores determinantes en la calidad de los CCO disponibles. Esto se cumple de igual forma para la MIV con FF, donde se presentaron igualmente CCO en las diferentes categorías de expansión, con la diferencia que la mayor proporción de los mismos (45.9%) tuvo una expansión media. Entonces el SFB es superior como suplemento estimulante de la expansión de los CCO equinos.

La comparación entre los porcentajes consolidados de MIV para los tratamientos SFB y FF (tabla 3), no arrojó una diferencia estadística significativa, a pesar de encontrarse diferencias entre dichos tratamientos, para la distribución de los CCO en las categorías de expansión. Ello podría explicarse porque la MIV incluye los fenómenos de maduración citoplasmática y nuclear, los cuales pueden presentarse de una manera independiente según la intensidad de los estímulos hormonales presentes en el proceso^{11,12}. Por esto, un CCO puede presentar expansión del cúmulo, mas no evidenciar liberación de cuerpo polar; además, la calidad de los CCO se convierte en el factor determinante en su respuesta a la MIV^{13,14}.

Conclusiones

El suero fetal bovino, como suplemento en la maduración *in vitro* de oocitos equinos, es superior a la suplementación con fluido folicular, en la obtención de mayores porcentajes de expansión del cúmulo, como un indicador de maduración y competencia para el desarrollo embrionario *in vitro*.

De acuerdo con las condiciones de esta investigación, no existe diferencia entre las tasas de maduración *in vitro* de oocitos equinos madurados en medios suplementados con suero fetal bovino y oocitos equinos madurados en medios suplementados con fluido folicular.

Otros aportes de la investigación

Este estudio se constituye en el primer reporte de investigación en Colombia en el área de producción *in vitro* de embriones equinos.

Mediante la investigación se estandarizaron, para nuestro medio, procesos propios de la producción *in vitro* de embriones equinos como la recolección y transporte del material de investigación, el procesamiento para la recuperación de oocitos equinos a partir de ovarios post-mortem; la selección de CCO, las condiciones de MIV, y los procesos de evaluación de la MIV, procesos que se

convierten insumos de gran valor para el desarrollo de futuras investigaciones en este campo.

Referencias

1. Losinno L. y Aguilar J. Reproducción y biotecnologías en la producción equina. Sitio Argentino de Producción Animal. URL:http://www.produccionbovina.com/produccion_equinos/curso_equinos_I/14-reproduccion_y_biotecnologias.pdf [Consultada: 15 Nov. 2008].
2. Carneiro G, Lorenzo P, Pimentel C, Pegoraro L, Bertolini M, *et al.* Influence of insulin-like growth factor-I and its interaction with gonadotropins, estradiol, and fetal calf serum on *in vitro* maturation and parthenogenic development in equine oocytes. *Biol of Reprod* 2001;65:899–905.
3. Dell'Aquila M, De Felici M, Massari S, Maritato F, Minoia P. Effects of fetuin on zona pellucida hardening and fertilizability of equine oocytes matured *in vitro*. *Biol of Reprod* 1999;61:533–540.
4. Goudet G, Bezar J, Duchamp G, Gerard N, Palmer E. Equine oocyte competence for nuclear and cytoplasmic *in vitro* maturation: effect of follicle size and hormonal environment. *Biol of reprod* 1997;57:232-245.
5. Hinrichs K, Choi Y, Walckenaer B, Varner D, Hartman D. *In vitro*-produced equine embryos: Production of foals after transfer, assessment by differential staining and effect of medium calcium concentrations during culture. *Theriogenology* 2007;68:521–529.
6. Bedford SJ, Kurokawa M, Hinrichs K. y Fissore RA. Patterns of intracellular calcium oscillations in horse oocytes fertilized by intracytoplasmic sperm injection: possible explanations for the low success of this assisted reproduction technique in the horse. *Biol of Reprod.* 2004;70:936–944.
7. Ali A, Sirard MA. Protein kinases influence bovine oocyte competence during short-term treatment with recombinant human follicle stimulating hormona. *Reproduction* 2005;130:303–310.
8. Zhang JJ, Muzs LZ, Boyle MS. *In vitro* fertilization of horse follicular oocytes matured *in vitro*. *Mol Reprod Dev* 1990;26:361–365.
9. Zhang JJ, Boyle MS, Allen WR, Galli C. Recent studies on *in vivo* fertilization of *in vitro* matured horse oocytes. *Equine Vet J* 1989;8(suppl):101–104.
10. Sepúlveda J, Silva M, y Berland M. Efecto de la adición de células de granulosa al medio TCM-199 sobre la tasa de maduración *in vitro* de ovocitos equinos. II Reunión Anual Sociedad de Andrología y Gametología de Chile: IV Jornadas Internacionales de Medicina Reproductiva y Biología de la Reproducción. *int. j. morphol* 2003;21(2):167-175.
11. Tremoleda J, Tharasanit T, Van Tol H, Stout T, Colenbrander B, *et al.* Effects of follicular cells and FSH on the resumption of meiosis in horse oocytes matured *in vitro*. Tesis Doctoral, 2003.

12. Marchal R, Caillaud M, Martoriati A, Gérard N, Mermillod P, y Goudet G. Effect of growth hormone (GH) on *in vitro* nuclear and cytoplasmic oocyte maturation, cumulus expansion, hyaluronan synthases, and connexins 32 and 43 expression, and GH receptor messenger RNA expression in equine and porcine species. *Biol of Reprod* 2003;69:1013–1022.
13. Palma G. *Biotecnología de la reproducción*. 1ª ed. Ediciones Inta Balcarce; 2001. pag 588.
14. Lydia G, Saura S, Echegaray A, Martinez F, De Blas I, *et al.* Effect of the *in vitro* maturation medium on equine oocytes: Comparison of follicular fluid and oestrous mare serum. *Acta Veterinaria Hungarica* 2005;53(2):241-248 Abstract.

Evaluación de la adherencia de bacterias ácido-lácticas al epitelio intestinal de pollos alimentados con probióticos

Luz Adriana Gutiérrez Ramírez*, Luz Adriana Ramírez Arias**

Resumen

Introducción. El consumo de probióticos genera una influencia positiva en la salud del hospedero y mejora su productividad, susceptibilidad a patógenos y conversión alimentaria entre otras. **Objetivo.** se buscó identificar por técnicas microbiológicas y moleculares, la adherencia de bacterias nativas con actividad probióticas suministradas en la dieta a pollos de engorde **Metodología.** Se utilizaron 103 pollos divididos en tres lotes, un lote fue el control; el segundo se alimentó con concentrado sin antibióticos promotores de crecimiento y con las bacterias probióticas, más levaduras; el tercero se alimentó con concentrado sin promotores de crecimiento pero con probióticos comerciales (Prokura Poll-S®). Se sacrificó un pollo de cada lote en tres momentos (días 10, 20 y 42), se extrajo el ciego de cada uno y se diluyó hasta 10^{-2} inoculándose 0,1ml en agar MRS a 37°C/ anaeróticamente/72 horas; al cabo de este tiempo se determinaron unidades formadoras de colonias (UFC), más identificación por Gram. Para la evaluación molecular se realizó extracción de ADN con kit QIAGEN y amplificación de la región 16s de ADNribosomal por PCR, para identificar las bacterias adheridas. Resultados: se determinó que el conteo de UFC aumenta en el tiempo: se encontraron en el último recuento 352 UFC en el primer lote; en el segundo, 1604 UFC, y en el tercero, 1260 UFC, correspondientes a *Lacto-*

* Bióloga, magíster em Biotecnología. Grupo de Investigación en Producción, Desarrollo y Transformación Agropecuaria, Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias, Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia, Colombia.

** Zootecnista, magíster en bosques y conservación ambiental. Grupo de Investigación en Medicina Veterinaria (GIVET), Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias, Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia, Colombia.

bacillus y se obtuvo el ADN bacteriano, pero la región de ADNr no amplificó. **Conclusiones.** se evidenció un aumento de las UFC en los recuentos evaluados pero la especies bacterianas no se determinaron molecularmente porque necesitan técnicas más sensibles para su estudio.

Evaluation of the acid lactic bacteria adhesion to the intestinal epithelium in chickens fed with probiotics

Abstract

Introduction. The consumption of probiotics have a positive influence in the host organism's health and increases its productivity, sensitiveness to pathogens and alimentary conversion, among other benefits. **Objective.** To identify, by the use of microbiological and molecular techniques, the adhesion of native bacteria with probiotic activity in the diet given to broilers. **Methodology.** 103 chickens, divided into three groups, were used. One of them was taken as a control. The second was fed with concentrated food without growth boosting antibiotics, and with probiotic bacteria, plus yeast. The third group was fed with concentrated food without growth boosters, but with commercial probiotics (Prokura Poll-S®). A chicken from every group was slaughtered in three moments (days 10, 20 and 42), and the cecum of each chicken was extracted and diluted until 10^{-2} , inoculating 0,1ml in MRS agar at 37°C/anaerobically/72 hours. After this period, colony forming units (CFU) and identification by Gram were determined. For the molecular evaluation, DNA was extracted with a QIAGEN kit and by amplifying the 16s region of ribosomal DNA by PCR in order to identify the bacteria attached. **Results.** It was determined that the CFU account augments throughout time. In the last count, 352 CFU were found in the first group; 1604 in the second and 1260 in the third, corresponding to *Lactobacillus*, and the bacterial DNA was obtained, but the rDNA did not get amplified. **Conclusions:** An increase of CFU in the counts evaluated could be seen, but the bacteria species were not molecularly determined because more sensitive techniques are required to study them.

Introducción

La sobrevivencia y el buen desempeño de las aves dependen de la obtención adecuada de energía y compuestos químicos por el organismo; para que esto ocurra es necesario que el tracto digestivo presente características funcionales desde la ingestión de los alimentos hasta su absorción¹.

El tracto digestivo es un mecanismo de defensa natural: en él se encuentra el epitelio intestinal, que actúa como barrera contra bacterias patógenas y/o sus-

tancias tóxicas presentes en el lumen. La microbiota natural del intestino es una población compleja de microorganismos que ejercen una gran influencia sobre el huésped; cerca del 90% de la microbiota intestinal que coloniza el tubo digestivo es permanente; el 10% restante es transitoria; desequilibrios en la microbiota normal o en las células epiteliales intestinales, causados por algún tipo de estrés, patógenos, sustancias químicas y radiación, pueden alterar la permeabilidad de esta barrera y facilitan la invasión de patógenos y otras sustancias nocivas que modifican el metabolismo y la capacidad de digestión y absorción de nutrientes, y llevando a una insuficiente conversión de los alimentos y a una disminución en la respuesta productiva de los animales²⁻⁴.

Adicionalmente, el uso indiscriminado de antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal ha conducido a la aparición de cepas patógenas antibióticos multi-resistentes, lo que genera un problema mayor en la sanidad animal.

Dentro de las soluciones que se han planteado para mitigar esta problemática está la incorporación de cultivos de bacterias probióticas como aditivos promotores de crecimiento, los cuales han mostrado ser efectivos en los trastornos diarreicos y en el crecimiento animal, mejorando la respuesta productiva en éstos.⁵⁻⁷

Los probióticos son definidos por la FAO⁸ (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) como microorganismos vivos que, administrados en adecuadas cantidades, ejercen un efecto beneficioso sobre el huésped. La mayoría de los probióticos son bacterias del género *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, aunque también se emplean algunos otros géneros como *Enterococcus*, *Streptococcus*, y *Saccharomyces* (tabla 1).

El término “probiótico”, derivado de *bios*, palabra griega que significa “vida”, fue utilizado por primera vez en el año 1965 por Lilly y Stillwell¹⁰, a partir de la observación de la influencia positiva que tenían determinados microorganismos en la microbiota intestinal, secretando sustancias que favorecen el crecimiento y desarrollo de otras, en contraposición al término antibiótico.

Fuller¹¹ en 1989 y Flemming¹², en el 2005, describieron a los probióticos como microorganismos vivos que al ser consumidos en cantidades adecuadas generan un efecto protector en la salud del hospedero, hombre o animal, fortaleciendo el sistema inmune intestinal mediante competencia con otras especies y la eliminación de microorganismos patógenos. El grupo de probióticos lo conforman en su mayoría las bacterias ácido-lácticas (BAL); ellas son: Gram-positivas no esporuladas, anaerobias en forma de cocos y bacilos, productoras de ácido láctico como producto final de la fermentación de los carbohidratos.¹³ Los productos probióticos comercializados actualmente se pueden dividir en tres tipos: los alimentos fermentados convencionales a los que se les adicionan probióticos (yogures, leche, quesos, etc.); las leches cultivadas y fermentadas, utilizadas, básicamente, como vehículos de bacterias probióticas (leche acidófila, etc.), y los suplementos dietéticos o preparaciones farmacéuticas liofilizadas¹³.

Tabla 1. Microorganismos empleados como probióticos modificado de Álvarez-Olmos y Oberhelman⁹, 2001)

Lactobacillus spp.	Bifidobacterium spp.	Lactococcus spp.	Streptococcus spp.
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>L. lactis</i>	<i>S. thermophilus</i>
<i>L. lactis</i>	<i>B. longum</i>	<i>L. cremoris</i>	
<i>L. bulgaricus</i>	<i>B. breve</i>	<i>L. diacetylactis</i>	
<i>L. rhamnosus</i>	<i>B. lactis/animalis</i>		
<i>L. casei</i>	<i>B. adolescentis</i>		
<i>L. kefir</i>			
<i>L. brevis</i>			
<i>L. reuteri</i>			
<i>L. helveticus</i>			
<i>L. plantarum</i>			
<i>L. salivarius</i>			
<i>L. johnsonii</i>			
Enterococcus spp.	Bacillus spp.	Otras especies	
<i>E. faecium</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	
<i>E. faecalis</i>	<i>B. coagulans</i>	<i>Saccharomyces boulardii</i>	
		<i>Leuconostoc spp.</i>	

La viabilidad de los microorganismos es una propiedad de los probióticos durante todo el periodo de vida útil del producto; es por esto que se exige legalmente que en el alimento exista como mínimo de 10^6 - 10^7 células viables/ml o g^{14} .

Asimismo, la correcta identificación de las especies utilizadas y su correlación con las especificadas en el producto es otro aspecto que se debe exigir en cualquier alimento probiótico. Esto requiere la aplicación no sólo de métodos convencionales de identificación, sino también de técnicas moleculares, ya que no siempre es sencillo resolver la posición taxonómica de las cepas probióticas; también es necesario garantizar la existencia de técnicas eficaces que permitan el seguimiento de las introducidas en el mercado.¹⁵ Por ejemplo, en ciertas preparaciones de probióticos liofilizados se han detectado diferencias entre las especies de los géneros *Bifidobacterium* y *Bacillus* declaradas y las detectadas en el producto del mercado, así como la presencia de otras no declaradas¹⁶; estas bacterias se han clasificado regularmente por la morfología y fermentación de carbohidratos; pero estos métodos tienen desventajas al momento de caracterizar en el nivel de especie y sub-especie, por lo cual se deben complementar los métodos tradicionales de identificación, con técnicas taxonómicas moleculares, como la comparación de secuencias de ADN ribosomal (ADNr) utilizando la reacción de la cadena de polimerasa (PCR) y posterior secuenciación automática a partir del producto de PCR¹⁵

El estudio de las secuencias de ADNr es muy apropiado porque esta molécula contiene regiones muy conservadas y regiones muy variables. Los genes de las regiones 16S y 23S de ADNr se han utilizado para identificar microorganismos

del género *Lactococcus*, *Enterococcus* y *Lactobacillus* de diferentes nichos. La base de datos de secuencias de 16S ADNr de las BAL ha ido creciendo durante los últimos años y se ha convertido en una herramienta muy útil al momento de comparar las secuencias que se obtengan de aislados de cepas nativas¹³.

La ventaja de usar la técnica de PCR es que esta es altamente sensible, menos dispendiosa y con bajo costo, comparada con la técnica de hibridación de ácidos nucleicos, que serviría también para identificación de organismos.

En esta investigación se evaluó por técnicas microbiológicas y moleculares la adhesión de bacterias ácido-lácticas al epitelio intestinal de pollos de engorde alimentados con diferentes dietas suplementadas con microorganismos probióticos.

Materiales y métodos

El proyecto se realizó con 103 pollos de engorde de la línea Ross, de un día de nacidos y todos machos para evitar variaciones de orden fisiológico ligadas al género del animal; éstos fueron cuidados en una granja de San Antonio de Prado, Antioquia, en donde fueron vacunados contra Newcastle, Bronquitis y Gumboro, con dos dosis/vacuna.

Para la experimentación los pollos se dividieron en tres lotes cada uno con 34 pollos, discriminados así: el primer lote fue el control, alimentados con concentrado convencional que contiene antibióticos promotores de crecimiento; el segundo fue alimentado con concentrado sin antibióticos promotores de crecimiento, y con bacterias ácido-lácticas aisladas y caracterizadas en la Corporación Universitaria Lasallista como *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus brevis*, suministrados en el agua de bebida a una concentración de 1×10^8 bacterias/ml, en la misma cantidad se suministró *Saccharomyces cerevisiae*, en tres tiempos diferentes durante los 42 días de producción. La primera dosis se suministró el día que se inició el experimento en la granja (tiempo 0) en un litro de agua. La segunda dosis se suministró el día 9 en la misma concentración, pero en 4 litros de agua; la tercera fue el día 20 en igual concentración que las dosis anteriores, pero en 10 litros de agua. Para tener un patrón de comparación con una marca comercial se alimentó un tercer lote con concentrado sin antibióticos promotores de crecimiento pero con probióticos comerciales (Prokura Poll-S[®]); las concentraciones de los microorganismos contenidos en éste fueron exactamente las administradas en el grupo anterior en los mismos volúmenes y los mismos días; los microorganismos contenidos en éste eran *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus lactis*.

Identificación microbiológica de bacterias ácido lácticas de los pollos

Se realizó el sacrificio de un pollo de un día de nacido para identificar los microorganismos que tuviera el animal antes de iniciar el experimento; la evaluación se realizó directamente en el nivel del ciego; el peso del pollo, fue 0,01g y los medios

de cultivo empleados para el diagnóstico fueron agar MRS suplementado con extracto de levadura; la dilución empleada para el análisis fue de 10^{-2} ; se inoculó por siembra en superficie 0,1ml y se incubó a 37°C anaeróticamente/72 horas; al cabo de este tiempo se realizaron las pruebas de identificación por tinción de Gram

Para la evaluación de los microorganismos adheridos al epitelio intestinal, se sacrificó un pollo de cada tratamiento a los 10, 20 y 42 días del experimento; las muestras de ciego se pesaron, se maceraron y se llevaron a diluciones hasta 10^{-2} , en las mismas condiciones de siembra e incubación que la anterior; posteriormente se realizó conteo de unidades formadoras de colonias y coloración de Gram.

Identificación molecular de bacterias ácido lácticas de los pollos

A partir del ciego extraído de los pollos sacrificados, se realizó extracción de ADN bacteriano, macerando el ciego para seguir el protocolo para bacterias Gram positivas del Kit DNeasy® Blood & Tissue de QIAGEN (2006), con modificaciones en la cantidad de proteinasa utilizada y en el tiempo de incubación que fue de 12 horas. Con este protocolo no se obtuvo ADN de buena calidad. Se optó por partir de cultivos de las bacterias, por lo que se lavó el tejido a presión con agua estéril y se inoculó este producto del lavado en agar MRS, suplementado con extracto de levadura, por siembra en superficie, además de dejar en el medio una pequeña porción de tejido; se incubó a 37°C anaeróticamente/72 horas; al cabo de este tiempo se realizaron las pruebas de identificación por tinción de Gram y aquellas colonias que presentaran las características propias de las bacterias en estudio se tomaron para realizar la extracción con el kit anteriormente mencionado y sin modificaciones. La integridad y la calidad del ADN fueron evaluadas en electroforesis (Cleaver Scientific, UK) en gel de agarosa (Amresco, USA) al 0.8% teñido con bromuro de etidio y visualizado en un transiluminador de luz ultravioleta (Ultralum, Claremont, CA). El ADN fue almacenado a -20°C hasta ser utilizados para la PCR.

Para amplificar la región 16S de ADNr de *Lactobacillus casei* se usaron los primers (Bioneer, USA) LC 5' (CAGACTGAAAGTCTGACGG)3' como Forward y LC 5' (GCGATGCGAATTTCTTTTTC)3' como Reverse¹⁷, y para *Lactobacillus brevis* se usaron los primers (Bioneer, USA) LB 5' (CTTGCACTGATTTTAACA)3' como Forward y LB 5' (GGGCGGTGTGTACAAGGC)3' como Reverse¹⁸. La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) fue realizada en un termociclador MultiGene II (Labnet, USA), con los siguientes componentes: buffer de PCR 1X (200 mM Tris-HCl, pH 8.0, 500mM KCl), 2.5mM MgCl pH 8.0, 0.25 μM de cada dNTP, AmpliTaq DNA recombinant polymerase (1U) (Fermentas, USA), primer F (0.2 μM), primer R (0.2 μM) y ADN molde 2 μl y se completó a un volumen de 50 μl con agua desionizada estéril. El perfil de la reacción fue: desnaturalización inicial de 95°C por 2 min., 94°C por 30 s, seguido de un

anillamiento a 55°C por 30 s para *L. casei* y de 40°C por 1 min para *L. brevis*, extensión a 72°C por 45 s, 30 ciclos a 94°C 30 s, con una extensión final a 72°C por 5 min. Los productos de la amplificación de LC y LB fueron separados por electroforesis en un gel de agarosa al 1.5% y visualizados por tinción con bromuro de etidio bajo luz ultravioleta, evaluando la presencia de una banda de 1.3 a 1.5 kb, correspondiente al tamaño promedio de la región 16S de ADNr.

Resultados

Identificación microbiológica

En la evaluación microbiológica del vértice cecal proveniente del pollo con un día de nacido se encontraron colonias correspondientes a *Streptococcus* Gram positivos, bacilos Gram positivos esporulados y *Lactobacillus*; las colonias de bacterias ácido-lácticas se identificaron por ser redondas, pequeñas, umbonadas de bordes enteros y color marfil. No se realizó conteo de unidades formadoras de colonias, debido a la diversidad de colonias encontradas; este primer sacrificio se realizó para determinar qué tipo de población microbiana presentaba el organismo antes de iniciar una dieta determinada.

En el segundo sacrificio se realizó el análisis microbiológico de los ciegos de los tres tratamientos, evaluando el peso inicial del tejido empleado para el análisis; la porción del ciego del primer tratamiento pesó 0,078g; el segundo, 0,1049g, y el tercero, 0,2068g; cada uno de ellos arrojó un conteo determinado en la evaluación de unidades formadoras de colonias. El primer tratamiento presentó 266 colonias correspondientes a bacilos Gram positivos no esporulados o bacterias ácido-lácticas; el segundo presentó 240 unidades formadoras de colonias correspondientes a *Lactobacillus* y 10 colonias de bacilos esporulados Gram positivos. En el tercer tratamiento se contaron 136 unidades formadoras de colonias correspondientes a *Lactobacillus*.

En el tercer sacrificio la evaluación microbiológica se realizó de la misma manera como la anterior: del vértice cecal y con previo pesaje de la porción a evaluar. Los pesos del tejido cecal evaluado fueron 0.2880g para el pollo del primer tratamiento, 0.2328g para el segundo y 0.2109g para el tercero.

Las unidades formadoras de colonias con sus respectivas identificaciones por Gram fueron: para el primer tratamiento se encontró bacterias esporuladas y levaduras, solo 200 UFC correspondían a colonias de *Lactobacillus*.

En la figura 1 correspondiente al segundo tratamiento se contaron 236 colonias de bacterias ácido lácticas o *Lactobacillus*, tal cual como se muestra en la figura 2, donde se aprecian bacilos largos, Gram positivos no esporulados. En el tercer tratamiento, el conteo fue 240 UFC, correspondientes a bacterias Gram positivas no esporuladas o bacterias ácido lácticas y 50 UFC de bacterias Gram positivas esporuladas.

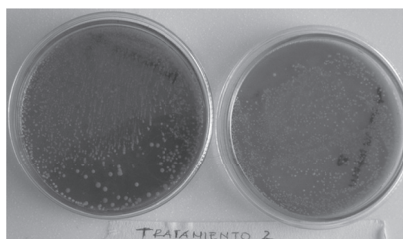


Figura 1. Colonias de *Lactobacillus* en agar MRS

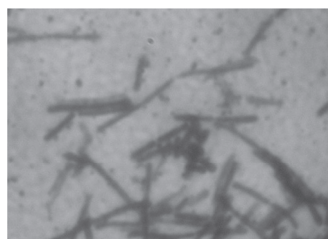


Figura 2. *Lactobacillus* por coloración de Gram

Fotografías tomadas por las autoras

El cuarto sacrificio se realizó el día 42 del experimento, día en el cual se sacan los pollos para el consumo en la producción avícola; la metodología para el análisis fue igual a la realizada en los experimentos anteriores. Los pesos de los ciegos fueron de 0.8500g, 0.6415g y 0.7333g, respectivamente para los tratamientos 1, 2 y 3. El número de colonias contadas para *Lactobacillus* en el primer tratamiento fue de 352 UFC; para el segundo, 1604 UFC, y para el tercero, 1260 UFC, todas correspondientes a *Lactobacillus*; solo en el tratamiento tres se contaron 104 colonias de bacterias Gram positivas esporuladas. En la figura 3 se aprecia la cantidad de colonias de *Lactobacillus*, evidenciando la colonización de estas en el epitelio intestinal. Algunas colonias fueron coloreadas por tinción de Gram y muestran bacilos largos Gram positivos, característica propia de este género.

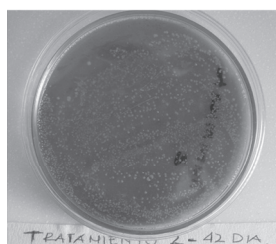


Figura 3. Colonias de *Lactobacillus* en agar MRS

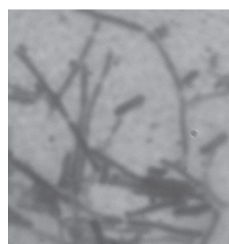


Figura 4. *Lactobacillus* por coloración de Gram

Fotografías tomadas por las autoras

Identificación molecular de bacterias ácido lácticas de los pollos

La extracción de ADN de bacterias ácido-lácticas directamente del epitelio no arrojó resultados positivos, dado que se presentó un “background” de ADN ines-

pecífico a lo largo del gel, que sugería un ADN fragmentado y/o contaminado con otras moléculas como ARN, proteínas e inclusive componentes del epitelio intestinal que no se degradan con el kit. Sin embargo, el ADN extraído directamente de los recuentos microbiológicos se presentó de buena calidad y en cantidad suficiente para realizar la amplificación de la región 16s de ADNr mediante PCR, para identificar los microorganismos en evaluación.

Una vez se realizó la PCR, no se obtuvo amplificado para ninguno de los *Lactobacillus* suministrados en la dieta de los pollos como se aprecia en la figura 5.

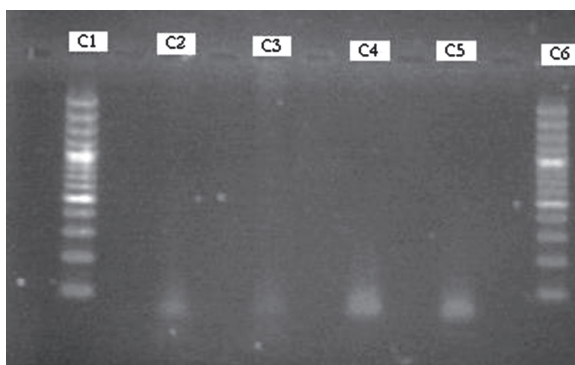


Figura 5. Gel de agarosa con productos de PCR (C1 y C6: carriles con marcador de peso molecular; C2 -C5: carriles con producto inespecífico de PCR extracción de ADN)

Fotografías tomadas por las autoras

Discusión

Al analizar los datos obtenidos por recuento microbiológico en los tres tratamientos durante el tiempo de experimentación se pudo observar que todos presentan bacterias ácido-lácticas como parte de su microbiota natural normal, en algunos bacilos esporulados y levaduras, sin contar con bacterias de otros géneros que no fueron objeto para este estudio.

Los resultados obtenidos en la evaluación inicial muestran que los animales presentan *Lactobacillus* como colonizadores del epitelio al igual que otros microorganismos, como bacilos esporulados y levaduras.

Los resultados de las evaluaciones se muestran en el gráfico 1. En la segunda evaluación se observa que los tratamientos 2 y 3 presentan una población muy similar en el recuento de unidades formadoras de colonias de bacterias lácticas, teniendo en cuenta que fueron éstos los alimentados con suplementos adicionales

y sin antibióticos promotores de crecimiento, además, hubo presencia de bacilos esporulados en el tratamiento dos; de la misma forma se observó un comportamiento similar en los epitelios aislados en el sacrificio tres; sin embargo, en la última evaluación la población de bacterias ácido-lácticas aumentó considerablemente, especialmente en los tratamientos dos y tres; es posible que estos resultados hayan crecido en virtud de la capacidad de división celular que presentaron las bacterias administradas durante todo el tiempo de tratamiento, aumentando significativamente con respecto al blanco no tratado; estos datos se corroboran con los reportados por Jim¹⁶ en 1999 quien encontró que los *Lactobacillus* crecen rápidamente en el intestino; probablemente es la primera población emergente de microorganismos que hace parte del ecosistema intestinal, encargados de acidificar el medio evitando la supervivencia de microorganismos como *E.coli* y *Salmonella*, entre otros, productores de diarreas en animales y en el hombre.

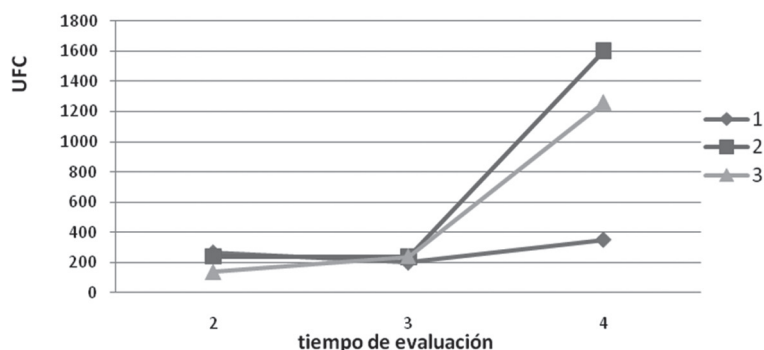


Grafico 1. Evaluación de las UFC de Lactobacillus en diferentes muestreos

Grafico realizado por las autoras

En cuanto a la población de levaduras encontradas, algunos autores como Andrews¹⁹ y Silva²⁰ en el 2000 las ubican dentro del grupo de microorganismos funcionales por su poder fermentativo, su riqueza en vitaminas del grupo B y enzimas hidrolíticas que ayudan al proceso de digestión.

Otro grupo importante son las bacterias esporuladas como *Bacillus cereus*, *toyoi* y *megaterium*, entre otros, empleadas para prevenir los desórdenes y/o mejorar el desarrollo probablemente por la capacidad de producción de enzimas que inhiben el crecimiento microbiano de bacterias patógenas, además de la producción de endosporas, que estimulan el sistema inmune, contribuyendo a la resistencia contra patógenos ambientales.²¹

Nakano²² y Maruta²³ estudiaron los efectos del empleo de un probiótico en pollos de engorde el cual incluía especies de *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Streptococcus* y *Saccharomyces* en una dosis de 3g/kg de concentrado; el probiótico disminuyó el número de *E.coli* y *Salmonella* en el ciego, y aunque estos estudios no se realizaron en la investigación, sí se encontró que los animales alimentados con bacterias probióticas fueron menos susceptibles a infecciones respiratorias y digestivas.

Estudios realizados por Maruta²³ en 1993 y Bortolozzo²⁴ en 2002, quienes administraron un probiótico a base de *Bacillus subtilis* a pollos de engorde, muestran un aumento de la musculatura y disminución de la grasa abdominal, principalmente en machos, además, observaron que el suministro de este probiótico disminuyó el porcentaje de bacterias patógenas, fundamentalmente *Salmonella* desde un 60 a un 20%.

El aumento más alto de unidades formadoras de colonias fue encontrado en el tratamiento dos, a los 42 días de evaluación en los pollos alimentados con *L. casei*, como se muestra en la grafica 1. Estos estudios fueron también realizados por Huang²⁵ y colaboradores, quienes encontraron mejoras en pollos cuando se empleaban *L. acidophilus* y *L. casei*, efecto también observado por Ángel y colaboradores²⁶ 2005 cuando empleaban concentrados de baja concentración de nutrientes suplementados con *Lactobacillus*.

Finalmente, Morales²⁷ y colaboradores en el 2003 observaron un mayor efecto de la utilización de *Saccharomyces cerevisiae* sobre el crecimiento de los pollos a 42 días en condiciones de campo.

Estudios realizados por Hopkins y colaboradores en 2005²⁸ con PCR en tejido intestinal corroboran los obtenidos en este trabajo, donde no observaron amplificado del ADN cuando solamente se trabajaba con técnicas como PCR y aunque ésta técnica es muy sensible, se necesitaría de PCR en tiempo real o FISH (hibridización por sondas fluorescentes) dado la baja cantidad de ADN que existe en este tipo de muestras.

Conclusiones

En esta investigación se evidenció que hubo adhesión de las bacterias probióticas en el epitelio intestinal de los lotes de pollos suplementados con estos microorganismos, pues mostraron un aumento de las unidades formadoras de colonias en los recuentos evaluados durante todo el tiempo de producción; en cuanto a la evaluación molecular se observó ADN pero no hubo amplificado. Es posible que para este análisis se requieran técnicas moleculares más sensibles.

El empleo de cepas probióticas de origen nativo es una herramienta potencial para mejorar las condiciones sanitarias y de producción de las explotaciones intensivas, más aún cuando son especies específicas.

Agradecimientos

Las autoras agradecen al Fondo de Investigación de la Corporación Universitaria Lasallista por otorgar recursos para llevar a cabo esta investigación (22117), y al Comité de Ética de la Universidad de Antioquia por evaluar y otorgar el permiso para experimentar con animales.

Referencias bibliográficas

1. Romer, A.S. y Parsons, T.S. (1981). Anatomía Comparada. 5 ed. México: Interamericana. 428p.
2. Hofstad, M.S. (1972). Diseases of poultry. 6 ed. Hofstad, M.S. (ed). Ames: The Iowa State University Press. 1176 p.
3. Podolsky, D.K. (1993). Regulation of intestinal epithelial proliferation: a few answers, many questions. *AJP - Gastrointestinal and Liver Physiology*, 264, p. 179-186.
4. Oliveira, P.B. (1998). Influência de fatores antinutricionais de alguns alimentos sobre o epitélio intestinal e o desempenho de frangos de corte. 42f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá.
5. Dobrogsz, W.J., Black, B.L. y Casas, I.A. (1991). Delivery of viable *Lactobacillus reuteri* to the gastrointestinal tract of poultry. *Poultry Science*, 70, p. 158.
6. Bradley, G.L., Savage, T.F. y Timm, K.I. (1994). The effects of supplementing diets with *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* on male poult performance and ileal morphology. *Poultry Science*, 73, 1766-1770.
7. Spring, P. (1996). Effects of mannanoligosaccharide on different cecal parameters and on cecal concentrations of enteric pathogens in poultry. Dissertation (ETH no. 11897). ETH Zurich, Switzerland.
8. FAO/WHO. (2006). Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on Evaluation of Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food Including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria. FAO Food and Nutrition paper 85. P. 1 – 33.
9. Alvarez-Olmos, M.I. y Oberhelman, R.A. (2001). Probiotic agents and infectious diseases: a modern perspective on a traditional therapy. *Clin. Infect. Dis.* 32, 1567-1576.
10. Lilly, D.M. y Stillwell, R.H. (1965). Probiotics growth promoting factors produced by microorganisms. *Science*. 147, p. 747-748.
11. Fuller, R. (1989). A review. Probiotics in man and animals. *Journal of applied bacteriology* 66, p. 365–378.
12. Flemming, J.S. y Freitas, R.J.S. (2005). Avaliação do efeito de prebióticos (mos), probióticos (*Bacillus licheniformis* e *Bacillus subtilis*) e promotor de crescimento na alimentação de frangos de corte. *Archives of veterinary science*. 10, No. 2, p. 41-47.
13. Axelsson, L. (1998). Lactic Acid Bacteria. Classification and Physiology. En: Salmminen, S. y Von Wright, A. (ed) *Lactic Acid Bacteria, Microbiology and Functional Aspects*. 2 ed. New York: Marcel Dekker, 617p.

14. Ouwehand, A.C., Salminen, S. e Isolauri, E. (2002). Probiotics: an overview of beneficial effects. *Anton. Leeuw. Int. J. G.* 82, p. 279-289.
15. Torriani, S., Zapparoli, G. y Dellaglio, F. (1999). Use of PCR- based methods for rapid differentiation of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *L. delbrueckii* subsp. *lactis*. *Appl. Environ. Microbiol.*, octubre:4351-4356.
16. Jim D. Garlich. (1999). Microbiología del tracto intestinal aviar. College of Agriculture and life Sciences, USA.
17. Walter, J., Tannock, G.W., Tilsala-Timisjarvi, A., Rodtong, S., Loach, D.M., Munro, K. y Alatosava, T. (2000). Detection and Identification of Gastrointestinal Lactobacillus Species by Using Denaturing Gradient Gel Electrophoresis and Species-Specific PCR Primers. *Applied and Environmental Microbiology.* 66, No. 1, p. 297-303.
18. Guarneri T., Rossetti, L. y Giraffa, G. (2001). Rapid identification of *Lactobacillus brevis* using the polymerase chain reaction. *Letters in Applied Microbiology.* 33, p. 377-381.
19. Andrews, A.H. (1992). Probiotics and other prophylactic agents. *Ocasional publication - British Society of Animal Production No. 15.* p 119-137.
20. Silva, E., N. (2000). Probióticos e prebióticos na alimentação de aves. *in: conferência apinco de ciência e tecnologia avícola. Anais Campinas,* p.242.
21. Anon. (1998).CHR. Hansem. Byo System. The Worlds microbial experts. Probio: [www. Chrhansem.com](http://www.Chrhansen.com). [Infocarne.probioticos en nutrición animal.com](http://Infocarne.probioticos.en.nutricion.animal.com).
22. Nakano, T.; Shimuzu, M. y Fukushima. (1999). Effects of a probiotic on the lipid metabolism of pullet hen as a cholesterol- enriched diet. *Biotechnology and Biochemistry.* 63, p. 1569-1575.
23. Maruta, K. y Miyazaki, L.S. (1996). Exclusion of intestinal pathogens by continuous feeding with *Bacillus subtilis* C-3102 and its influence on intestinal microflora in broilers. *Animal Science and Technology Japan.*7, p.273-280.
24. Bortolozzo, F. y Kira, K. (2002). Probióticos . Uso de los probióticos na alimentacio de frangos de corte.
25. Huang J.S., Bousvaros, A., Lee, J., Díaz, A. y Davidson, E. (2002). Efficacy of probiotic use in acute diarrhea in children: a meta-analysis. *Dig Dis Sci.* 47 (11): p. 2625-2634.
26. Angel, C.R. y Powers, W.J. (2005). Feeding of chickens with probiotics. *Journal Environmental Quality.* 34, p.563-571.
27. Morales, E., Colin, I. y Avila, E. (2003). Evaluación de promotores del crecimiento para pollos de engorde. *Veterinaria. México.* 25(2), p.141-144.
28. Hopkins, M.J., Macfarlane, G.T. y Furrrie, E. (2005). A Characterisation of intestinal bacteria in infant stools using realtime PCR and northern hybridisation analyses. *FEMS Microbiology Ecology.* 54 (1), p. 77-85.
29. Rosmini, M.R., Sequeira, G.J., Guerrero – Legarreta, I. Martí, L.E., Dalla – Santana, R. Frizzo, L. y Bonazza, J.C. (2004). Producción de probióticos para animales de abasto: importancia del uso de la microbiota intestinal indígena. *Rev. Mexicana Ing. Química.* 3, p.187-197.

Valores hematológicos en caballos criollos colombianos del Valle de Aburrá*

Cristian Alejandro Castillo Franz**, Mauricio Tobón Restrepo***,
Claudia Alejandra Cano Benjumea****, Juliana Mira Hernández****,
Ana Patricia Suárez Ortega****, Eliana María Vásquez Correa****

Resumen

Los caballos criollos colombianos son equinos autóctonos descendientes, en parte, de los caballos traídos por los conquistadores españoles. Se utilizan principalmente como animales de campo y de exhibición por sus vistosos y particulares pasos, y son actualmente la raza equina más importante en el país. Teniendo en cuenta la utilidad del hemograma en la medicina y en la clínica equina como una herramienta diagnóstica o terapéutica y la poca información disponible de los valores sanguíneos en esta raza para la región, se decidió investigar los valores hematológicos en un grupo de 162 equinos, distribuidos en 6 grupos en el Valle de Aburrá. La recolección de la muestra inició en abril de 2009 y finalizó en mayo del año 2010. La sangre se obtuvo directamente de la vena yugular externa y se almacenó en tubos con EDTA. Dichas muestras fueron procesadas en el laboratorio clínico veterinario, para obtener los valores de cantidad de eritrocitos ($\text{mil}/\mu\text{L}$), hematocrito (%), hemoglobina (g/dL), volumen corpuscular medio (VCM), concentración de hemoglobina corpuscular media (C.Hb.C.M), plaquetas ($\times 10^3/\mu\text{L}$), proteínas plasmáticas (g/L), fibrinógeno (g/L), leucocitos totales ($/\mu\text{L}$) y leucometría específica absoluta ($/\mu\text{L}$). Los valores obtenidos muestran leves variaciones con respecto a los parámetros hematológicos de otras razas equinas de corte mundial; en general, presentaron pocas alteraciones hematológicas, lo cual podría asociarse con el correcto manejo y buen estado de salud de estos animales.

* Investigación realizada entre los meses de abril del 2009 y mayo del 2010 en el Valle de Aburrá, Antioquia, Colombia. Proyecto financiado por la Dirección de Investigación de la Corporación Universitaria Lasallista en la modalidad de proyectos de mediana cuantía, convocatoria 2009.

** Investigador, médico veterinario, licenciado en Ciencias Veterinarias, magíster en Ciencias mención Salud Animal, docente Medicina Veterinaria, Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia, Colombia.

*** Coinvestigador, médico veterinario, magíster en Educación y Desarrollo Humano, docente Medicina Veterinaria, Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia, Colombia.

Hematology values in colombian creole horses from the Aburrá Valley

Abstract

Colombian creole horses are native and descent, in part, from the horses brought by Spanish conquerors. They are mainly used as farm and exhibition animals, given their colorful and particular ways to take their steps and, currently, they are the most important race countrywide. Keeping in mind the usefulness of CBC in medicine and in horse clinics as a tool for diagnosis and therapies, and the little quantity of information available about the blood values for this race within the region, the hematologic values of a group of 162 horses were studied. The horses were distributed into six groups in the Aburrá valley. The blood samples collection started in April 2009 and finished in May, 2010. The blood was gotten directly from the external jugular vein and was stored in tubes with EDTA. Those Samples were processed in the veterinary clinic laboratory, in order to obtain the values of the quantities of erythrocytes (mil/ μ L), hematocrit (%), hemoglobin (g/dL), mid corpuscular volume (MCV), concentration of corpuscular mid hemoglobin (C.Hb.C.M), platelets ($\times 10^3/\mu$ L), plasmatic proteins (g/L), fibrinogen (g/L), total leukocyte count ($/\mu$ L) and absolute specific leucometry. The values obtained show small variations in comparison to the hematologic parameters applied in other world class races. In general, they had only a few hematologic alterations, and it could be related with the right management and the good health of these animals.

Introducción

El hemograma es un examen muy utilizado en la clínica equina, pues es un indicador de alteraciones que no son siempre percibidas en la realización del examen clínico¹⁸. Un hemograma completo podría servir como método diagnóstico para una enfermedad concreta, pero la mayoría de las veces se utiliza para conocer la condición general del individuo o su respuesta frente a la enfermedad¹².

**** Colaboradora, estudiante de octavo semestre de Medicina Veterinaria, Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia, Colombia.

**** Colaboradora, estudiante de octavo semestre de Medicina Veterinaria, Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia, Colombia

**** Colaboradora, estudiante de octavo semestre de Medicina Veterinaria, Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia, Colombia

**** Colaboradora, estudiante de octavo semestre de Medicina Veterinaria, Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia, Colombia.

Eritrocitos o glóbulos rojos

Peter Lording, enfatiza en que cuando se realiza un examen de las células sanguíneas rojas este debe incluir los valores de cantidad (número), concentración de hemoglobina y hematocrito; y los índices eritrocitarios que son: volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM)¹⁹. Cada uno de estos parámetros se describe a continuación:

En el recuento de eritrocitos se determina el número de este tipo celular por unidad de volumen de sangre (μl); este es hoy en día el método más utilizado por medio electrónico, en el equipo de hematología; su cantidad es variable de acuerdo con tipo y uso que se le dé al animal. En general, se dice que un equino de trabajo tiene entre 6 y 9 millones por microlitro y, para el caso de un caballo de deporte, entre 7,6 y 12,3 millones por microlitro^{17, 23}.

Para el caso de la hemoglobina, se determina su cantidad en gramos por decilitro (gr/dL) y se utiliza el método de la cianometahemoglobina (método de drabkin); sus valores en equinos de trabajo están entre los 8 y 14 gr/dL y en equinos de deporte entre 11 y 19 gr/dL ³.

El hematocrito o volumen globular agregado (VGA) es la porción de sangre que está compuesta por los eritrocitos y se expresa en porcentaje⁸. El VGA constituye una prueba bastante útil en hematología, fundamentalmente por la información que entrega, su facilidad de realización, el costo y la exactitud. Sus valores fluctúan, en el caso de los equinos, entre un 32 u un 50%. La utilidad del hematocrito es para determinar si el animal presenta procesos patológicos como una anemia o policitemia²³.

El VCM es una forma de conocer el tamaño de los glóbulos rojos, se expresa en fentolitros (fL) y se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{VCM} = \frac{\text{Hematocrito} \times 10}{\text{Recuento eritrocitario}}$$

Esto señalaría si los eritrocitos son de tamaño normal (normocitos), pequeños (microcitos) o grandes (macrocitos)⁹.

La CHCM expresa el volumen de la masa de eritrocitos que corresponde a la hemoglobina; es el más exacto de los índices de Wintrobe, puesto que no requiere para su cálculo el valor del recuento de eritrocitos; se expresa en gramos por decilitros (gr/dL) y se obtiene con la siguiente fórmula²³:

$$\text{CHCM} = \frac{\text{hemoglobina}}{\text{VGA}}$$

Esto señalaría si los glóbulos rojos poseen una cantidad de hemoglobina adecuada (normocrómicos) o baja (hipocrómicos)⁹.

Finalmente, se determinan las características morfológicas de las células rojas en un frotis sanguíneo, en el cual se observa la presencia de anomalías que llaman la atención tales como: anisocitosis, policromatofilia o policromasia (no presente en los equinos), cuerpos de howell-jolly (con resto nuclear puntiforme), corpúsculos de Heinz, crenación (equinocitos), esquistocitos, acantocitos, esferocitos, hemoparasitismo, etc.²³.

Una explicación más detallada acerca de los cambios morfológicos, definiendo en qué consisten o cuándo aparecen, se da a continuación¹²:

- Hipocromía: hace referencia a eritrocitos con una zona aumentada de palidez a nivel central, y es indicativo de una deficiencia de hierro. En el equino una causa común de pérdida de hierro puede ser una alta carga parasitaria gastrointestinal.
- Anisocitosis: indica presencia de eritrocitos de diferentes tamaños; tiene poca importancia desde el punto de vista clínico.
- Esquistocitos: son fragmentos de eritrocitos producto del desgarro de éstos, debido a un trauma intravascular; aparecen en casos de hemangiosarcomas, coagulación intravascular diseminada o deficiencias de hierro.
- Acantocitos: son eritrocitos espiculados en forma no uniforme en su superficie; se producen principalmente por alteraciones en la concentración de fosfolípidos-colesterol en la membrana.
- Crenación: es cuando los eritrocitos presentan numerosas proyecciones puntiagudas y cortas en su superficie. Pueden aparecer por artefacto o estar asociadas a enfermedad renal, linfoma, picadura de serpiente o como respuesta al ejercicio aparentemente por hiponatremia.
- Esferocitos: son eritrocitos que se tiñen de una tonalidad más intensa que la normal porque ya tienen un área de superficie disminuida respecto a su volumen; son producto de una fagocitosis parcial en su superficie por la presencia de anticuerpos o sistema complemento. En el equino se presentan más que nada en casos de anemia hemolítica del potro.
- Cuerpos de Heinz: son inclusiones pequeñas y excéntricas de hemoglobina precipitada que protruyen ligeramente desde el margen celular, provocadas por un daño oxidativo. Pueden llegar a formarse por el consumo de plantas de cebollas o ajos silvestres, hojas secas de arce o la administración de ciertos fármacos como es el caso de la fenotiacina o azul de metileno.
- Cuerpos de Howell-Jolly: son remanentes nucleares, pequeños, redondos y de color púrpura encontrados en los eritrocitos cuando se examina un frotis. Un incremento de su concentración se produce en los casos de anemias regenerativas, esplenectomía o supresión de la función esplénica.
- Aglutinación: eritrocitos agregados de forma irregular, que dan la apariencia de un racimo de uva, vistos al microscopio; es indicativo de una anemia inmunomediada, la cual puede ser inducida por infecciones por *Clostridium sp.* o ser de tipo idiopática.
- Hemoparasitismo: son inclusiones intraeritrocitarias principalmente de *Babesia caballi*, *Theileria equi* y *Ehrlichia spp.*

Plaquetas

Las plaquetas o trombocitos son fragmentos del citoplasma de megacariocitos de la médula ósea los cuales son liberados en forma individual o en grupos pequeños²³. En la sangre circulante, los trombocitos son discos ovales que se encuentran en forma individual o agrupados, tienen forma redondeada y su tamaño varía entre 1 y 4 micras de diámetro².

Sus principales funciones son la hemostasia y la coagulación. En el caso del caballo, las plaquetas son mucho más pequeñas y pálidas que en otras especies animales¹¹.

Proteínas plasmáticas y fibrinógeno

Las proteínas plasmáticas realizan una función nutritiva, ejercen una presión coloidal osmótica y ayudan en el mantenimiento del equilibrio ácido-base. Las proteínas en forma individual sirven como enzimas, factores de coagulación, hormonas y sustancias de transporte¹⁵.

El hígado es el órgano encargado de sintetizar proteínas como: albúminas, lipoproteínas, glucoproteínas, mucoproteínas, fibrinógeno, protrombina y los factores de la cascada de la coagulación VII, VIII, IX y X³.

El suero fresco contiene todas las proteínas plasmáticas, excepto el fibrinógeno, y los factores V y VIII de la cascada de la coagulación¹⁵.

Las anomalías de las proteínas plasmáticas no indican una enfermedad específica sino un estado que altera los tejidos responsables del balance entre la síntesis de proteínas y el catabolismo o pérdida mecánica. Las alteraciones progresivas de las proteínas plasmáticas detectadas por análisis de muestras seriadas proporcionan información más valiosa que las de muestras sanguíneas individuales, aunque esto no siempre es práctico³.

El fibrinógeno es una proteína de fase aguda que suele utilizarse junto con el leucograma para valorar la inflamación. Su determinación resulta especialmente útil cuando el proceso inflamatorio no se acompaña de cambios en el leucograma. No obstante, no todos los procesos inflamatorios cursan con aumento de fibrinógeno, por lo que un valor normal de dicho parámetro no permite descartar la inflamación. Su concentración plasmática empieza a aumentar a las 48 horas del inicio de la inflamación y alcanza un pico máximo entre los cinco y los siete días¹².

Leucocitos o glóbulos blancos

El término leucocito se refiere a las diferentes células blancas nucleadas de la sangre; incluye neutrófilos, monocitos eosinófilos, basófilos y linfocitos; todos ellos participan en mecanismos de defensa del organismo, pero son cinética, morfológica y funcionalmente diferentes²³.

Los leucocitos se originan, al igual que los eritrocitos, en la médula ósea. Circulan en la sangre pero deben salir de ella para trasladarse a los tejidos donde sean requeridos, para eliminar a los agentes agresores; su vida media, una vez liberados a la circulación, varía en límites tan amplios como horas a 600 días y más²³.

Estas células sanguíneas son más escasas que las células de la línea roja, y se encuentran en una proporción de un (1) leucocito por cada 500 o 1000 eritrocitos. Los leucocitos se diferencian de los eritrocitos por no contener hemoglobina en su interior y por poseer un núcleo bien formado².

Los leucocitos están divididos en dos grupos según la forma del núcleo; el primer grupo incluye los neutrófilos, los basófilos y los eosinófilos, que son células con un núcleo multilobulado y se denominan polimorfos nucleares, y los monocitos y linfocitos pertenecen al segundo grupo y se denominan células mononucleares, cuyo núcleo no presenta lobulaciones⁹.

La principal función de los neutrófilos es la fagocitosis y destrucción de material extraño, especialmente bacterias patógenas⁴.

La población de neutrófilos puede ser dividida en cuatro grupos: de proliferación, de maduración, marginal y circulante. El grupo de proliferación está compuesto de mieloblastos, promielocitos y mielocitos, encontrados en médula ósea y capaz de hacer división celular. El grupo de maduración consta de metamielocitos, bandas y neutrófilos segmentados. Estas células no pasan más por el proceso de división celular, y componen cerca del 80% de los granulocitos de la médula ósea. El tiempo normal exigido para el paso desde mieloblasto hasta neutrófilo segmentado maduro es de 4 a 9 días. Existe un compartimiento funcional de almacenamiento de neutrófilos en la médula ósea, que impide depleción medular en casos de que la proporción de requerimiento periférico aumente enormemente. El grupo marginal está formado por neutrófilos que están adheridos al endotelio a lo largo de toda la microvasculatura, especialmente en pulmones, hígado y bazo. El grupo de neutrófilos en circulación sanguínea constituye la única parte de la población total de neutrófilos que es enumerada por el conteo en sangre periférica⁴.

El período de vida de los neutrófilos es de apenas unos pocos días, y está constituido de tres fases: intramedular, intravascular y de tejido. La fase intramedular incluye los neutrófilos y sus precursores en médula ósea, lugar desde el cual, estas células ingresan al torrente sanguíneo para circular; tienen una vida media de 6 a 14 horas, y es todo el grupo sanguíneo de neutrófilos hasta dos veces y media por día. Posterior a la fase intravascular, los neutrófilos se mueven aleatoriamente en los tejidos por diapedesis a través del endotelio vascular, y no pueden retornar a la sangre. Ellos migran al interior de los tejidos dentro de las 2 horas posteriores a una lesión, infección o inflamación. En ausencia de estas lesiones, son destruidos por macrófagos en médula ósea, hígado, y bazo⁴.

Los eosinófilos son producidos en médula ósea, siguiendo la misma secuencia de maduración y cinética que los neutrófilos, excepto que estos se originan de un tronco celular diferente, denominado unidad eosinofílica formadora de colonia. Ellos dejan la circulación aleatoriamente y son encontrados en muchos tejidos del cuerpo, como en tejido conectivo laxo subepitelial de intestino, en subcutáneo, útero y tracto-respiratorio⁴.

Tienen un período de vida entre los 6 y los 11 días, con un núcleo generalmente de menor tamaño que los neutrófilos. Al teñirse muestran característicos gránulos de coloración rosada o roja, los cuales tienen afinidad con la histamina¹¹. En el caso del caballo, estos gránulos son tan abundantes que le dan un aspecto al eosinófilo de una mora². Tienen como función la detoxificación, el control de reacciones alérgicas y anafilácticas, sumado a una función parasitocida y fibrinolítica²³.

Los basófilos son producidos en médula ósea por mitosis de los promonocitos basofílicos, a través de los mismos estados secuenciales de maduración por los que pasan los neutrófilos y son relativamente raros en la sangre del equino⁴. Son células, de las cuales la mitad de ellas están constituidas por un núcleo voluminoso y generalmente tienen forma muy irregular². Su núcleo tiene la particularidad de teñirse de color púrpura¹¹; sumado a ello, tienen gránulos con heparina (rol anticoagulante), además de una posible acción antilipémica y mediación en reacciones de hipersensibilidad²³.

Los linfocitos son células relativamente pequeñas; su característica más notable es su núcleo bastante voluminoso y redondeado que ocupa casi la totalidad de la célula¹¹; su producción es especialmente en los órganos linfoides y una pequeña cantidad en la médula ósea².

Funcionalmente, se clasifican en linfocitos T (derivan del Timo) y linfocitos B (derivan de la médula ósea)²³. En el caso del equino, constituyen la mayoría de los leucocitos periféricos. Su período de vida es difícil de medir, ya que estas células pueden pasar por varias mitosis, sin embargo, estudios en humanos hablan de una vida media de 4 años⁴.

Los monocitos son producidos en médula ósea a partir de la colonia de granulocitos, que son macrófagos que se diferencian en mieloblastos (precursores de neutrófilos) o en monoblastos (precursores de monocitos). Los monoblastos sufren mitosis, generando promonocitos para dividirse dos veces hasta llegar a monocitos, que se liberan en sangre⁴. Son reconocidos por su forma oval y lobulada¹¹; el citoplasma de estas células es relativamente abundante y constituye la mayor parte del volumen. Son células móviles con la capacidad de emitir seudópodos citoplasmáticos². Al nivel de los tejidos se denominan macrófagos²³. Los macrófagos actúan en el sistema inmune, regulan la producción de linfocitos y neutrófilos, destruyen agentes infecciosos, degradan células viejas y, además, tienen enzimas bacterianas y secretan sustancias que pueden dañar los microorganismos y el tejido del huésped, incluyendo células cancerígenas⁸.

La morfología de los leucocitos equinos es similar, en muchos aspectos, a la de otras especies. Las membranas nucleares de los neutrófilos son más irregulares que las de otras especies, y les dan a estos núcleos una apariencia multilobulada que no debe confundirse con hipersegmentación. Los monocitos son similares a los de otras especies. Aparecen linfocitos pequeños como de tamaño moderado. El eosinófilo es característico, debido a sus múltiples y grandes gránulos de color rosa-anaranjado. Los basófilos se reconocen con facilidad por sus gránulos múltiples de color púrpura¹².

Dentro de las principales alteraciones que de ellos se pueden encontrar, están¹²:

- Cambios tóxicos en polimorfonucleares: que son causados normalmente por infecciones bacterianas; un ejemplo de esto es la granulación tóxica. Su presencia en los equinos sugiere infecciones por bacterias gram negativas o anomalías intestinales que generan una absorción alta de endotoxinas.
- Hipersegmentación: es el resultado de un tiempo de tránsito aumentado de los neutrófilos en sangre; la mayoría de las veces por administración de corticoides o su liberación endógena. El núcleo del polimorfo nuclear presenta cinco o más lóbulos unidos por finos filamentos.
- Linfocitos reactivos: presentan una cantidad aumentada de citoplasma azul oscuro y, en ocasiones, una zona perinuclear clara. Se producen cuando hay estimulación antigénica.

Teniendo en cuenta que el hemograma equino brinda bastante información que contribuye a disminuir la lista de posibles diagnósticos diferenciales o en algunos casos a realizar un diagnóstico específico¹², y sabiendo que los valores de referencia varían según la edad, raza, actividad física, ubicación geográfica, estado reproductivo y metodología del laboratorio²⁰, se planteó en el presente estudio la determinación de dichos valores hematológicos en un grupo de equinos criollos colombianos que habitan el Valle de Aburrá, con el propósito de que sea de utilidad en el diagnóstico clínico de la región.

Materiales y métodos

Se seleccionó una muestra de conveniencia elegida sobre base de la disponibilidad y facilidad de recolección en el Vallé de Aburrá, constituida por 162 equinos clínicamente sanos y que no hubieran recibido ningún tipo de tratamiento médico-farmacológico en el último mes, de acuerdo con la información entregada por los cuidadores o propietarios; para el estudio, los animales fueron discriminados en grupos homogéneos de la siguiente manera: yeguas vacías, yeguas preñadas, yeguas en lactancia, machos enteros, machos castrados, potros y potrancas.

Previo a la toma de las muestras sanguíneas, los equinos tuvieron un reposo de 30 minutos, tiempo en el cual se les practicó un examen clínico general para comprobar su correcto estado de salud. De cada animal se tomó una cantidad

de 5 ml de sangre por punción de la vena yugular externa, en un tubo de colecta Vacutainer con anticoagulante (EDTA).

El análisis hematológico se realizó por medio de un contador electrónico Abaccus junior Vet[®], sumado al estudio de la morfología celular por medio del extendido de sanguíneo teñido con la coloración Hemacolor[®]; la concentración de proteínas plasmáticas se determinó por medio de un refractómetro, y el cálculo del fibrinógeno, por el procedimiento de precipitación a 56°C.

Los resultados obtenidos se clasificaron y analizaron (Microsoft Excel 2007) de acuerdo a las subdivisiones de los grupos para cada variable evaluada. Se realizó una estadística descriptiva básica, calculando las medias aritméticas y las desviaciones estándar para los grupos. Para cada parámetro se determinaron unos rangos, cada uno con un límite inferior y superior, esto se obtuvo mediante la suma y la resta de dos desviaciones estándar a la media aritmética calculada previamente.

Resultados

Los resultados obtenidos en el número total de eritrocitos (mil/ μ L), hematocrito (%), hemoglobina (g/dL), volumen corpuscular medio (fL), concentración de hemoglobina corpuscular media (gr/dL) y plaquetas (mil/ μ L) en los 162 animales del estudio, sin discriminar los grupos, se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Rangos inferiores y superiores del eritrograma y plaquetas obtenidos en 162 equinos criollos colombianos en el Vallé de Aburrá

Grupo de 162 equinos	Eritrocitos (mill/ μ L)	Hemato-crito (%)	Hemoglo-bina (g/dL)	VCM (fL)	CHCM (gr/dL)	Plaquetas (mil/ μ L)
Rango inferior	6.0	32	10.7	43	29	112
Rango superior	9.8	47	15.8	56	37	394

Del mismo modo, los resultados para el eritrograma y las plaquetas, de acuerdo con los grupos animales estudiados se presentan en la tabla 2. Dichos datos muestran un rango de eritrocitos (mill/ μ L) con mayores valores en los límites superior e inferior en los potros y las potrancas; por otro lado, las yeguas gestantes presentaron los menores valores para el límite inferior, y las yeguas lactantes presentaron el menor valor para el límite superior.

Para el caso del hematocrito, los mayores valores en ambos límites lo presentaron los caballos enteros, y las yeguas vacías mostraron valores más bajos, también en ambos límites.

La hemoglobina mostró valores más altos, para el caso del límite inferior, en caballos enteros y yeguas lactantes y, para el límite superior, en potros y potrancas. Los valores más bajos, en el límite inferior, se encontraron en los potros y potrancas, mientras que para el límite superior se encontraron las yeguas lactantes.

En el VCM los valores más altos fueron tanto en yeguas vacías como lactantes, y los más bajos se presentaron en potros y potrancas. La CHCM arrojó un valor más alto, para el caso del límite inferior, en las yeguas vacías, y en el caso del límite superior en las yeguas gestantes; los valores más bajos se encontraron, en este parámetro, en yeguas gestantes para el límite inferior y en yeguas vacías para el límite superior.

Las plaquetas presentaron un valor más alto, en ambos límites en potros y potrancas; los valores más bajos en el límite inferior se obtuvieron de los caballos enteros, y en el límite superior para las yeguas lactantes.

Tabla 2. Rangos de eritrograma y plaquetas de 162 equinos criollos Colombianos del Vallé de Aburrá, separados por grupos etarios

Grupo de equinos	N	Eritrocitos (mill/ μ L)	Hemato-crito (%)	Hemoglo-bina (g/dL)	VCM (fL)	CHCM (gr/dL)	Plaquetas (mil/ μ L)
Potros y potrancas	27	7.2-10.3	32-47	10.5-16.6	40-51.8	30.5-36.7	166-451
Caballos enteros	27	6.3-10.2	34-49	11.1-16.4	44.1-56.2	30-36.1	85-403
Caballos castrados	27	6.1-9.3	33-47	10.6-15.3	42-57.3	28.6-36.5	95-366
Yeguas vacías	27	5.9-9.1	31-46	10.5-15.3	45.5-56.2	31.2-35.4	134-380
Yeguas lactantes	27	6.2-8.9	32-46	11.1-14.8	45.6-56.1	29.7-36.1	133-338
Yeguas gestantes	27	5.6-9.9	32-48	11-15.8	43.9-55.7	24.9-40	113-391

El rango obtenido para las proteínas plasmáticas, en todos los animales del estudio, fue de 60-80 g/l.

En el caso del fibrinógeno los valores permitieron crear el rango ubicado entre 1-5 g/l.

Los resultados obtenidos de los leucocitos totales (μ L), así como los valores absolutos de los distintos componentes de la línea celular blanca (eosinófilos, neutrófilos, bandas, linfocitos y monocitos) en sangre de los 162 animales utilizados en este estudio se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Rangos del leucograma de 162 equinos criollos colombianos en el Vallé de Aburrá.

Grupo de 162 equinos	Leucocitos totales (μL)	Eosinófilos (μL)	Neutrófilos (μL)	Bandas (μL)	Linfocitos (μL)	Monocitos (μL)
Rango inferior	5.235	0	2.877	0	1.021	0
Rango superior	12.141	576	6.946	14	5.896	145

Los resultados obtenidos del leucograma de acuerdo con los grupos animales estudiados se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Rangos del leucograma de 162 equinos criollos Colombianos del Vallé de Aburrá, separados por grupos etarios

Grupo de equinos	N	Leucocitos totales (μL)	Eosinófilos (μL)	Neutrófilos (μL)	Bandas (μL)	Linfocitos (μL)	Monocitos (μL)
Potros y potrancas	27	6.512-11.693	0-462	2.761-7.162	0	1.822-6.524	0-213
Caballos enteros	27	5.128-11.685	0-721	2.021-7.353	0	800-5.404	0-221
Caballos castrados	27	3.623-12.907	0-557	2.927-6.459	0	801-5.667	0-159
Yeguas vacías	27	5.685-11.442	0-658	3.401-6.471	0	1.010-6.530	0-92
Yeguas lactantes	27	5.600-13.195	0-589	3.288-6.669	0	1.235-5.533	0-43
Yeguas gestantes	27	5.845-11.101	0-434	3.148-7.275	0-37	1.082-5.199	0-39

Para los leucocitos totales (μL), en el límite inferior el menor valor fue para los machos castrados, y el valor más alto, para potros y potrancas. En el límite superior, el menor valor fue para las yeguas gestantes, y el mayor valor para las yeguas lactantes.

Los eosinófilos no mostraron una gran diferencia en sus rangos.

Los neutrófilos, en el límite inferior, tuvieron un menor valor en los machos enteros, y el valor más alto en las yeguas vacías. Respecto al límite superior, el menor valor fue para los caballos castrados, y el mayor valor para machos enteros.

Las bandas se evidenciaron solamente en las yeguas gestantes.

El límite inferior de los linfocitos tuvo el valor más bajo en caballos enteros, y el valor más alto en potros y potrancas. Para el límite superior, el menor valor fue para las yeguas gestantes, y el mayor valor, en las yeguas vacías.

Los monocitos no tuvieron grandes variaciones, donde los machos enteros, y potros y potrancas presentaron valores levemente más altos en el límite superior.

Discusión

Existen semejanzas entre los valores hematológicos de los caballos criollos colombianos con los valores de otras razas, hecho que concuerda en lo reportado por Del Valle y col. 2001; sin embargo, se cree que es importante la utilización de estos valores obtenidos en esta investigación por parte de veterinarios de terreno, clínicas veterinarias y laboratorios de diagnóstico, para fomentar la estandarización y certificación de la raza en el ámbito internacional.

En las tablas 5, 6 y 7 se pueden comparar los valores eritrocitarios, plaquetarios de proteínas plasmáticas y fibrinógeno, obtenidos en esta investigación con datos reportados en libros, revistas e investigaciones de nivel internacional, los cuales se abordan en forma más detallada en los párrafos siguientes.

La cantidad de eritrocitos por microlitro de sangre tiene diferencias con equinos de otras latitudes del mundo^{1, 3, 18, 19 y 21}, que no son de gran importancia, ya que esos valores comparados corresponden a equinos de carrera o caballos de equitación que son razas mucho más pesadas que el caballo criollo colombiano, además de estar sometidos a planes de entrenamiento y alimentación totalmente distintos. Este mismo parámetro, si se compara con equinos presentes principalmente en Latinoamérica^{1, 10, 12, 22 y 23} o ponis²², tiene bastantes similitudes respecto a los rangos de referencia obtenidos.

El hematocrito y la hemoglobina son parámetros que se asemejan a los reportados^{1, 10, 19, 21, 22 y 23} e, incluso, tienen rangos levemente superiores en algunos casos¹.

Los índices hematológicos como el VCM, la HCM y la CHCM no presentaron diferencias notables en los rangos obtenidos en esta investigación al compararlos con otros estudios^{1, 6, 10, 22, 12,13, 19, 21,22 y 23}.

Teniendo los valores obtenidos en la serie roja, los caballos criollos colombianos mostraron valores considerados normales en sus eritrocitos respecto a su cantidad por microlitro, hematocrito, hemoglobina y tamaño, así como también, en la concentración de hemoglobina en su interior.

El conteo plaquetario ($X10^3/\mu\text{L}$) mostró diferencias con respecto a los valores usados actualmente en el país²³, lo cual no tiene significación patológica o anormal, y son valores que deben tenerse en cuenta para la interpretación de un hemograma.

Las proteínas plasmáticas no tuvieron diferencias importantes con los datos de referencia utilizados en esta investigación^{1,10, 13, 18, 19, 21 y 23}, situación que igualmente se encontró para el fibrinógeno; así se determina que la proteinemia y fibrinogenemia, en los caballos criollos colombianos se mantiene dentro de los rangos de referencia utilizados en otras razas de equinos en el mundo^{1,10, 13, 18, 19, 21 y 23}.

Tabla 5. Rangos de eritrograma, plaquetas, proteínas plasmáticas y fibrinógeno de 162 equinos criollos colombianos del Vallé de Aburrá y, de datos entregados por literatura internacional

Parámetro	CUL	19 Sangre caliente	19 Sangre fría	23 Equino Chileno	21 Ref. inter	10 Ref. inter
Eritrocitos (mill/ μ l)	6.0-9.8	8.2-12.2	5.5-9.5	6-9.5	6.7-12.9	6-12
Hematocrito (%)	32-47	32-48	24-44	35-47	32-53	32-48
Hemoglobina (g/dl)	10.7-15.8	13-17	8-14	11.2-16.4	11-19	10-18
V.C.M. (Fl)	43-56	36-50	40-48	40-61	37-58.5	34-58
H.C.M (Pg)	15-19	13-19	12-17	15-19	12.3-19.7	13-19
C.Hb.C.M. (g/dl)	29-37	33-39	32-38	32-39	31-38.6	31-37
Plaquetas (x 10 ³ / μ l)	112-394	100-500	100-350	90-210	100-600	100-600
Proteínas (g/l)	60-80	60-80	60-80	68-84	58-87	60-85
Fibrinógeno (g/l)	1-5	2-4	2-4	1-4	2-4	1-4

Tabla 6. Rangos de eritrograma, plaquetas proteínas plasmáticas y fibrinógeno de 162 equinos criollos colombianos del Vallé de Aburrá y de datos entregados por literatura internacional

Parámetro	CUL	1 equino común	1 PSI	22 Silla inglés	22 Ponies	12 Ref. inter
Eritrocitos (mill/ μ l)	6.0-9.8	5.5-9.5	6.6-12.9	6.2-8.9	6-7.5	6-8
Hematocrito (%)	32-47	24-44	34-50	35-40	33-37	32-53
Hemoglobina (g/dl)	10.7-15.8	8-14	12-18	12-14.6	11-13.4	11-19
V.C.M. (Fl)	43-56	37-54	37-54	45-57	44-55	37-58.5

Continuación / Tabla 6.

H.C.M (Pg)	15-19	12.9-18.9	12.9-18.9	15.1-19.3	16.7-19.3	---
C.Hb.C.M. (g/dl)	29-37	32.4-37	32.4-37	34-36	33-36	31-38.6
Plaquetas (x 10³/μl)	112-394	100-350	100-350	---	---	---
Proteínas (g/l)	60-80	52-79	52-79	---	---	---
Fibrinógeno (g/l)	2-4	1-4	1-4	---	---	---

Tabla 7. Rangos de eritrograma, plaquetas proteínas plasmáticas y fibrinógeno de 162 equinos criollos colombianos del Vallé de Aburrá y de datos entregados por literatura internacional

Parámetro	CUL	13 Caballo Mexicano	6 Criollo Venezolano	3 Equino carga	3 Equino raza	18 Criollo Brazileiro
Eritrocitos (mill/μl)	6.0-9.8	5.7-6.3	---	6.5-9.4	8-13	6.8-14.43
Hematocrito (%)	32-47	34-37	15.9-43	30-44	35-58	32-53
Hemoglobina (g/dl)	10.7-15.8	---	5.18-14.9	9-14	11-17	---
V.C.M. (fl)	43-56	34-58	---	---	---	---
H.C.M (Pg)	15-19	---	---	---	---	---
C.Hb.C.M. (g/dl)	29-37	---	31.2-35.9	---	---	---
Plaquetas (x 10³/μl)	112-394	100-600	---	---	---	---
Proteínas (g/l)	60-80	60-80	---	---	---	60-80
Fibrinógeno (g/l)	2-4	<5	---	---	---	1-4

En las tablas 8 y 9 se pueden comparar los valores leucocitarios (conteo total como valores absolutos), obtenidos en esta investigación con datos reportados en libros, revistas e investigaciones internacionales, los cuales se abordan en forma más detallada en el párrafo siguiente.

El conteo de leucocitos totales (/μL), al igual que la diferenciación de sus distintos componentes en la fórmula absoluta (eosinófilos, neutrófilos, bandas, linfocitos y monocitos) también en cantidad por microlitro, obtenidos en esta investigación, no evidenció diferencias respecto a la información disponible para comparar estos parámetros^{1, 6, 10, 13, 18, 21 y 23}, lo cual sirve de base para considerar

que los glóbulos blancos, en sus distintos componentes y en el caso de los caballos criollos colombianos, se encuentran dentro de los rangos normales determinadas en las otras razas equinas.

Tabla 8. Rangos del leucograma de 162 equinos criollos colombianos del Vallé de Aburrá y de datos entregados por literatura internacional

Parámetro	CUL	21 Ref. inter	10 Ref. inter	23 Equino Chileno	13 Equino Mexicano
Leucocitos totales (/μL)	5.235-12.141	5.400-14.300	6.000-12.000	5.000-11.000	5.500-12.500
Eosinófilos (/μL)	0-576	0-1.000	0-800	100-800	0-1.200
Neutrófilos (/μL)	2.877-6.946	2.260-8.580	3.000-6.000	2.200-6.100	2.700-6.700
Bandas (/μL)	0-14	0-100	0-100	0-200	0
Linfocitos (/μL)	1.021-5.896	1.500-7.700	1.500-5.000	1.500-6.500	1.500-7.500
Monocitos (/μL)	0-145	0-1.000	0-600	0-600	0-800

Tabla 9. Rangos del leucograma de 162 equinos criollos colombianos del Vallé de Aburrá y de datos entregados por literatura internacional

Parámetro	CUL	1 Equino común	1 PSI	18 Criollo Brazileiro	6 Criollo Venezolano
Leucocitos totales (/μL)	5.235-12.141	6.000-12.000	5.400-12.600	5.400-14.310	9.446-25.845
Eosinófilos (/μL)	0-576	120-1.440	0-700	0-1.000	0-1.000
Neutrófilos (/μL)	2.877-6.946	2.100-8.000	2.300-7.100	2.300-8.510	2.300-8.510
Bandas (/μL)	0-14	0-100	0-100	0-100	0-100
Linfocitos (/μL)	1.021-5.896	900-6.000	1.300-5.700	1.500-7.710	1.500-7.710
Monocitos (/μL)	0-145	120-1.200	0-800	0-100	0-100

Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten concluir que los 162 caballos criollos colombianos del Vallé de Aburrá, utilizados en la recolección de las muestras de sangre para determinar los valores hematológicos, poseen algunas leves variaciones en los parámetros analizados, pero en general presentan muy pocas alteraciones, mostrando un reflejo bastante similar al reportado para otras razas equinas en distintas partes del mundo, con distintas condiciones medioambientales, de manejo y alimentación.

Agradecimientos

- A la Corporación Universitaria Lasallista, por el financiamiento de este estudio, a través de su Dirección de Investigación, la cual siempre es un verdadero apoyo.
- A la Asociación de Criadores de Caballos Criollos Colombianos de Silla (Asdesilla), por la colaboración en la consecución de los animales del estudio, a través de su administrador Pablo González.
- A las diferentes pesebreras de todo el Valle de Aburrá que amablemente permitieron incluir sus animales en el presente estudio.
- Al Laboratorio Clínico Veterinario Bioanalysis por el procesamiento correcto de las muestras y la entrega oportuna de la información requerida, como toda la asesoría solicitada tanto en el análisis como en interpretación de los datos.

Referencias

1. ÁLVAREZ, Pedro y GARCÍA, Renato. Valores hematológicos de referencia en animales domésticos. En: Recipe Vademécum Veterinario. Santiago de Chile: Recipe consultora científica Ltda., 2002. 375 p.
2. BARREIRO. En: Apuntes de procedimientos en laboratorios de diagnóstico veterinario. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 1988.
3. BENJAMIN, Maxine. Valores sanguíneos normales. En: Manual de patología clínica en veterinaria. México: Limusa, 1991. 55-73 p.
4. CALDAS SOARES, Elizabeth. Indicadores hematológicos e bioquímicos na avaliação da performance de equinos atletas. En: Seminario de Bioquímica do tecido Animal do Pós-graduação em Ciências Veterinárias da Universidad Federal do Rio Grande do Sul. Memorias. Brasil primeiro semestre 2004.
5. CARRICK, Joan. Peripheral blood leukocytes. En: PARRY, Bruce. Veterinary Clinics of North America, Equine Practice. August 2008. vol. 24, no. 2, p. 239-259.
6. CASTELLANOS, Raymi, et al. Estudio hematológico y detección de hemoparásitos en caballos criollos venezolanos de dos hatos del estado de Apure, Venezuela. En: Revista Científica, FCV-LUZ. Junio 2009. vol. 20, no. 2, p. 153-160.
7. CASTILLO CUENCA, Julio César, et al. Parámetros hematológicos en equinos de tracción. En: Revista Producción Animal. Febrero 2006. Vol. 18, no. 2, p. 127-130.
8. CEBALLOS, Alejandro y ANDAUR, Marcela. EN: Manual de procedimientos en Patología Clínica. Unidad de Patología Clínica, Escuela de Ciencias Veterinarias, Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile. 1998. 24-36 p.
9. CEBALLOS, Alejandro. Generalidades sobre hematología. En: Universidad de Caldas: Departamento de Salud Animal, Programa de Medicina Veterinaria, Manizales, Colombia. 2002.
10. COLAHAM, Patrick. Enfermedades del sistema hemolinfático. En: Medicina y cirugía equina. 4 ed. Buenos Aires: Intermédica, 1998. 1619-1650 p.

11. COWELL, Rick y TYLER, Ronald. Peripheral blood smears. En: Cytology and hematology of the horse. California: American Veterinary Publications, 1992. 191-207 p.
12. CUENCA, Rafael y PASTOR, Josep. Utilidad del hemograma en la Clínica equina En: Equinus. Mayo 2006. no. 14, p. 11-27.
13. DE ALUJA, Aline, et al. Hematological and biochemical reference values in the donkey (*Equus asinus*) in Mexico En: Veterinary Care of Donkeys, www.ivos.org. June 2006.
14. DEL VALLE, Gustavo, et al. Parámetros sanguíneos del equino criollo Colombiano en condiciones fisiológicas en el Vallé de Aburrá. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, Memorias VI encuentro nacional de investigadores de las Ciencias Pecuarias (ENICIP). Noviembre 2001. Vol. 14, suplemento, p. 57.
15. EVANS, Ellen y DUNCAN, Robert. Proteínas, lípidos y carbohidratos. En: LATIMER, Kenneth, et al. Patología clínica veterinaria. Barcelona: Multimédisca ediciones veterinarias, 2005. p 199-235.
16. GALINDO, César, et al. Hematological values and total protein of Brasileiro de Hipismo and Breton mares during pregnancy. En: Ciencia Rural. Noviembre-diciembre 2007. Vol. 37, no. 6, p. 1695-1700.
17. GARCÍA SACRISTÁN, A. et al. Fisiología veterinaria. Editorial Interamericana. Barcelona, España. 1995.
18. KAZUKO SAKAY, Renata, et al. Avalicao hematológica de equinos (*Equus caballus*) criados a pasto na Universidad Federal Rural do Rio de Janeiro, Campus Seropédica En: XIII Encontro Latino Americano de Iniciacao Científica e IX Encontro latino Americano de Pos-Graduacao-Universidad do Vale do Paraíba. Brasil:2009.
19. LORDING, Peter. Erythrocytes En: PARRY, Bruce. Veterinary Clinics of North America, Equine Practice. August 2008. vol. 24, no. 2, p. 225-237.
20. MADEIROS VEIGA, Angela, et al. Valores hematológicos, proteínas plasmáticas totais e fibrinogenio do cavalo crioulo-suas variacoes em relacao ao sexo, idade e manejo En: Acta Scientiae Veterinariae. October 2006. vol. 34, no. 3, p. 275-279.
21. ORSINI, James y DIVERS, Thomas. Valores hematológicos normales. En: Manual de urgencias en la clínica equina, tratamientos y técnicas. Madrid: Harcourt, Saunders, 2000. 680 p.
22. TAYLOR, FGR y HILLYER, M.H. Trastornos sanguíneos. En: Técnicas diagnósticas en medicina equina. Zaragoza: Acribia, 1999. 143-155 p.
23. WITTWER, Fernando y BÖHMWALD, Helga. En: Manual de Patología Clínica Veterinaria. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 1986.

Pesticidas tradicionales y contaminantes emergentes en la producción hortofrutícola

Claudio Jiménez Cartagena*,
Gustavo Antonio Peñuela Mesa**

Resumen

Las actividades enmarcadas dentro de la cotidianidad del hombre y del sector productivo, conducen a la generación de residuos que impactan drásticamente los ecosistemas y, en especial, los cuerpos de agua. La presencia de microcontaminantes orgánicos persistentes en el ciclo del agua es un tema de gran preocupación debido a la dificultad para su remoción durante los procesos de tratamiento, al aumento considerable de su reuso, al desconocimiento de su presencia o ausencia y a las limitaciones analíticas e instrumentales en el medio. No solo desconocer la naturaleza y persistencia de éstos, sino también sus productos de transformación, constituye una problemática ambiental que pone en peligro la estabilidad de los ecosistemas y la seguridad alimentaria de la población colombiana. El reto analítico e investigativo es muy grande, pero solo el desarrollo de nuevo conocimiento nos hará competitivos en el campo fitosanitario. La preocupación global en cuanto a contaminantes del agua y productos alimenticios como frutas, vegetales, cárnicos y lácteos, entre otros, no se detiene solo en los pesticidas; está orientada a productos como el triclosán y las fragancias (productos de cuidado personal), al nonilfenol y al bisfenol (subproductos del metabolismo de los detergentes), a hormonas esteroidales y antibióticos usados en medicina veterinaria y en farmacoterapia, a policlorados bifenílicos y polibromados bifenílicos (agentes ignífugos), a ftalatos (agentes plastificantes)

* Químico farmacéutico, magíster en Ciencias Básicas Biomédicas Subespecialidad Bioquímica, candidata a doctor en Ingeniería Ambiental. Director Grupo de Investigación Aplicada al Medioambiente (GAMA), Facultad de Ingenierías, Corporación Universitaria Lasallista. Caldas- Antioquia-Colombia. Correspondencia: clajimenez@lasallista.edu.co

** Químico, magíster en Química, doctor en Ingeniería Ambiental. Director Grupo Diagnóstico y Control de la Contaminación-GDCON, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia. Medellín-Colombia

y a analgésicos antiinflamatorios no esteroideos (fármacos), entre otros. Por lo anterior, es necesario desarrollar no solo metodologías instrumentales para su cualificación y su cuantificación, sino, pruebas de ecotoxicidad que permitan aproximaciones reales al riesgo de exposición.

Traditional pesticides and emerging pollutants in horticultural production

Abstract

Human activities, including those related to production, lead to generate liquid, solid and gas waste that impact ecosystems in a dramatic way, especially water bodies. Organic micropollutants that persist in water cycles constitute an issue of great concern, given the difficulty to remove them in water treatment processes, the considerable increase of water re-use, the lack of knowledge about their presence or absence in the systems and the analytic and instrumental limitations. Not only ignoring the nature and persistence of such pollutants, but also ignoring their transformation products, is an environmental problem that jeopardizes the stability of ecosystems and the food security of Colombian people. The analytic and research challenge is enormous, but only developing new knowledge will Colombia be a competitive country in the fitosanitary field in international markets. The global concern about water pollutants and food, such as fruits, vegetables, meat and dairy products among others, not only is about pesticides, It is addressed towards products such as triclosan and fragrances in personal care products, nonylphenol and bisphenol (sub products from detergent's metabolisms) steroidal hormones and antibiotics used in veterinary medicine and pharmacotherapy, polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyls (flame retardants), phthalates (plasticizers) and non-steroidal anti-inflammatory pain killers, among others. Due to this reason, it is necessary not only to develop instrumental methodologies for their qualification and quantification, but eco-toxicity tests to allow real approaches to the exposition risk.

Introducción

La producción agrícola constituye la principal fuente de alimentos frescos o insumos para la obtención de alimentos procesados. Esta actividad es intervenida por el hombre para aumentar la productividad y obtener el mejor rendimiento. Lo anterior ha llevado a que la agricultura sea extensiva mediante el uso de una gran variedad de agentes agroquímicos con la consecuente probabilidad de que éstos se incorporen en la dieta directamente o a través del agua, del suelo o del

aire, entre otros. La situación anterior se ve favorecida principalmente por el desconocimiento de los agricultores de las implicaciones toxicológicas del producto, el tipo de principio activo, la dosis mínima efectiva, la frecuencia de aplicación, la compatibilidad de principios activos, el correcto almacenamiento y la correcta disposición final de residuos y del material de empaque, entre otros.

En conjunto, los tópicos anteriores determinan pérdidas de grandes cantidades sobre principio activo con una mayor disponibilidad sobre el producto o las diferentes matrices ambientales. Dependiendo de su categoría toxicológica, éste puede ser inocuo o, por el contrario, en algunos casos producir intoxicaciones agudas o intoxicaciones crónicas por exposición continua a pequeñas dosis, que pueden producir efectos fatales a largo plazo.

Para muchos de los contaminantes de mayor uso se han fijado las dosis diarias que no causan consecuencias en el organismo humano, partiendo de las cantidades tolerables por animales de experimentación. Estas concentraciones han permitido definir los límites máximos de residuos químicos en los alimentos. Pese a que en el mundo la contaminación química de los alimentos es objeto de investigación constante y constituye una parte primordial dentro de las políticas de seguridad alimentaria, en Colombia, no solo no constituye una política de gobierno, sino que forma parte del desconocimiento por los organismos de vigilancia y control, e incluso por la academia y la investigación. Estamos limitados solo a determinaciones de metales pesados y dentro de los compuestos orgánicos acudimos a algunos pesticidas tradicionales. Pareciese que no se hubiesen desarrollado nuevas moléculas y que la dinámica del manejo de plagas estuviese estancada.

Entre los contaminantes orgánicos^{1, 2}, cuya presencia en los alimentos es más reportada, se pueden citar las siguientes categorías.

- Pesticidas. Por formar parte de una de las prácticas más antiguas de control biológico, estos compuestos son los de mayor uso en muchos países y sustentan la producción masiva de alimentos. Básicamente, los herbicidas, los insecticidas y los fungicidas constituyen el abanico de mayor demanda para controlar enfermedades de cultivos agrícolas en el país.
- Medicamentos de uso veterinario. Sustancias como los agentes antimicrobianos, los antihelmínticos, los agentes anabolizantes, las hormonas, los factores de crecimiento y en especial los antibióticos son del conocimiento popular, pero su residualidad y efectos a largo plazo sobre los ecosistemas aún no son objeto de legislación en Colombia. Se utiliza en los animales de granja para prevenir enfermedades de origen bacteriano o fúngico.
- Microcontaminantes orgánicos emergentes. Definidos como aquellos no previamente reconocidos como tales, dentro de los cuales se incluyen los productos farmacéuticos y de cuidado personal (PPCP), los detergentes, los policlorobifenilos (PCB), los

ignífugos, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), las fragancias, los agentes plastificantes, las policlorodibenzo-p-dioxinas (PCDD) y los herbicidas ácidos, entre otros. Los cuales en la mayoría de los casos se asocian a procesos de disrupción endocrina no solo en humanos, sino en organismos acuáticos.

- Toxinas naturales. Entre las cuales están las fitotoxinas, las enterotoxinas y las micotoxinas, que deben su presencia en los alimentos a prácticas indebidas dentro de la cadena productiva.

Pesticidas

Según La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO), un pesticida o plaguicida es cualquier sustancia o mezcla de ellas utilizada para prevenir o controlar cualquier especie de planta o animal indeseable, incluyendo las sustancias destinadas a utilizarse como reguladores de crecimiento como defoliantes o desecantes, durante la producción, almacenamiento, transporte, comercialización o procesamiento.

Debido a su gran variedad y diversidad, su clasificación no se ha estandarizado, pero se orienta en diferentes enfoques, dependiendo de su utilización, naturaleza química, grado de toxicidad y persistencia en el ambiente, entre otras. Entre las categorías más reconocidas tenemos:

1. Tipo de organismo blanco: herbicida, rodenticida, insecticida, fungicida, acaricida, nematocida, entre otros.
2. Naturaleza química: constituye quizá una de las categorías más amplias, ya que el desarrollo de la síntesis química y la creciente rentabilidad dinamizan su producción. Entre las categorías más reconocidas tenemos los compuestos organofosforados, los carbamatos, los organoclorados, las triazinas, entre otros.
3. Toxicidad según la OMS: expresada como DL_{50} (dosis requerida para matar al 50% de la población objeto de estudio), ha clasificado los pesticidas en cuatro categorías: extremadamente peligrosos, altamente peligrosos, moderadamente peligrosos y poco peligrosos.
4. Persistencia: persistentes, poco persistentes o no persistentes

Los principales grupos de pesticidas utilizados en la agricultura se describen a continuación.

Herbicidas

Los herbicidas son productos fitosanitarios utilizados para controlar especies vegetales, no deseadas que dificultan el desarrollo de los cultivos y que han llegado a sustituir en más de un 90% las actividades para tal fin de la agricultura tradicional. Atendiendo a su complejidad química, éstos están en capacidad de interferir el metabolismo de las plantas en diferentes niveles como sistemas enzimáticos, división celular y fotosíntesis, entre otros. Por lo anterior, es difícil agruparlos

en una única clasificación; se pueden agrupar según su mecanismo de acción, su naturaleza química y su método de aplicación, entre otros.

Herbicidas que afectan la fotosíntesis

Básicamente comprende cuatro grupos de los cuales los tres primeros actúan sobre la fase luminica de ésta. No solo son de uso agrícola, sino que su aprovechamiento comprende limpieza de zonas industriales, vías férreas y zonas de almacenamiento

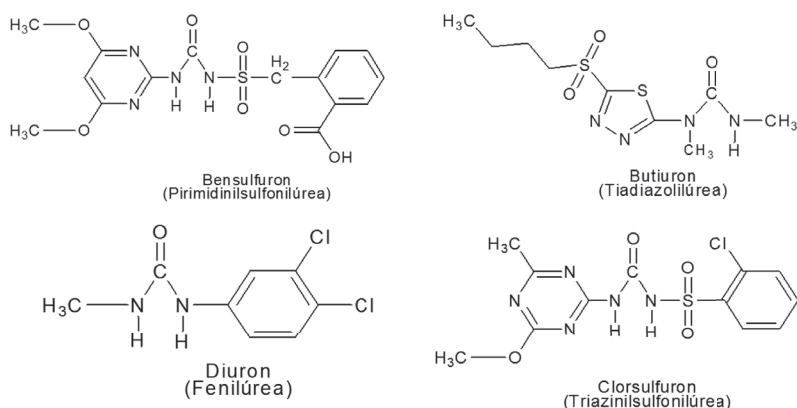
Herbicidas que inhiben la transferencia de electrones

Éstos son aplicados al suelo y absorbidos a través de las raíces, por el xilema hasta la parte aérea, llegan a los cloroplastos e inhiben la fase luminosa, convirtiéndose en compuestos con capacidad de afectar a cualquiera tipo de planta. Entre estos se destacan:

Las ureas

Son compuestos que tiene incorporado el núcleo de la urea, (NH₂CONH₂). Dentro de esta categoría se distinguen las siguientes subcategorías: las sulfonilúreas de tipo pirimidinilsulfonilúreas (amidosulfurón, bensulfurón, imazosulfurón, mesosulfurón y oxasulfurón, entre otras.) y triazinilsulfonilúreas (metsulfurón y clorsulfurón, entre otras.); las tiodiazonilúreas (butiurón y tebutiurón, entre otras.) y las fenilúreas (diurón, linurón, monurón y fenobenzurón, entre otras). A pesar de que las fenilúreas han sido las más tradicionales actualmente las sulfonilúreas se emplean más ampliamente por presentar una actividad herbicida mucho más eficiente, que favorece una baja dosificación y por ende una menor posibilidad de residualidad en los productos. En la figura 1 se presenta una estructura química por categoría.

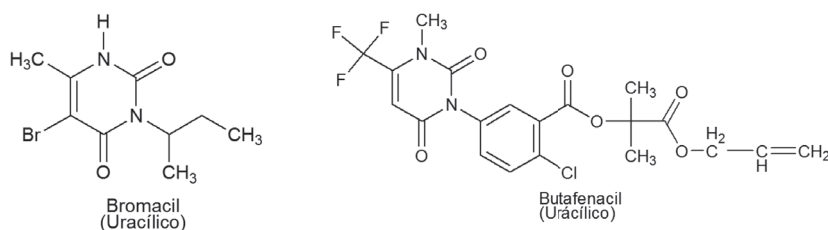
Figura 1. Heterogeneidad estructural de las ureas más representativas



Las diazinas o uracilos

Los uracilos son herbicidas residuales de absorción radicular, recomendados en cítricos cuya evolución supere los 4 años; se utilizan pre y postemergencia. En la figura 2 se puede apreciar la estructura química de los más representativos.

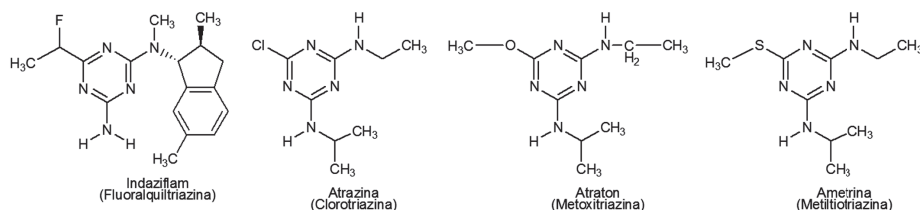
Figura 2. Representación de uracilos de amplio uso



Las triazinas

Las triazinas forman parte de una de las familias de herbicidas más empleados en la agricultura y de los primeros desarrollados. La atrazina fue el más utilizado en cultivos de maíz en países de la Unión Europea (EU) y en Estados Unidos. A partir del año 2006 fue prohibida en la EU por los potentes efectos nocivos sobre la salud humana y animal. Entre las triazinas, están las clorotirazidas (poseen cloro como sustituyente), las fluoroalquiltriazinazinas (indaziflán y triaziflán), las metoxitriazinas (terbumeton, sebumeton y atratón, entre otras) y las metiltiotriazinas (desmetrina, ametrina y desmetrina, entre otras.). En la figura 3 se muestran las estructuras químicas de algunos de estos compuestos.

Figura 3. Triazinas de mayor comercialización

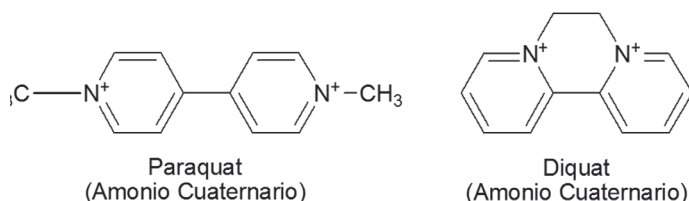


Herbicidas desacopladores de la cadena transportadora de electrones

Aumenta la producción del anión superóxido, el cual es un potente oxidante de los lípidos de los cloroplastos, haciéndolos no funcionales. Dentro de este grupo de compuestos están los herbicidas bipiridílicos, los cuales actúan como pares

iónicos, altamente solubles en agua y de fácil absorción radicular. Se utilizan vía foliar y no edáfica, ya que por su carácter catiónico se absorben de forma irreversible sobre los coloides del suelo, disminuyendo su biodisponibilidad y facilitando su movilidad por lixiviación. En la figura 4 se muestran los dos más representativos.

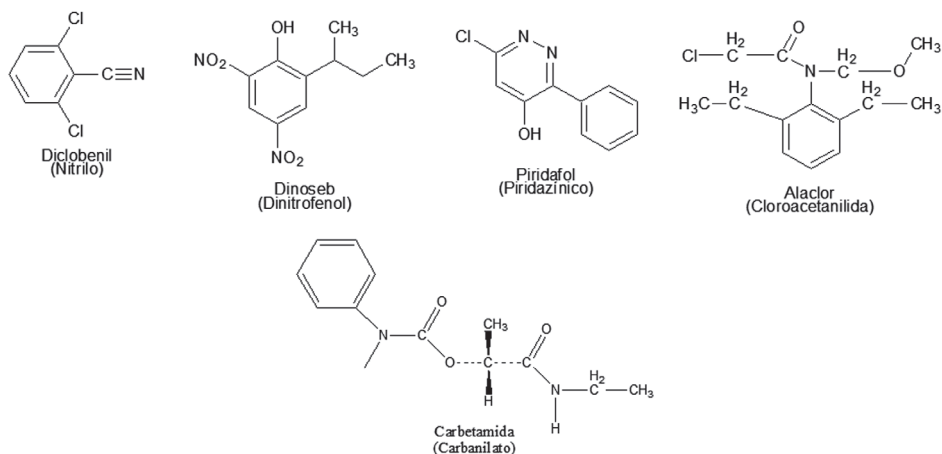
Figura 4. Estructura química de los herbicidas de amonios cuaternarios



Herbicidas que bloquean la formación de ATP

Dentro de éstos están los hidroxibenzonitrilos (bromoxinil, cloroxinil), los dinitrofenoles (dinosam, dinoprop, etinofen), los n-fenilcarbamatos (barban, desmedifan, clorprofam), las piridazinas (credacina y piridafol) y las acilanilidas (propanil, fenasulam, flufenican). Éstos no sólo desacoplan la fosforilación oxidativa en el cloroplasto, sino que también lo hacen en la mitocondria. Algunos de esta categoría se pueden usar como herbicidas y fungicidas. De todas las subcategorías, los dinitrofenoles son los más utilizados. En la figura 5 se observan algunos representantes de esta categoría.

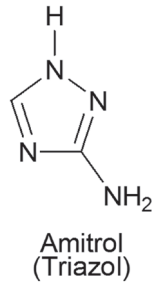
Figura 5. Agentes bloqueantes de la síntesis de ATP



Herbicidas que alteran la biosíntesis de carotenoides

Dentro de los cuales se destacan el amitrol, el epronaz y el flupoxam. Estos se caracterizan porque interfieren con la síntesis del licopeno. En la figura 6 se observan algunos representantes de esta categoría.

Figura 6. Herbicida bloqueante de la síntesis de carotenoides

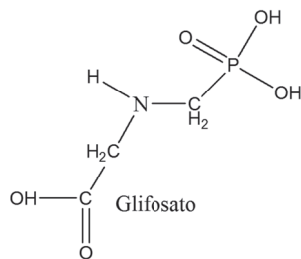


Los que alteran la biosíntesis de metabolitos diferentes a carbohidratos

Herbicidas que alteran la biosíntesis de los aminoácidos aromáticos

La síntesis de aminoácidos aromáticos es imprescindible, ya que no sólo son constitutivos de proteínas, sino que aminoácidos como el triptófano y la fenilalanina son precursores de la lignina y de los compuestos aromáticos de la planta. El glifosato constituye el representante más utilizado de esta categoría en el mundo. En la figura 7 se observa la estructura del glifosato.

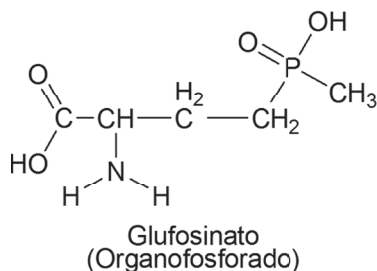
Figura 7. Glifosato



Herbicidas que alteran la biosíntesis de la glutamina

Como el glufosinato, el cual se aprecia en la figura 8.

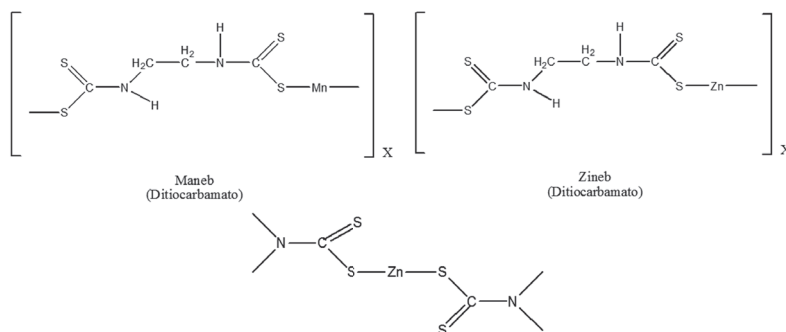
Figura 8. Glufosinato



Herbicidas que inhiben la síntesis de los lípidos

Dentro de este grupo están los tiocarbamatos, los cuales inhiben la elongación de los ácidos grasos, frenando el crecimiento del vegetal. Son usados en acondicionamiento de suelos para semillas en proceso de germinación. Estos compuestos se degradan fácilmente por mecanismos enzimáticos y en contacto con el suelo. Dentro de estos están el ziram, el zineb y el maneb, entre otros. En la figura 9 se observan algunos representantes de esta categoría.

Figura 9. Tio y ditiocarbamatos



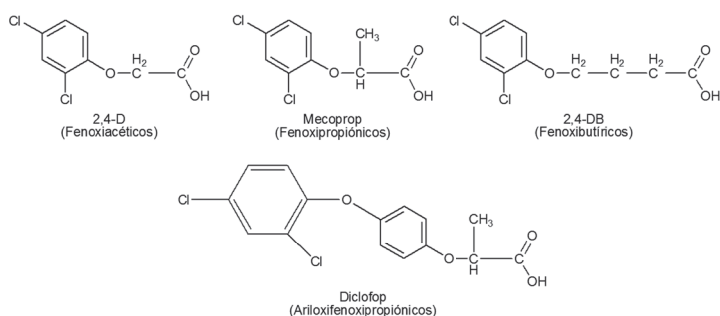
Herbicidas que alteran el crecimiento de los vegetales

Constituyen un grupo muy amplio de compuestos los cuales, al ser incorporados en la planta, inducen un crecimiento anormal con deformaciones, pérdida de la funcionalidad y muerte. Básicamente su efecto está asociado a alteraciones en la elongación y la división celular.

Herbicidas que alteran la elongación celular

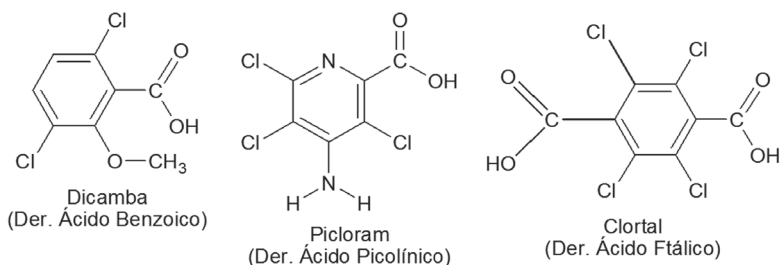
La elongación celular depende de las células meristemáticas es inducido por las auxinas, las cuales, a altas concentraciones, propician una elongación celular descontrolada con malformaciones en los ápices y la muerte de la planta. Dentro de este grupo de herbicidas se incluyen los fenoxiácidos, sus derivados acéticos (2,4-D y MCPA, entre otros), derivados propiónicos (mecoprop, fenoprop y 3,4-DB, entre otros.), derivados butíricos (4-CPB y 2,4-DB entre otros.) y derivados ariloxílicos (metamifop y diclofop, entre otros), (ver figura 10). Aunque es conocido que su proceso síntesis conlleva a la liberación de dioxinas, su uso ha sido muy difícil de controlar.

Figura 10. Herbicidas ácidos



Otros herbicidas con actividad similar a los fenoxiácidos son los herbicidas aromáticos, dentro de los cuales están los derivados del ácido benzoico, sus derivados halogenados y algunos heterocíclicos que son foliares de contacto sin traslocación. Lo anterior es una fortaleza para el control de malezas dicotiledóneas, las cuales poseen descubierto el ápice, proceso contrario a lo que sucede con las monocotiledóneas que presentan resistencia por ausencia de contacto entre el producto y la estructura. Dentro de esta variedad están, entre otros, el dicamba, el 2, 3, 6-TBA, el picloram y el clortal, entre otros. En la figura 11 se observan algunos de los compuestos referenciados.

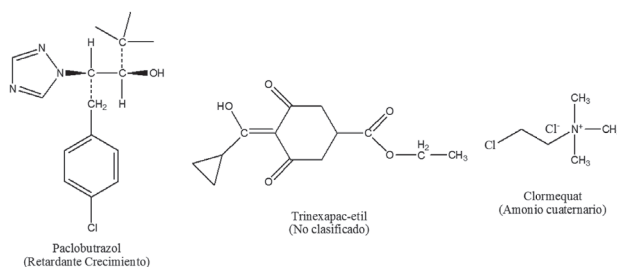
Figura 11. Herbicidas ácidos aromáticos



Herbicidas que inhiben la síntesis de giberelinas

Las giberelinas son fitohormonas responsables del crecimiento de la planta, debido a que determinan la longitud entre los nudos. Su inhibición produce plantas muy pequeñas, pecíolos cortos, aumento del aparato radicular y muerte. Dentro de estos compuestos se destacan el clomequat, el paclobutrazol y el trinexapac-etil (ver figura 12).

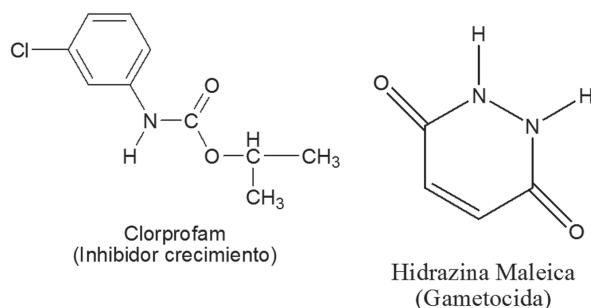
Figura 12. Herbicidas inhibidores de la síntesis de hormonas de crecimiento vegetal



Herbicidas que de inhiben la mitosis

Los N-fenilcarbamatos (clorprofam) y la hidracida maleica constituyen los representantes más comunes de esta categoría. Éstos presentan poca movilidad y se usan en el suelo. Alteran la división celular ya que bloquean el ordenamiento de las proteínas de los microtúbulos del huso acromático, dando lugar a la formación de megacélulas con núcleos gigantes, lo que conlleva a la no diferenciación celular y posterior muerte de la planta. Por su parte, la hidracida maleica es un isómero del uracilo, se incorpora al ácido ribonucleico (ARN) de la célula por competencia con el uracilo, generando un ARN no funcional, e incompatible con los procesos fisiológicos de la célula.

Figura 13. Inhibidores de la división celular



Herbicidas con otros mecanismos de acción

- Herbicidas que provocan la disrupción de la membrana celular
- Herbicidas que actúan sobre pigmentos
- Herbicidas con actividad hormonal

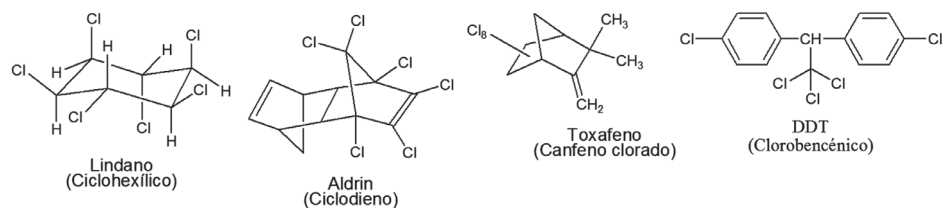
Insecticidas

Han sido considerados como uno de los principales factores del incremento de la productividad de los cultivos en el último siglo. Los insecticidas son sustancias ampliamente utilizadas en el sector agroindustrial para controlar y erradicar las plagas, y para la protección de los productos almacenados. Su funcionalidad comprende cualquier etapa del desarrollo del insecto. Generalmente se han clasificado según su estructura química en organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides.

Insecticidas organoclorados

Por su alta toxicidad, gran persistencia y biomagnificación, los organoclorados son los compuestos más polémicos de los utilizados para el control de plagas. Su desarrollo se inició en la Segunda Guerra Mundial por el descubrimiento y síntesis del diclorodifenildicloroetano (DDT), lo cual constituyó el primer paso para la proliferación y desarrollo de moléculas de síntesis. Actualmente, la mayoría de estos compuestos están prohibidos en los países industrializados; sin embargo, en el resto de países del mundo su utilización está condicionada a actividades de ilegalidad o como política para luchar contra el vector de malaria.

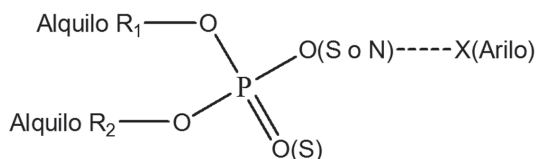
Los insecticidas organoclorados se han agrupado en cuatro familias: los derivados del clorobenceno (DDT, metoxicloro y análogos), los derivados del ciclohexano (lindano), los ciclodienos y derivados (aldrín, dieldrín, endosulfan y clordano, entre otros.) y los canfenos clorados (clordecona y toxafenos). En la figura 14, se muestran los núcleos fundamentales de los organoclorados.



Insecticidas organofosforados

Los organofosforados (OP) constituyen los pesticidas más ampliamente usados para controlar plagas en la agricultura, los hogares y las industrias. Estos pesticidas constituyen un grupo diverso y cuyas estructuras químicas muestran una amplia gama de propiedades físico-químicas, y unos efectos toxicológicos derivados de la inhibición de la enzima colinesterasa (AChE, EC 3.1.1.7) mediante su fosforilación, que causa acumulación de acetilcolina, sobreestimulación de los receptores colinérgicos, y los consiguientes signos clínicos de toxicidad. Los derivados fosforados ocupan actualmente un lugar preponderante entre los plaguicidas más conocidos y utilizados, ya que constituyen un grupo con una elevada eficacia insecticida. Su actividad fue descubierta por el químico alemán Gerhard Schrader durante la Segunda Guerra Mundial.

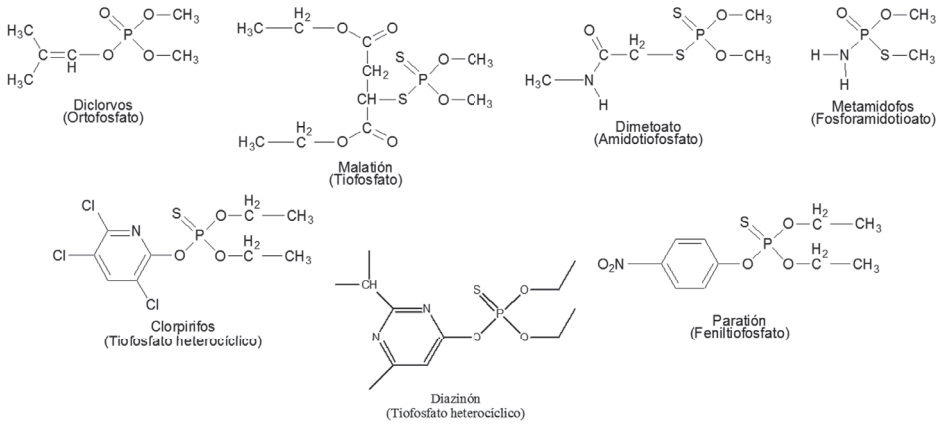
Los pesticidas organofosforados son derivados del ácido fosfórico, expresado por su fórmula general:



Estructura general

Estos constituyen una familia muy amplia de compuestos, agrupados en 14 grupos, entre los cuales se destacan los ortofosfatos (diclorvos, clorfeninfos, metocorotofos y naled, entre otros), los tiofosfatos alifáticos (malation, acetofos, disulfuton y cadusafos, entre otros), los tiofosfatos amídicos alifáticos (dimetoato y formotion, entre otros), los tiofosfatos oxímicos (clorfoxim y foxim), los tiofosfatos heterocíclicos (cumafos, endotion, ticrofos, azinfos etil, fosmet, isoxation, pirasofos, clorpirifos, diazinon, quinalfos, metidation e isazofos entre otros), los feniltiofosfatos (bromofos, fention, paration, y dicapton entre otros), los fosfonatos (triclorfon), los fosfonotioatos (mecarfon, fonofos y leptofos, entre otros), los fosforamidatos (pirimetafos y fenamifos, entre otros), los fosforamidotioatos (acefate y metamidofos entre otros) y los fosforodiamidas (dimefox). Este grupo de insecticidas está constituido por compuestos hidrofílicos fácilmente hidrolizables, lo que determina su baja persistencia en el medio ambiente. Por lo anterior, su uso es bastante frecuente para combatir parásitos de plantas y animales, insectos adultos, y para el tratamiento previo de semillas y de terrenos de siembra. En la figura 15 se muestran algunos de los organofosforados incorporados en la investigación.

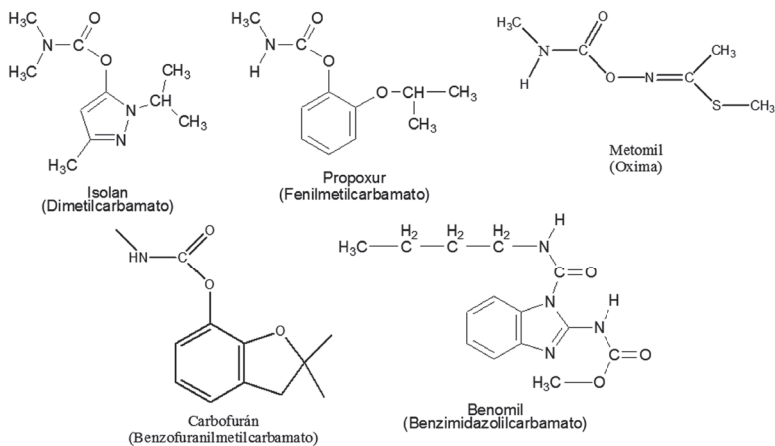
Figura 15. Complejidad estructural de los pesticidas organofosforados



Insecticidas Carbamatos

Los carbamatos, a diferencia de los organofosforados, son inhibidores reversibles de la acetilcolinesterasa, enzima determinante en la transmisión del impulso nervioso. Son derivados del ácido carbámico (HO-CO-NH_2). Entre éstos se distinguen: los benzofuranilmetilcarbamatos (carbosulfan y carbofuran), dimetilcarbamatos (pirimicarb e isolan, entre otros), las oximas (aldicarb y metomil, entre otros) y los fenilmetilcarbamatos (propoxur, metiocarb y promacil, entre otros). En la figura 16 se muestran las estructuras químicas de algunos de los, más utilizados.

Figura 16. Carbamatos de mayor uso regional

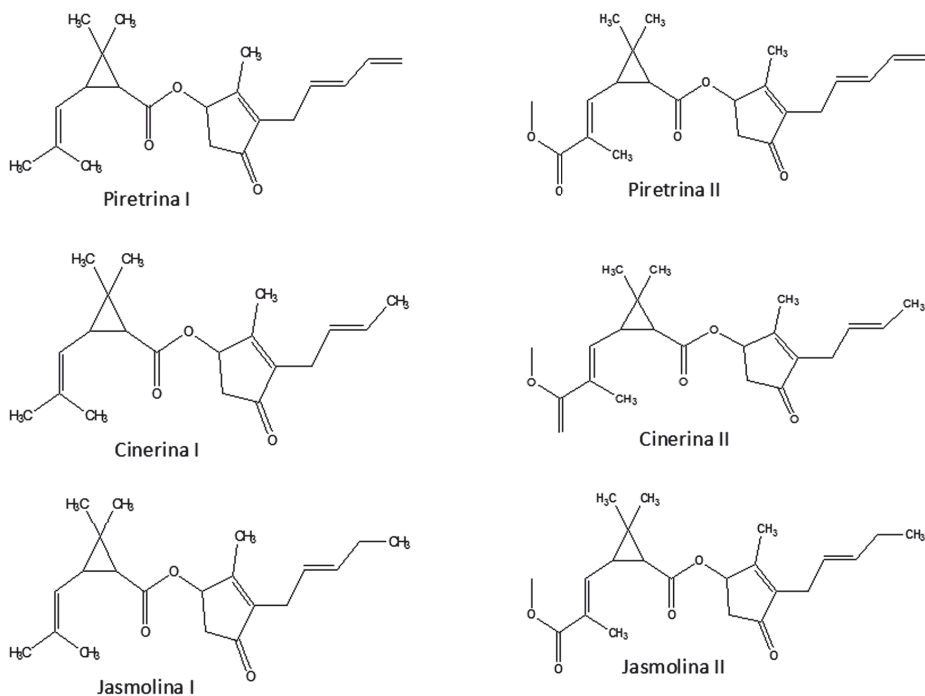


Piretroides

El piretro o pelitre es uno de los derivados de origen vegetal más empleado como plaguicida, especialmente para insectos voladores en aplicaciones domésticas. Actualmente, su uso ha aumentado a casi todos los cultivos agrícolas, jardines, viveros, sitios urbanos de paisajismo y acondicionamiento de zonas de urbanización, entre otros sitios. El éxito de su comercialización se asocia a su amplio espectro, baja toxicidad en mamíferos y aves, bajo potencial de lixiviación a aguas subterráneas y fácil aplicación; sin embargo, recientes estudios reportan la presencia de éstos en sedimentos y productos alimenticios, al igual que se reportan un aumento en el número de bioensayos que los asocian a toxicidad sobre diferentes organismos de ecosistemas acuáticos y terrestres.

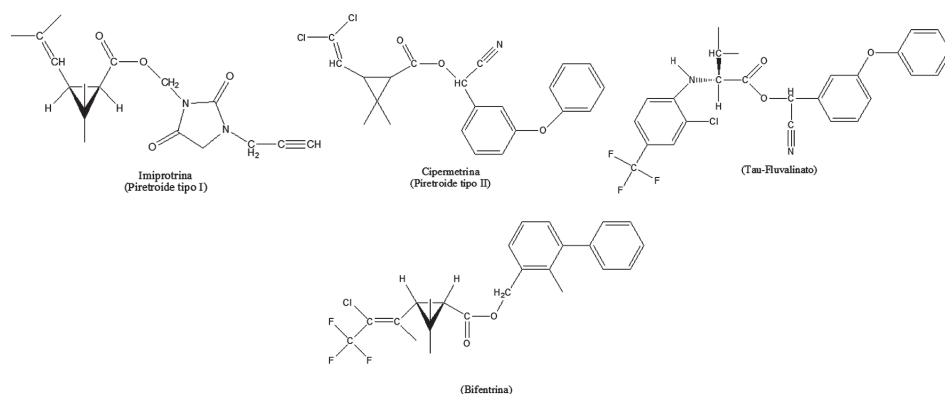
El piretro es una mezcla de compuestos que forman parte del extracto crudo de flores de crisantemos (*Chrysanthemum cinerariaefolium* y *Chrysanthemum cinereum*). Esta mezcla de compuestos está constituida por una familia de sustancias cuyo máximo representante son las piretrinas, las cuales, a su vez, están agrupadas en seis núcleos fundamentales, que se muestran en la figura 17. A partir de modificaciones químicas sobre éstos se obtienen los piretroides que son la base de muchos productos comerciales con diferentes actividades biológicas.

Figura 17. Núcleos químicos fundamentales de las piretrinas



Una característica estructura de varios piretroides sintéticos es la presencia o no de un grupo α -ciano. Los piretroides de tipo I son ésteres carentes de dicho grupo y en la mayoría de los casos son derivados 3-fenoxibenzílicos; por su parte, los piretroides tipo II lo poseen, son ésteres 3-ciano-3-fenoxibencílicos y su actividad biológica es mucho mayor que los de tipo I. Adicionalmente, la mayoría de los piretroides sintéticos presentan varios carbonos ópticamente activos (anillo de ciclopropano) y algunos otros poseen una fracción olefínica (vinilciclopropil carboxilatos) que da lugar a un enriquecimiento isomérico de gran importancia para la actividad comercial, y para la actividad biológica. En la figura 18 se pueden apreciar algunos de los piretroides más representativos, al igual que algunas de sus particularidades estructurales más representativas.

Figura 18. Piretroides sintéticos



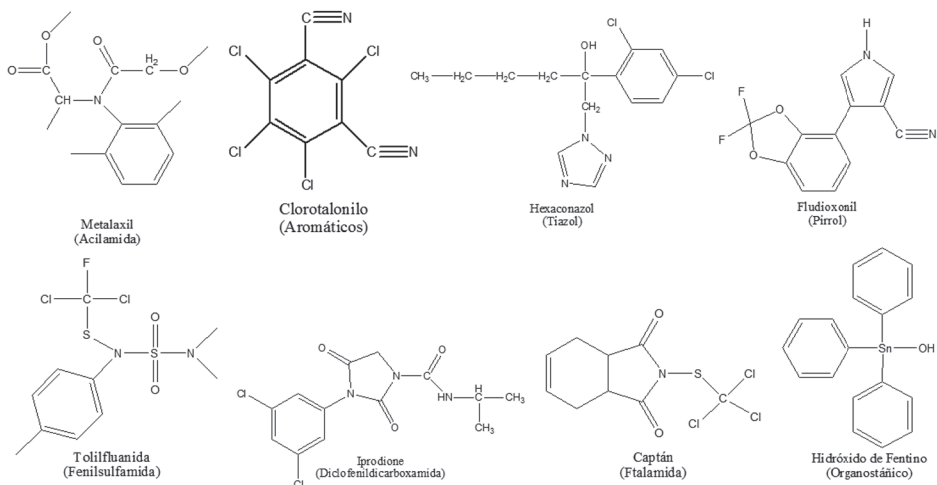
Fungicidas

Al igual que muchos de los plaguicidas anteriormente mencionados, los fungicidas se constituyen en una alternativa ampliamente utilizada por el sector agroalimentario en cada una de las diferentes etapas de la cosecha y la poscosecha. Tanto en hortalizas, como en frutas y en algunos cereales, éstos son ampliamente utilizados para el control de enfermedades producidas por hongos, cuyo desarrollo se ve favorecido por el alto contenido de carbohidratos, vitaminas y la humedad de muchos productos hortofrutícolas.

Los fungicidas se clasifican químicamente de acuerdo con su naturaleza en inorgánicos y orgánicos. Los fungicidas inorgánicos son básicamente polisulfuros y otras sales de azufre y cobre; mientras que los fungicidas orgánicos son históricamente sintetizados a inicios de la Segunda Guerra Mundial con el objetivo de mejorar la productividad y disminuir los efectos tóxicos de los fungicidas de carácter inorgánico.

Dentro de los fungicidas orgánicos se incluyen: algunos compuestos alifáticos nitrogenados (cimoxanil), las amidas (fenoxanil), los acilaminoácidos (metalaxil), las anilidas (fenhexamida y tiadinil, entre otras), las benzanilidas (benodanil), las furanilidas (furalaxil), las benzamidas (fluopiram y fluopilida, entre otros), las furamidas (furmeciclox), las fenilsulfamidas (tolilfluánida), las sulfonamidas (amisulbrom), vanilamidas (iprovalicarb), los antibióticos (estreptomicina y validamicina, entre otros), las estrobilurinas (azoxistrobina, picoxistrobina y fluoxastrobina entre otros), los aromáticos (dicloran y clorotalonilo, entre otros), las benzimidazoles (albendazol, benomil y tiabendazol, entre otros), los benzotiazoles (probenbazol y bentaluron, entre otros), los imidazoles (climbazol e imazalil, entre otros), los tiazoles (difenoconazol, epoxiconazol, hexaconazol, y tebuconazol, entre otros), las diclofenildicarboxamidas (iprodone y vinclozolin, entre otros), las ftalamidas (captan y folpet, entre otros), los dinitrofenoles (binapacril y dinocron, entre otros), los ditiocarbamatos (tiram, mancozeb, propineb y disulfiram, entre otros), las morfolininas (aldimorf y tridemorf, entre otros), los organofosforados (hexiltiofos y tolclofosmetil, entre otros), los organostánicos (hidróxido de fentino), los oxazoles (miclozolin y famoxadona, entre otros), los pirazoles (sedaxane e isopirazam, entre otros), las piridinas (fluazinam y piroxifur, entre otros), los pirroles (fludioxonil), las pirimidinas (pirimetanil y bupirimate, entre otros) y algunos no clasificados como el diclomezina, el fenitropan y el piperalina, entre otros. En la figura 19 se muestran las estructuras químicas de algunos representantes de estas familias de fungicidas.

Figura 19. Núcleos estructurales de los fungicidas de mayor aplicación



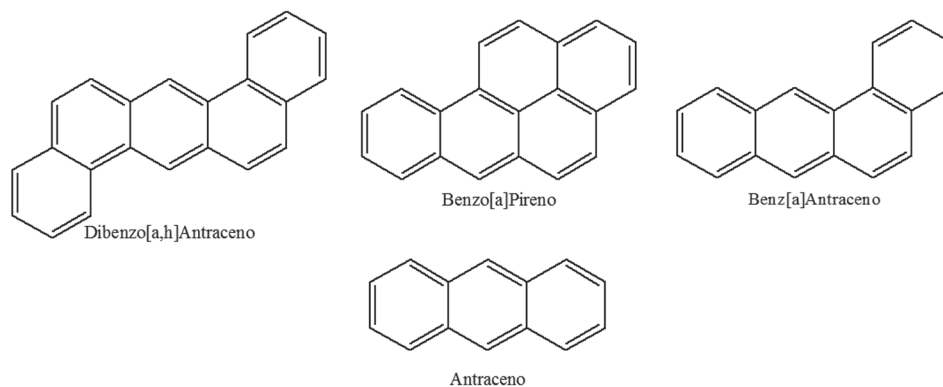
Otros contaminantes orgánicos

Las constantes investigaciones y la imperante seguridad alimentaria han permitido, en forma clara, añadir a la larga lista de plaguicidas, la presencia de otro tipo de compuestos de origen antropogénico, cuyo uso ha sido totalmente conocido, pero cuya presencia en las matrices ambientales y alimenticias ha empezado a ser motivo de preocupación en muchas regiones del mundo.

Entre los compuestos de mayor incidencia en los alimentos se encuentran los PAH, de los cuales, 16 son considerados prioritarios según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). Estos son incorporados en los alimentos y el medioambiente por proceso como tostado, ahumado, cocción excesiva, sistemas de calefacción, automotores e industria petroquímica, entre otras o a través de procesos combustión incompleta de materia orgánica. Básicamente la mayor preocupación se centra en los continuos estudios que los asocian con propiedades citotóxicas y genotóxicas.

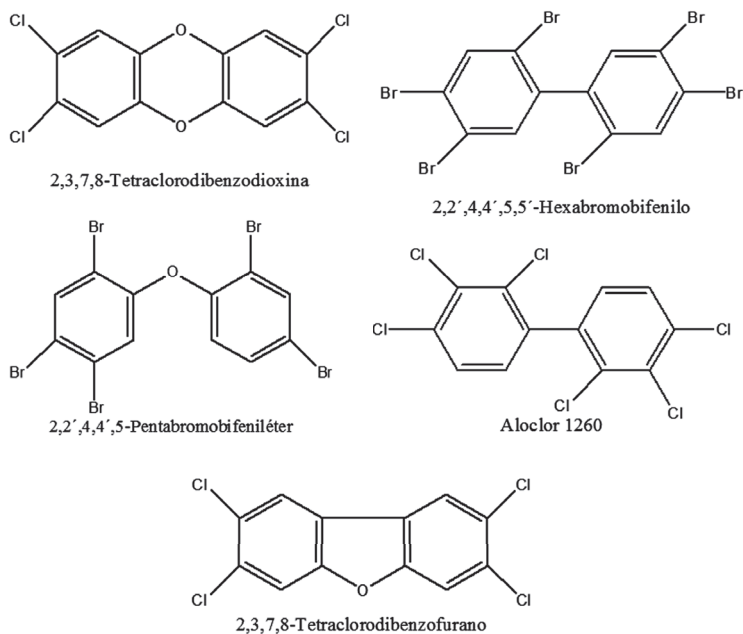
Fisicoquímicamente los PAH (figura 20) son compuestos altamente solubles en materiales grasos, por lo que su acumulación en alimentos se dirige fundamentalmente a productos como peces³ o como semillas oleaginosas⁴; sin embargo, es posible encontrarlo en hortalizas⁵, cereales⁶, frutas⁷, caña de azúcar⁸, whisky⁹, vinos¹⁰, miel¹¹, cárnicos ahumados¹² y café¹³, entre otros. Cabe destacar que atendiendo a que algunos de los PAH presentan propiedades citotóxicas y genotóxicas, el Comité Científico de la Alimentación Humana (CCAH) en el año 2002 recomendó la utilización del benzo(a)pireno (BaP) como trazador para PAH en alimentos; adicionalmente, organismos como la Unión Europea (EU), en su directiva N° 208/2005 define los niveles máximos de BaP en grasas y aceites para consumo humano (2 µg/kg peso fresco), en productos alimenticios para lactantes y niños (1 µg/kg peso fresco) y en productos cárnicos y pescados (2-10 µg/kg peso fresco).

Figura 20. Hidrocarburos poliaromáticos de mayor frecuencia en matrices alimentarias y ambientales



Recientes estudios reportan la presencia de otros contaminantes como las dioxinas¹⁴, las furanonas¹⁵ y los policlorados bifenílicos¹⁶, los cuales constituyen compuestos de origen antropogénico pero cuyo potencial tóxico es devastador (ver figura 21). Su presencia en los alimentos está asociada a los procesos de combustión de la materia orgánica en presencia de cloro o químicamente clorada, a los procesos de cocción¹⁷, a la utilización de piensos contaminados¹⁸ o, a los procesos de migración específica¹⁹, entre otros.

Figura 21. Compuestos organoclorados emergentes

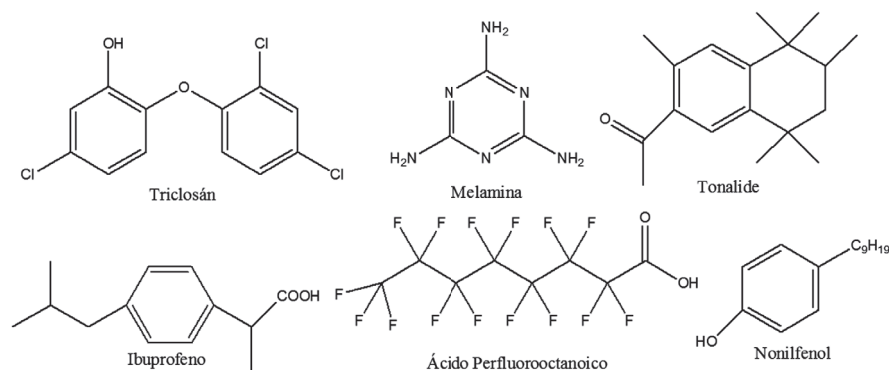


Junto a los contaminantes referidos en los dos párrafos anteriores, las investigaciones se concentran en los denominados contaminantes orgánicos emergentes²⁰, los cuales son aquellos previamente desconocidos o no reconocidos como tales, cuya presencia en el medio ambiente genera preocupación por las posibles consecuencias. El estudio de éstos se ha convertido en una línea prioritaria de investigación para la OMS, la EPA y la UE, debido a su continua descarga en el medioambiente por lo que no necesitan tener una persistencia elevada para ocasionar efectos negativos.

Dentro de este tipo de contaminantes hay compuestos muy heterogéneos (ver figura 22) como los retardantes de llama polibromodifeniléteres (PBDEs)²¹, los productos farmacéuticos²² como los antibióticos²³ y los analgésicos²⁴, los productos

para el cuidado personal²⁵ como las fragancias (almizcles sintéticos)²⁶ y el triclosán²⁷, los productos para la protección solar²⁸, las biotoxinas marinas²⁹, los agentes quelantes³⁰, algunas aminas como los benzotriazoles³¹, la melamina³² y las nitrosaminas³³, surfactantes como los perflurados³⁴ y el nonilfenol³⁵, los productos de desinfección del agua³⁶, los ftalatos³⁷, el bisfenol a³⁸, los ácidos nafténicos³⁹ y los nanomateriales⁴⁰, entre otros.

Figura 22. Compuestos orgánicos emergentes



Por lo anterior, se evidencia que el grado de exposición de un alimento a contaminación por agentes químicos y de carácter antropogénico es altamente viable; por lo que se hace necesario documentarse al respecto de las características fisicoquímicas y de los métodos analíticos para la identificación y para la cuantificación de éstos agentes y garantizar alimentos seguros e inocuos para la población.

Pesticidas en alimentos: distribución y persistencia

En Colombia suele partirse del principio de precaución, consagrado en la Ley 99 de 1993, cuando se trata de abordar las responsabilidades con respecto a los procesos de residualidad de pesticidas en alimentos o a las responsabilidades civiles y penales ante los daños recibidos por el uso desmedido, indiscriminado e inadecuado de agentes agrotóxicos. Desde hace dos siglos se habló sobre la primera revolución agrícola y a finales del siglo XX surgió la llamada Revolución Verde, debido a el auge de la industria de pesticidas y agroquímicos y con el surgimiento de grandes centros de investigación; revolución que solo se orientaba a la obtención de la tierra el mayor número de plantas por metros cuadrados de suelo. El uso indiscriminado de pesticidas repercute notablemente en la salud a través de intoxicaciones agudas y crónicas, además de los efectos directos sobre los ecosistemas acuáticos, sobre el suelo, sobre el aire y en especial sobre la biodiversidad.

Es necesario enfatizar que a pesar de la alta especificidad y del conocimiento del mecanismo de acción de los pesticidas, éstos se asocian a múltiples efectos secundarios como son la generación de organismos resistentes, contaminación del recurso hídrico y la alta persistencia medioambiental de algunos. Se estima que un organoclorado puede permanecer alrededor de 28 años en el suelo, sin que su degradación sea significativa. Todos los compuestos considerados altamente persistentes terminan incorporados en las cadenas tróficas, se biomagnifican y se acumulan en algunos tejidos de animales y humanos; adicionalmente, contribuyen a la alteración de los mecanismos de defensa de las especies, a las modificaciones bioquímicas, a las alteraciones reproductivas e incluso exterminan constituyentes de los ciclos vitales del ecosistema.

Directamente la exposición en humanos a pesticidas ha estado asociada a actividades ambientales y actividades domésticas; sin embargo, estudios recientes demuestran la importancia de los procesos de biomagnificación en la incorporación de éstos a los seres humanos⁴¹⁻⁴³. Lo anterior conduce a que la exposición se dé durante largos períodos y que las sintomatologías aparezca a largo plazo, lo que hace muy difícil la identificación etiológica, e incluso la no asociación con procesos como cáncer, necrosis tisular, leucemia y malformaciones congénitas, entre otras. Actualmente, en la mayoría de los casos no se tiene claridad acerca del verdadero causante de algunas de las afecciones mencionadas, solo se parte del factor de riesgo o de la exposición del individuo, ya que ha empezado a tomar relevancia la presencia de productos de la degradación de los plaguicidas en el medioambiente debido procesos como la fotólisis, la óxido-reducción y la biorremediación, lo cual aumenta notablemente el número de posibles compuestos acumulables en los tejidos biológicos⁴⁴⁻⁴⁶.

Un caso particular posee la EU, la cual define directivas para los contenidos máximos permisibles de residuos de plaguicidas (MRL) no solo con fines comerciales, sino, en piensos y para productos destinados al consumo humano, en fresco o como materia prima para la fabricación de alimentos. Los MRL son establecidos por el Codex Alimentarius, el cual constituye un programa mixto entre la FAO y la OMS, que tiene por objeto proteger la salud de los consumidores, promover la coordinación de trabajos sobre normas alimentarias emprendidos por organizaciones gubernamentales e internacionales y garantizar prácticas equitativas en el comercio de alimentos⁴⁷.

En la EU, los MRL están regulados por el Real Decreto 280 de febrero 18 de 1994 y el Reglamento 396 del 2005 que los armoniza en el ámbito comunitario incluyendo piensos de origen vegetal y animal; adicionalmente, estableció por defecto el valor de 0,01 mg/kg para los productos que no tengan fijado un MRL específico, e incluyó productos como la miel, las infusiones y los productos y partes de productos que van a usarse como alimentos o piensos. Por su parte, en Colombia fueron adoptados según el decreto 1843 de 1991 del Ministerio de

Salud y para aquellos países donde no hay normativa, en la mayoría de los casos se acogen a la directiva del Codex.

Los MRL son fijados para un compuesto y en un determinado alimento como los mg de sustancia por kg de alimento. El cálculo se efectúa con base en el Nivel sin Efecto Observable (NOAEL) determinado mediante estudios en animales de experimentación a través del suministro crónico del compuesto⁴⁸, estimación de la concentración máxima administrada sin que se presenten efectos fisiológicamente observables y extrapolación al ser humano mediante factores de seguridad sobre el NOAEL para obtener la Ingesta Diaria Admisible (ADI), definida como la cantidad de compuesto que se puede ingerir diariamente por toda la vida sin que haya manifestaciones tóxicas. Adicionalmente, para los pesticidas que pueden causar efectos agudos, se determina la dosis de referencia aguda (ArfD), la cual permite estimar la cantidad de pesticida en los alimentos que se puede ingerir durante 24 horas o menos sin manifestación de riesgo para la salud del consumidor^{49,50}.

Los estudios de dieta total son uno de los métodos más utilizados para evaluar la exposición a los contaminantes y otras sustancias químicas, así como la valoración nutricional de la dieta. Para realizarlos es preciso conocer tanto el consumo real de alimentos como los datos de su composición nutricional y concentraciones de los contaminantes y otras sustancias químicas que pueden estar presentes en los mismos, tal y como se consumen.

Evaluar el impacto de una molécula en la cadena alimenticia es un proceso complejo ya que las prácticas agrícolas convencionales son muy ligeras y dicha molécula, atendiendo a sus propiedades fisicoquímicas y a las condiciones ambientales, termina en el ciclo del agua, en el suelo, en el aire y en la superficie de frutos y vegetales que posteriormente son incluidos en la dieta de los humanos. Lo anterior constituye no solo un problema de seguridad alimentaria, sino que demanda un aumento en los controles fitosanitarios a través del desarrollo y optimización de las metodologías analíticas para garantizar la detección de estas moléculas, a niveles de subtrazas y en las diferentes matrices ambientales y alimentarias. El proceso de análisis es complicado y se lleva a cabo en varias etapas, y es generalmente la última de éstas, la determinación y cuantificación cromatográfica a través de sus variables gaseosa o líquida, con un detector específico para los compuestos de interés. El éxito de este proceso depende de la planeación de todas las etapas a las que se somete la muestra; todas éstas son fuente de error que se introducen en el proceso analítico, por lo que los procesos de validación y control de calidad de las metodologías permiten asegurar la calidad del dato.

Cabe destacar que Colombia posee 4 millones de hectáreas cultivables de las 114 millones que posee el país, lo cual indica que los sistemas masivos de producción aún no han abierto la brecha del deterioro en los suelos y que aún es posible orientar mecanismos de producción que se articulen con la armonía y la eficiencia natural, donde los paquetes tecnológicos no determinen una distribución y

un destino final de los agroquímicos sobre y los alimentos y donde las fortalezas de ser habitantes de un país tropical no se conviertan en grandes inversiones en tecnología y en mecanismos para recuperar el medio ambiente⁵¹.

Conclusión

La seguridad alimentaria concebida como garantizar que los alimentos para los ciudadanos del mundo sean lo más seguros posible exige un riguroso conocimiento de los insumos y productos a lo largo de la cadena productiva, demanda diseños tecnológicos para garantizar la calidad cualitativa y cuantitativa y sistemas exhaustivos de trazabilidad de contaminantes orgánicos que permitan garantizar la seguridad e inocuidad de los productos antes de ser consumidos. Por lo anterior, es necesario establecer mecanismos de inspección y vigilancia de los cuerpos de agua y productos frescos, para garantizar la conservación y la calidad de los productos alimenticios.

Referencias bibliográficas

1. Nielen MWF, Marvin HJP. Chapter 1 Challenges in Chemical Food Contaminants and Residue Analysis. In: Yolanda P, editor. *Comprehensive Analytical Chemistry*: Elsevier; 2008. p. 1-27.
2. Yolanda P, editor. *Food Contaminants And Residue Analysis*. In: *Comprehensive Analytical Chemistry*: Elsevier; 2008. p. v-v.
3. Neves RLS, Oliveira TF, Ziolli RL. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in fish bile (Mugil liza) as biomarkers for environmental monitoring in oil contaminated areas. *Marine Pollution Bulletin*. 2007;54(11):1818-24.
4. Teixeira VH, Casal S, Oliveira MBPP. PAHs content in sunflower, soybean and virgin olive oils: Evaluation in commercial samples and during refining process. *Food Chemistry*. 2007;104(1):106-12.
5. Khan S, et al. Accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons and heavy metals in lettuce grown in the soils contaminated with long-term wastewater irrigation. *Journal of Hazardous Materials*. 2008;152(2):506-15.
6. Kobayashi R, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons in edible grain: A pilot study of agricultural crops as a human exposure pathway for environmental contaminants using wheat as a model crop. *Environmental Research*. 2008;107(2):145-51.
7. Rojo Camargo MC, Toledo MCF. Polycyclic aromatic hydrocarbons in Brazilian vegetables and fruits. *Food Control*. 2003;14(1):49-53.
8. Tfouni SAV, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sugarcane juice. *Food Chemistry*. 2009;116(1):391-4.
9. Da Porto C, Moret S. Comparison of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) between smoked marc spirits and whiskies. *Food and Chemical Toxicology*. 2007;45(10):2069-71.

10. Dasgupta S, et al. Optimization of two-dimensional gas chromatography time-of-flight mass spectrometry for separation and estimation of the residues of 160 pesticides and 25 persistent organic pollutants in grape and wine. *Journal of Chromatography A*. 2010;1217(24):3881-9.
11. Dobrinas S, Birghila S, Coatu V. Assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in honey and propolis produced from various flowering trees and plants in Romania. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2008;21(1):71-7.
12. Djjinovic J, Popovic A, Jira W. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in different types of smoked meat products from Serbia. *Meat Science*. 2008;80(2):449-56.
13. Orecchio S, Ciotti VP, Culotta L. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in coffee brew samples: Analytical method by GC-MS, profile, levels and sources. *Food and Chemical Toxicology*. 2009;47(4):819-26.
14. Schecter A, et al. Levels of dioxins, dibenzofurans, PCB and DDE congeners in pooled food samples collected in 1995 at supermarkets across the United States. *Chemosphere*. 34(5-7):1437-47.
15. Bocio A, Domingo JL. Daily intake of polychlorinated dibenzo-p-dioxins/polychlorinated dibenzofurans (PCDD/PCDFs) in foodstuffs consumed in Tarragona, Spain: a review of recent studies (2001-2003) on human PCDD/PCDF exposure through the diet. *Environmental Research*. 2005;97(1):1-9.
16. Domingo JL, Bocio A. Levels of PCDD/PCDFs and PCBs in edible marine species and human intake: A literature review. *Environment International*. 2007;33(3):397-405.
17. Perelló G, et al. Influence of various cooking processes on the concentrations of PCDD/PCDFs, PCBs and PCDEs in foods. *Food Control*. 2010;21(2):178-85.
18. Traag WA, et al. Residues of dioxins (PCDD/Fs) and PCBs in eggs, fat and livers of laying hens following consumption of contaminated feed. *Chemosphere*. 2006;65(9):1518-25.
19. Goulas AE, et al. Migration of di(2-ethylhexyl) adipate and acetyltributyl citrate plasticizers from food-grade PVC film into sweetened sesame paste (halawa tehineh): Kinetic and penetration study. *Food and Chemical Toxicology*. 2007;45(4):585-91.
20. Scippo M-L, et al. Chapter 14 Persistent Organochlorine Pollutants, Dioxins and Polychlorinated Biphenyls. In: Yolanda P, editor. *Comprehensive Analytical Chemistry*; Elsevier; 2008. p. 457-506.
21. Trudel D, et al. PBDE exposure from food in Ireland: optimising data exploitation in probabilistic exposure modelling. *J Expos Sci Environ Epidemiol*. 2010.
22. Fent K, Weston AA, Caminada D. Ecotoxicology of human pharmaceuticals. *Aquatic Toxicology*. 2006;76(2):122-59.
23. De Brabander HF, et al. Residue analysis: Future trends from a historical perspective. *Journal of Chromatography A*. 2009;1216(46):7964-76.
24. Bendz D, et al. Occurrence and fate of pharmaceutically active compounds in the environment, a case study: Höje River in Sweden. *Journal of Hazardous Materials*. 2005;122(3):195-204.

25. Loretz L, et al. Exposure data for personal care products: Hairspray, spray perfume, liquid foundation, shampoo, body wash, and solid antiperspirant. *Food and Chemical Toxicology*. 2006;44(12):2008-18.
26. Duedahl-Olesen L, et al. Synthetic musk fragrances in trout from Danish fish farms and human milk. *Chemosphere*. 2005;61(3):422-31
27. Binelli A, et al. Cytotoxic and genotoxic effects of in vitro exposure to Triclosan and Trimethoprim on zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) hemocytes. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*. 2009;150(1):50-6.
28. Nash JF. Human Safety and Efficacy of Ultraviolet Filters and Sunscreen Products. *Dermatologic Clinics*. 2006;24(1):35-51
29. Toyofuku H. Joint FAO/WHO/IOC activities to provide scientific advice on marine biotoxins (research report). *Marine Pollution Bulletin*. 2006;52(12):1735-45.
30. Bucheli-Witschel M, Egli T. Environmental fate and microbial degradation of aminopolycarboxylic acids. *FEMS Microbiology Reviews*. 2001;25(1):69-106.
31. Ohe T, Watanabe T, Wakabayashi K. Mutagens in surface waters: a review. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*. 2004;567(2-3):109-49.
32. Hsieh DPH, et al. Toxicological analysis points to a lower tolerable daily intake of melamine in food. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2009;55(1):13-6.
33. Levallois P, et al. Excretion of volatile nitrosamines in a rural population in relation to food and drinking water consumption. *Food and Chemical Toxicology*. 2000;38(11):1013-9.
34. Haug LS, et al. Levels in food and beverages and daily intake of perfluorinated compounds in Norway. *Chemosphere*. 2010;80(10):1137-43.
35. Fernandes AR, Costley CT, Rose M. Determination of 4-octylphenol and 4-nonylphenol congeners in composite foods. *Food Additives and Contaminants*. 2003;20(9):846 - 52.
36. Oudgal CJ, Lipscomb JC, Bruce RM. Potential health effects of drinking water disinfection by-products using quantitative structure toxicity relationship. *Toxicology*. 2000;147(2):109-31.
37. Latini G. Monitoring phthalate exposure in humans. *Clinica Chimica Acta*. 2005;361(1-2):20-9.
38. Ballesteros-Gómez A, Rubio S, Pérez-Bendito D. Analytical methods for the determination of bisphenol A in food. *Journal of Chromatography A*. 2009;1216(3):449-69.
39. Young RF, Wismer WV, Fedorak PM. Estimating naphthenic acids concentrations in laboratory-exposed fish and in fish from the wild. *Chemosphere*. 2008;73(4):498-505.
40. Landsiedel R, et al. Genotoxicity investigations on nanomaterials: Methods, preparation and characterization of test material, potential artifacts and limitations-Many questions, some answers. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*. 2008;681(2-3):241-58.

41. Weber K, Goerke H. Persistent organic pollutants (POPs) in antarctic fish: levels, patterns, changes. *Chemosphere*. 2003;53(6):667-78.
42. Borgå K, Gabrielsen GW, Skaare JU. Biomagnification of organochlorines along a Barents Sea food chain. *Environmental Pollution*. 2001;113(2):187-98.
43. Polder A, et al. Geographic variation of chlorinated pesticides, toxaphenes and PCBs in human milk from sub-arctic and arctic locations in Russia. *The Science of The Total Environment*. 2003;306(1-3):179-95.
44. Hernández F, et al. Investigation of pesticide metabolites in food and water by LC-TOF-MS. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2008;27(10):862-72.
45. Vorkamp K, et al. Chlorobenzenes, chlorinated pesticides, coplanar chlorobiphenyls and other organochlorine compounds in Greenland biota. *Science of The Total Environment*. 2004;331(1-3):157-75.
46. Iyer P, Makris S. Developmental and Reproductive Toxicology of Pesticides. In: Robert K, editor. *Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology (Third Edition)*. New York: Academic Press; 2010. p. 381-440.
47. Tritscher A. Joint FAO/WHO Expert Meetings (JECFA and JMPR). In: Philip W, editor. *Encyclopedia of Toxicology*. New York: Elsevier; 2005. p. 660-2.
48. Araya M, et al. Confirmation of an acute no-observed-adverse-effect and low-observed-adverse-effect level for copper in bottled drinking water in a multi-site international study. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2003;38(3):389-99.
49. Solecki R, et al. Guidance on setting of acute reference dose (ARfD) for pesticides. *Food and Chemical Toxicology*. 2005;43(11):1569-93.
50. Renwick AG, et al. Risk characterisation of chemicals in food and diet. *Food and Chemical Toxicology*. 2003;41(9):1211-71.
51. Milagros Mezcuca, et al. Simultaneous Screening and Target Analytical Approach by Gas Chromatography-Quadrupole-Mass Spectrometry for Pesticide Residues in Fruits and Vegetables. *Journal of AOAC International*. 2009;92(6):1790-806.

Uso de dos fotosensibilizadores para el tratamiento de aguas coloreadas: un análisis desde el modelo factorial*

Luis Fernando Garcés Giraldo**

Resumen

Introducción. La fotodegradación sensibilizada, con TiO_2 ó FeCl_3 , es una técnica que puede ser empleada como sistema de depuración por sí misma, o como un proceso terciario, en especial para tratar residuos industriales. **Objetivo.** Evaluar la interacción del FeCl_3 y el TiO_2 con H_2O_2 de residuos líquidos textiles por medio de luz artificial a través de un modelo factorial. **Materiales y métodos.** Para el montaje de los ensayos se utilizó una lámpara de luz ultravioleta de marca MIGHTY PURE de 60 Hz, con una cubeta de vidrio de longitudes 41 cm x 25,5 cm x 20 cm que almacena 15 L de muestra; este sistema es complementado con una bomba que maneja un flujo de 0,047 L/s. **Resultados.** Se obtuvo una degradación del 100% y un porcentaje de mineralización de 70.1; esto con el ensayo donde se utilizó una dosificación de 60 mg/L FeCl_3 y 1.0 mL/L de H_2O_2 . **Conclusión.** El agua coloreada degrada y mineraliza más rápidamente con el FeCl_3 que con el H_2O_2 .

* Derivado del proyecto de investigación: "FeCl₃ and TiO₂ interaction with H₂O₂ in the liquid waste treatment from the textile industry using artificial light trough factorial model", para optar al título de doctor of Science in Environmental Engineering.

** Director de Investigación. Grupo de Investigación GAMA. Corporación Universitaria Lasallista

Use of two photo sensitizers to treat dyed water: an analysis from the factorial model

Abstract

Introduction. Sensitized photo degradation with TiO_2 or FeCl_3 is a technique that can be used as a depuration system or as a third process, especially for industrial waste treatments. **Objective.** To evaluate TiO_2 and FeCl_3 interaction with H_2O_2 from textile liquid waste by the use of artificial light with an exponential model. **Materials and methods.** To make the tests, a 60 Hz MIGHTY PURE ultra violet light lamp was used, with a 41 cm x 25,5 cm x 20 cm glass bucket containing 15 L of the sample. This system was complemented with a pump that manages a 0,047 L/s flow. **Results.** A 100% degradation and a 70.1 mineralization were obtained with the test in which a 60 mg/L FeCl_3 and 1.0 mL/L of H_2O_2 dose was used. **Conclusion.** Dyed water's degradation and mineralization is faster with the use of FeCl_3 than with the use of H_2O_2 .

Introducción

Las tecnologías fotocatalíticas son consideradas muy prometedoras para ser aplicadas en la solución de problemas de contaminación de aguas residuales. Dichas tecnologías resultan muy atractivas para su implementación en el mundo¹⁻⁴. El empleo de esta técnica para degradar y mineralizar colorantes puede imponerse como una alternativa más adecuada que otros procesos de oxidación tradicionales²⁻¹⁰.

La oxidación avanzada se define como aquellos procesos en los cuales existe formación de radicales hidroxilo ($\bullet\text{OH}$) altamente reactivos, ya que presentan un elevado potencial de oxidación ($E^\circ=2.8\text{V}$), característica que los hace de gran efectividad para la oxidación de compuestos orgánicos principalmente por abstracción de hidrógeno. Es decir, se generan radicales orgánicos libres (reacción 1), los que pueden reaccionar con oxígeno molecular para formar peroxirradicales (reacción 2). Incluso, pueden iniciarse reacciones de oxidación en serie que pueden conducir a la mineralización completa de los compuestos orgánicos¹¹⁻¹⁹.



En estos procesos se generan radicales hidroxilo, y en algunos casos no son la única especie oxidante implicada en el proceso. Sin embargo, en la mayoría de procesos de oxidación avanzada, a partir de diferentes combinaciones de ozono,

peróxido de hidrógeno, radiaciones UV y dióxido de titanio, o mediante el reactivo Fenton ($\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$) se producen radicales hidroxilo¹⁵⁻²³.

Las principales ventajas de los procesos de oxidación avanzada son^{2,18-25}:

- Capacidad potencial para llevar a cabo una profunda mineralización de los contaminantes orgánicos y oxidación de los compuestos inorgánicos hasta dióxido de carbono y iones (cloruros, nitratos...).
- Reactividad con la mayoría de compuestos orgánicos, hecho principalmente interesante si se quiere evitar la presencia de subproductos potencialmente tóxicos presentes en los contaminantes originales, que pueden crearse mediante otros métodos.
- Descomposición de los reactivos utilizados como oxidantes en productos inocuos.

Los procesos de oxidación avanzada son muy útiles en el tratamiento de aguas residuales como pretratamiento antes de un tratamiento biológico en el caso de contaminantes recalcitrantes a la biodegradación, o se pueden utilizar como pos-tratamiento para mejorar las características de las aguas antes de ser vertidas a las fuentes de aguas receptoras.

El reactivo fentón y el dióxido de titanio en los procesos de oxidación avanzada²⁶⁻³³

Existen numerosos procesos utilizados en la actualidad para la degradación de sustancias presentes en el agua. Algunos de ellos son los procesos de oxidación avanzada, los cuales se constituirán, en uno de los recursos tecnológicos más utilizados para el tratamiento de aguas contaminadas con productos orgánicos recalcitrantes industriales. Estos procesos implican la formación de radicales hidroxilo ($\bullet\text{OH}$), altamente reactivos, que actúan como iniciadores de la oxidación. Entre estos procesos, los de mayor auge son la fotólisis y la fotocatalisis. La fotodegradación sensibilizada se ha usado para degradar y/o mineralizar una variedad de compuestos orgánicos; algunos de ellos son de gran uso industrial o agrícola.

La investigación en tecnologías como la oxidación fotocatalítica, alternativa a procesos de oxidación tradicionales (ozono, peróxido de hidrógeno e hipoclorito) está plenamente justificada para estos fines. Los sistemas de oxidación avanzada, en los que se combina la energía radiante ultravioleta y un oxidante, como aire, en presencia de semiconductores estables, como el dióxido de titanio o el reactivo fenton, se presentan como una alternativa sencilla y económica para la mineralización completa de compuestos orgánicos, para la adecuación de efluentes industriales a su vertido y posterior tratamiento de redes de saneamiento.

El reactivo fentón o fotofenton (Fe^{3+})³⁰⁻³³

Uno de los métodos clásicos de producción de radicales hidroxilo consiste en la adición de sales de hierro como catalizador en presencia de peróxido de hidrógeno; esta adición es conocida como reactivo Fenton, y tiene como resultado uno

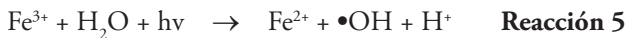
de los agentes oxidantes más potentes a pH ácidos (pH 3 – 5). El hierro puede ser añadido como sal ferrosa o férrica (ver reacciones 3 y 4).



Estos radicales inician una cadena de reacciones para eliminar toda la materia oxidable. En concreto, los radicales hidroxilo reaccionan con compuestos orgánicos, generando radicales orgánicos (C-centrados) que aceleran el grado de oxidación. Aunque el reactivo fenton es un potente e indiscriminado agente oxidante, existen especies resistentes al mismo como los alcanos clorados (tetracloroetano, tricloroetano, cloroformo, entre otras), n-parafinas y ácidos carboxílicos de cadena corta (maleico, oxálico, acético, malónico).

Se ha comprobado cómo la radiación UV/visible acelera las reacciones fenton ($\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{3+}$, Fe^{2+}), lo que favorece el grado de degradación de contaminantes orgánicos, incluidos los compuestos aromáticos y alifáticos. Este reactivo presenta una mayor efectividad a pH ácido, debido a la aparición de hidróxidos de hierro como precipitados coloidales a pH mayor de 3, lo cual hace necesaria su separación, mediante un proceso adicional de tipo coagulación, sedimentación o filtración. Además, algunos intermedios de reacción pueden alterar la reactividad del hierro debido a la formación de complejos.

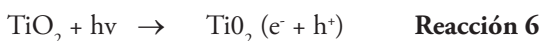
En las reacciones de Fenton tradicional, el Fe^{2+} actúa como catalizador en la descomposición del H_2O_2 dando lugar a la formación de radicales $^{\circ}\text{OH}$ (reacción 3). En esta reacción, los iones Fe^{3+} se van acumulando a medida que el Fe^{2+} se consume y la reacción finalmente se detiene (reacción 4). En este proceso se intenta solucionar este problema, mediante la regeneración fotoquímica de los iones Fe^{2+} reduciendo el ión férrico según la reacción 5.



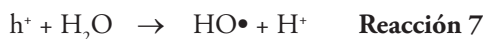
El dióxido de titanio (TiO_2)²⁹⁻³³

En el caso de la fotocatalisis heterogénea, existen referencias de aplicaciones con múltiples semiconductores como Al_2O_3 , ZnO , Fe_2O_3 y TiO_2 . Sin embargo, el más ampliamente utilizado es el dióxido de titanio, ya que presenta una mayor actividad fotocatalítica, no es tóxico, es estable en soluciones acuosas y no es costoso; se han evaluado diferentes estructuras del mismo.

Al irradiar TiO_2 , en su forma anatasa, con una longitud de onda inferior a 400 nm, se genera un exceso de electrones (e^-) en la banda de conducción, y huecos positivos (h^+) en la banda de valencia (reacción 6)



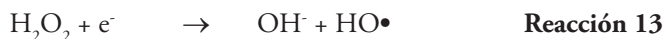
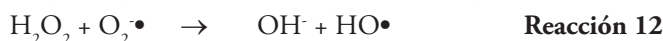
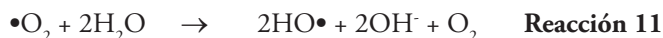
En la superficie del TiO_2 , los huecos reaccionan tanto con H_2O absorbida, como con grupos OH^- para formar radicales hidroxilo $\bullet\text{OH}$ (reacciones 7 y 8):



Los electrones en exceso de la banda de conducción reaccionan con el oxígeno molecular para formar radicales superóxido y peróxido de hidrógeno (reacciones 9 y 10):



Tanto el radical superóxido como el peróxido de hidrógeno generan más radicales hidroxilos así (reacciones 11 a 13):



El radical hidroxilo ($\text{HO}\bullet$) provoca la completa mineralización de muchas sustancias orgánicas. Dependiendo del equilibrio de adsorción/desorción para un contaminante dado, la oxidación fotocatalítica de un sustrato orgánico adsorbido podría iniciar la eficiencia de su degradación oxidativa (reacción 14):



Materiales y métodos

La investigación consistió en encontrar las condiciones óptimas para el tratamiento de aguas residuales con colorantes utilizados en la industria textil como lo es el amarillo novactive F4GL, por procesos de oxidación avanzada empleando luz artificial para la eliminación de sustancias recalcitrantes en el agua; es decir, contaminantes sintéticos presentes en aguas residuales, mediante el uso de FeCl_3 y TiO_2 y un agente oxidante como es el H_2O_2 . Este sistema permite aprovechar la energía de la luz artificial para, sin ninguna etapa intermedia, provocar una serie de reacciones químicas que den lugar a la mineralización o eliminación de los contaminantes disueltos en las aguas objeto de estudio.

Se utiliza la luz artificial absorbida por un semiconductor en contacto con una disolución acuosa que contiene sustancias tóxicas, para provocar unas reacciones de oxidación-reducción muy enérgicas en dichas sustancias, que logren eliminarlas del agua.

Una característica de este proceso es la necesaria presencia de un catalizador que absorba la luz. Los catalizadores que se utilizaron son el cloruro férrico (FeCl_3) y el dióxido de titanio (TiO_2) -productos químicamente estables, baratos y abundantes-, para que así, el sistema de degradación tuviera un semiconductor

en contacto con la disolución que contenía los agentes tóxicos, colocando posteriormente el conjunto a iluminación con luz artificial.

Para el montaje de los ensayos se utilizó una lámpara de luz ultravioleta de marca MIGHTY PURE de 60 Hz, con una cubeta de vidrio de longitudes 41 cm x 25,5 cm x 20 cm que almacena 15 L de muestra; este sistema lo complementa una bomba que maneja un flujo de 0,047 L/s como se muestra en la foto 1.



Foto 1. Montaje utilizado para los ensayos

Fuente: fotografía tomada por el autor.

El colorante en estudio es utilizado en la industria textil para el teñido de prendas. La concentración promedio en el agua fue de 300 mg/L, que es la concentración promedio típica de los efluentes industriales textiles que contienen este colorante. En la tabla 1 se presentan los ensayos que se llevaron a cabo; cada uno de ellos se hizo por triplicado para disminuir el error experimental. En los experimentos se utilizó el peróxido de hidrógeno como agente oxidante (H_2O_2). La duración de los ensayos fue de dos horas.

La degradación del colorante se evaluó midiendo la concentración del contaminante por seguimiento del color (fotometría) y la mineralización utilizando la técnica del carbono orgánico total (COT).

Para el montaje de los experimentos se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- Se midieron 15 L de agua, los cuales se colocaron en el tanque de vidrio.
- Se adicionó el colorante en el tanque quedando con una concentración de 300 mg/L.
- Inicialmente se agitó manualmente la solución y luego se recirculó a través de la bomba y la lámpara.

- Se tomó la muestra para medir el color y el COT inicial.
- Se adicionaron las sustancias químicas de acuerdo con los experimentos de la tabla 1 (peróxido de hidrógeno, dióxido de titanio, cloruro férrico y sus respectivas mezclas).
- Se midió continuamente el pH para ajustarlo en 4 cuando se trabajó con FeCl_3 , se adicionó H_2SO_4 o NaOH , según los valores y con TiO_2 los valores de pH fueron medidos sin requerir adicionar ácido o base, por ser más estables (pH aproximados a 7).
- Se tomaron las muestras para ser analizadas en el laboratorio; estas fueron tomadas cada 20 minutos para medir el color y cada 40 minutos se midió el COT.
- Luego de terminar cada experimento se procedía a lavar la lámpara con solución de mezcla sulfocrómica diluida y bastante agua, para dejarlo limpio para el siguiente experimento.
- Los análisis de color y COT fueron hechos inmediatamente en el laboratorio.
- Los datos fueron recolectados y sometidos a los respectivos cálculos.

Tabla 1. Condiciones de los experimentos para los tres colorantes

Experimento	Amarillo Novactive F4GL (mg/L)	TiO_2 (mg/L) ó FeCl_3 (mg/L)	H_2O_2 (mL/L)
E1	300	0	0
E2	300	30	0
E3	300	30	0.5
E4	300	30	1.0
E5	300	60	0
E6	300	60	0.5
E7	300	60	1.0
E8	300	0	0.5
E9	300	0	1.0

Para el procesamiento de la información se empleó el programa R 2.7.2 y los métodos utilizados fueron: análisis de varianza (ANOVA) de tres factores con un nivel de confianza del 95% y un nivel de potencia para detectar diferencias significativas del 100%; análisis factorial 3^3 para optimizar las variables respuesta: porcentaje de degradación y porcentaje de mineralización. A continuación se plantean cada uno de estos dos modelos

Análisis de Varianza (ANOVA)

El modelo utilizado para el porcentaje de degradación y el porcentaje de mineralización como variables respuesta, fue un modelo de tres factores, efectos fijos

completamente aleatorizado y con tres replicas; el nivel de confianza es del 95% y la potencia para detectar diferencias significativas es de 100%.

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + \varepsilon_{ijkl} \quad \varepsilon_{ijkl} \sim N(0, \sigma^2)$$

$$i = 1, \dots, 7; \quad j = 1, 2, 3; \quad k = 1, 2, 3; \quad l = 1, 2, 3$$

Donde:

y_{ij} = Denota la k -ésima observación del ij -ésimo tratamiento

μ = Media global

α_i = Efecto del factor tiempo con siete niveles

β_j = Efecto del factor TiO_2 ó FeCl_3

γ_k = Efecto del factor H_2O_2

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Interacción entre el tiempo y TiO_2 ó FeCl_3

$(\alpha\gamma)_{ik}$ = Interacción entre el tiempo y H_2O_2

$(\beta\gamma)_{jk}$ = Interacción entre TiO_2 ó FeCl_3 y H_2O_2

ε_{ijkl} = Error experimental

Es importante anotar que $\alpha_i, \beta_j, \gamma_k$ son los efectos principales; $(\alpha\beta)_{ij}, (\beta\alpha)_{ji}, (\beta\gamma)_{jk}$ son los efectos de interacción de los factores. Estas son constantes y están sujetas a las siguientes restricciones:

$$\sum_i \alpha_i = \sum_j \beta_j = \sum_k \gamma_k = 0 \quad \sum_j (\beta\gamma)_{jk} = \sum_k (\beta\gamma)_{jk} = 0$$

$$\sum_i (\alpha\beta)_{ij} = \sum_j (\alpha\beta)_{ij} = 0 \quad \sum_i (\alpha\gamma)_{ik} = \sum_k (\alpha\gamma)_{ik} = 0$$

Las hipótesis con las que fue realizado el diseño experimental de tres factores y efectos fijos son las siguientes:

Factor: Tiempo acumulado (minutos)

$$H_0: \alpha_i = 0 \quad \text{con } i = 1, \dots, 7$$

$$H_a: \text{Algún } \alpha_i \neq 0$$

Factor: TiO_2 ó FeCl_3

$$H_0: \beta_j = 0 \quad \text{con } j = 1, 2, 3$$

$$H_a: \text{Algún } \beta_j \neq 0$$

Factor: H_2O_2

$$H_0: \alpha_k = 0 \quad \text{con } k = 1, 2, 3$$

$$H_a: \text{Algún } \alpha_k \neq 0$$

Interacción: Tiempo* TiO_2 ó FeCl_3

$$H_0: (\alpha\beta)_{ij} = 0 \quad \text{con } i = 1, \dots, 7 \quad j = 1, 2, 3$$

$$H_a: \text{Algún } (\alpha\beta)_{ij} \neq 0$$

Interacción: Tiempo*H₂O₂

$$H_0 : (\alpha\gamma)_{ik} = 0 \text{ con } i = 1, \dots, 7 \text{ } k = 1, 2, 3$$

$$H_a : \text{Algún}(\alpha\gamma)_{ik} \neq 0$$

Interacción: H₂O₂*TiO₂ ó FeCl₃

$$H_0 : (\beta\gamma)_{jk} = 0 \text{ con}$$

$$j = k = 1, 2, 3$$

$$H_a : \text{Algún}(\beta\gamma)_{jk} \neq 0$$

La regla de decisión para aceptar o rechazar la hipótesis nula H_0 , se basa en el siguiente criterio: Si el $Valor_p \leq \alpha = 0,05$ se acepta H_a ; en caso contrario, se rechaza.

Diseño factorial 3³

Para optimizar las variables respuesta: porcentaje de degradación y porcentaje de mineralización, se corrió un diseño factorial 3³ con las variables: tiempo acumulado, TiO₂ ó FeCl₃ y H₂O₂, cuyos niveles se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Variables independientes codificadas y naturales usadas para generar el diseño experimental 3³

Variables independientes	Variable Codificada			Variable Natural		
	Niveles	Niveles	Niveles	Niveles	Niveles	Niveles
Tiempo acumulado	-1	0	+1	40	80	120
TiO ₂ ó FeCl ₃	-1	0	+1	0	30	60
H ₂ O ₂	-1	0	+1	0	0.5	1.0

Se utilizó la metodología de la pendiente ascendente para optimizar las variables respuesta, la cual es una técnica de optimización que tiene como objetivo encontrar el y/o los puntos que maximizan o minimizan la ecuación de superficie de respuesta. Este proceso permite recorrer secuencialmente la trayectoria de la máxima o la mínima pendiente que conduce a la dirección del máximo o del mínimo aumento de la respuesta.

Resultados

En la tablas 3 se presentan los resultados para la degradación y la mineralización del agua con el colorante amarillo novactive F4GL.

Tabla 3. Resultados para la degradación y mineralización del amarillo novactive F4GL

Ensayo	Resultados con FeCl_3				Resultados con TiO_2			
	% degradación		% mineralización		% degradación		% mineralización	
	%	D.E.	%	D.E.	%	D.E.	%	D.E.
E1	34.3	1.2	7.3	0.3	34.3	0.3	7.3	0.9
E2	63.1	0.8	35.2	0.2	54.1	0.2	27.2	1.0
E3	73.6	0.5	40.8	0.1	68.2	0.4	35.1	1.2
E4	81.8	1.0	49.4	0.5	75.1	0.5	40.7	0.8
E5	70.3	0.3	40.1	0.9	62.0	0.7	33.9	0.7
E6	96.6	0.4	59.7	0.4	79.5	0.4	41.8	0.6
E7	100.0	0.3	70.1	0.2	92.3	0.1	63.4	0.4
E8	48.2	0.7	21.3	1.0	48.2	0.3	21.3	0.3
E9	59.4	0.2	36.7	0.9	59.4	0.4	36.7	0.2

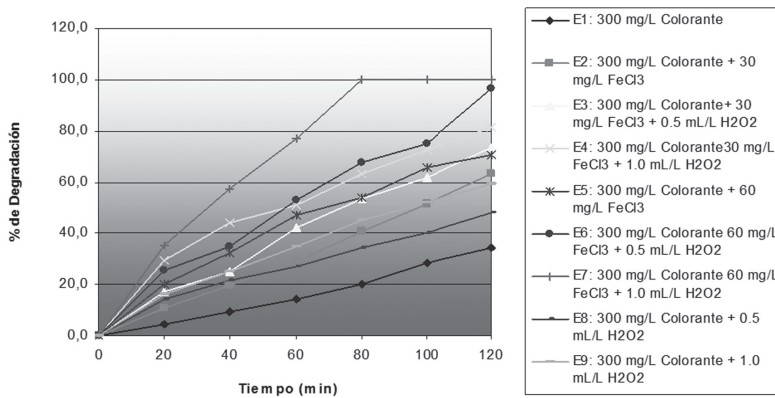


Figura 1. Porcentaje de degradación del colorante amarillo novactive F4GL con FeCl_3 en los diferentes ensayos

Fuente: elaboración propia.

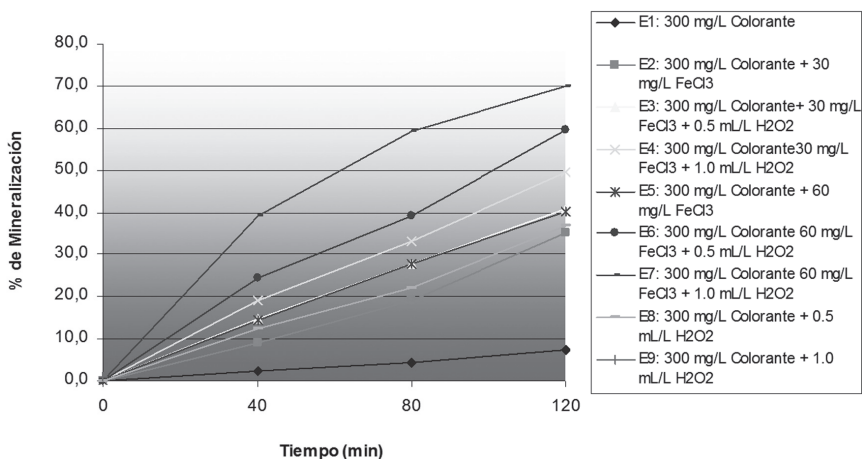


Figura 2. Porcentaje de mineralización del colorante amarillo novactive F4GL con FeCl₃ en los diferentes ensayos

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla 3 y en las figuras 1 y 2, donde se muestran los porcentajes de degradación y mineralización para diferentes ensayos con FeCl₃, se infiere que en la fotólisis (E1) los porcentajes de degradación y mineralización fueron los resultados más bajos encontrados para este colorante: 34.3 y 7.3%, respectivamente. El empleo de 30 mg/L del FeCl₃ (E2) incrementó el porcentaje de degradación y mineralización del colorante en un 63.2 y 35.2%, respectivamente; este ensayo se realizó con el objetivo de determinar si el FeCl₃ fotoactivado es capaz de generar, a partir del agua, suficientes radicales hidroxilo libre como para degradar y mineralizar el amarillo novactive F4GL. Por esta razón se hizo la fotocatalisis sin peróxido de hidrógeno.

En comparación con el uso de solo FeCl₃, el empleo de 30 mg/L de FeCl₃ y 0.5 mL/L de H₂O₂ (E3) incrementó el porcentaje de degradación y mineralización del colorante en un 73.6 y 40.8%, respectivamente; esto es explicable ya que en este ensayo el agente oxidante es el radical hidroxilo. Con el aumento del peróxido de hidrógeno de 0.5 mL/L a 1.0 mL/L (E4) se pretendía incrementar la velocidad de degradación del amarillo novactive F4GL ya que esta es una fuente de radicales hidroxilo. Comparando los ensayos E3 y E4 se comprobó que a mayor peróxido de hidrógeno es mayor el porcentaje de degradación y mineralización del colorante (la cantidad de FeCl₃ fue constante).

El aumento del FeCl₃ de 30 mg/L a 60 mg/L, usando solo el fotosensibilizador (ensayos E2 y E5, respectivamente), incrementó el porcentaje de degradación

y mineralización del colorante en un 70.3% y 40.1%, respectivamente, aunque el aumento entre ambos ensayos no es significativo (7 y 5%, respectivamente). El ensayo con 60 mg/L de FeCl_3 y 0.5 mL/L (E6) incrementó el porcentaje de degradación y mineralización en un 96.6% y 59.7%; este ensayo es uno de los mejores para este colorante. Al aumentar la cantidad de peróxido de hidrógeno en 1 mL/L, se obtuvo un 100% de degradación y un 70.1% de mineralización en dos horas; se observó que para este experimento, en un tiempo de 80 minutos, ya se había degradado completamente el colorante, y se encontró en este mismo tiempo un porcentaje de mineralización del 59.3%; se dejó el ensayo hasta dos horas para comprobar la evolución de la mineralización, y dio, como se dijo anteriormente, un 70.1% en dos horas. Este es el mejor ensayo obtenido para el colorante amarillo novactive F4GL.

Para comprobar la importancia de la oxidación química con peróxido de hidrógeno, se realizaron los ensayos E8 y E9 con 0.5 mL/L y 1.0 mL/L; se obtuvo un 48.2 y un 59.4% de degradación y un 21.3 y 36.7% de mineralización, respectivamente. El porcentaje de degradación y mineralización del colorante aumentó con el incremento en la cantidad del peróxido de hidrógeno, probablemente, debido a que el H_2O_2 tiene un alto potencial de oxidación.

La tabla 3 y las figuras 3 y 4 muestran los porcentajes de degradación y mineralización para diferentes ensayos con TiO_2 ; para la fotólisis (E1) los porcentajes de degradación y mineralización fueron los resultados más bajos encontrados para este colorante, 34.3 y 7.3%, respectivamente. El empleo de 30 mg/L del TiO_2 (E2) incrementó el porcentaje de degradación y mineralización del colorante en un 54.1 y 27.2%, respectivamente; este ensayo se realizó con el objetivo de determinar si el TiO_2 fotoactivado es capaz de generar a partir del agua suficientes radicales hidroxilo libre como para degradar y mineralizar el amarillo novactive F4GL. Por esta razón se hizo la fotocatalisis sin peróxido de hidrógeno.

En comparación con el uso de solo TiO_2 , el empleo de 30 mg/L de TiO_2 y 0.5 mL/L de H_2O_2 (E3) incrementó el porcentaje de degradación y mineralización del colorante en un 68.2 y 35.1%, respectivamente. Esto es explicable ya que en este ensayo el agente oxidante es el radical hidroxilo, de gran poder oxidante. El radical hidroxilo se forma fácilmente a partir del peróxido de hidrógeno por la presencia de dióxido de titanio, cuando este es fotoactivado por la luz ultravioleta.

Con el aumento del peróxido de hidrógeno de 0.5 mL/L a 1.0 mL/L (E4) se pretendía incrementar la velocidad de degradación del amarillo novactive F4GL ya que esta es una fuente de radicales hidroxilo. Comparando los ensayos E3 y E4 se comprobó que a mayor peróxido de hidrógeno es mayor el porcentaje de degradación y mineralización del colorante (la cantidad de TiO_2 fue constante).

Es interesante determinar si el TiO_2 fotoactivado es capaz de generar, a partir del agua, suficientes radicales hidroxilo como para degradar y mineralizar el ama-

rillo novactive F4GL. Por esta razón se hizo la fotocatalisis sin peróxido de hidrógeno. El aumento del TiO_2 de 30 mg/L a 60 mg/L, usando solo el fotosensibilizador (ensayos E2 y E5, respectivamente), incrementó el porcentaje de degradación y mineralización del colorante en un 62.0% y 33.9%, respectivamente, aunque el aumento entre ambos ensayos no es significativo (8 y 6%, respectivamente).

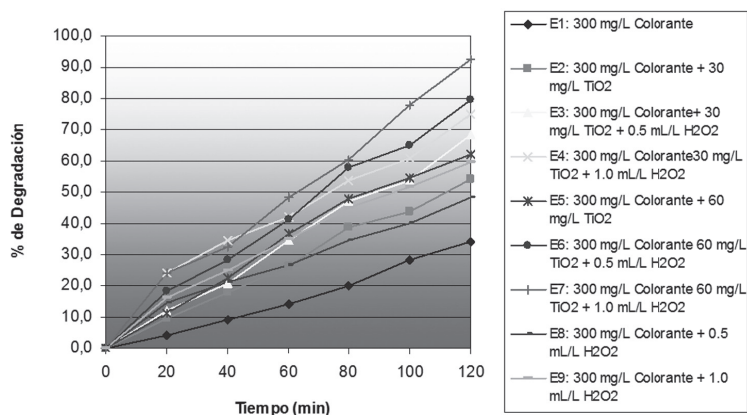


Figura 3. Porcentaje de degradación del colorante amarillo novactive F4GL con TiO_2 en los diferentes ensayos

Fuente: elaboración propia.

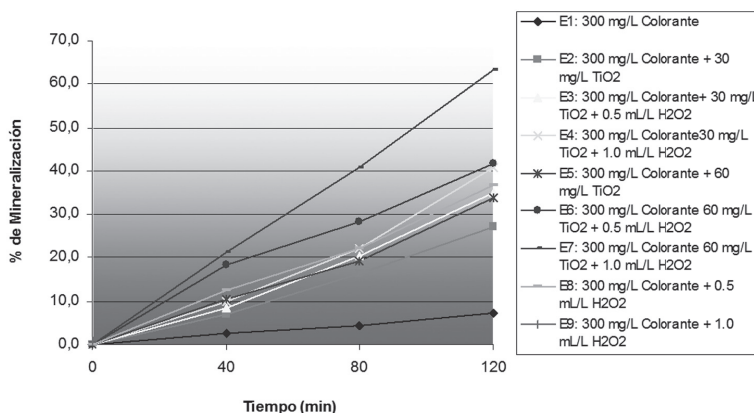


Figura 4. Porcentaje de mineralización del colorante amarillo novactive F4GL con TiO_2 en los diferentes ensayos

Fuente: elaboración propia.

El ensayo con 60 mg/L de TiO_2 y 0.5 mL/L (E6) incrementó el porcentaje de degradación y mineralización en un 79.5% y 41.8%; es este ensayo uno de los mejores para este colorante con el TiO_2 . Al aumentar la cantidad de peróxido de hidrógeno en 1 mL/L (E7) se obtuvo un 92.3% de degradación y un 63.4% de mineralización en dos horas. Este es el mejor ensayo obtenido para el colorante amarillo novactive F4GL con TiO_2 .

Si se comparan los fotocatalizadores utilizados para el colorante amarillo novactive F4GL (FeCl_3 y TiO_2), se concluye que el colorante degrada y mineraliza más rápidamente con el FeCl_3 ; esto sucedió en el ensayo E7 (60 mg/L FeCl_3 y 1.0 mL/L de H_2O_2), donde se obtuvo un porcentaje de degradación de 100 y un porcentaje de mineralización de 70.1. En este mismo experimento se obtuvieron los mejores resultados para la degradación y mineralización del colorante con el TiO_2 .

Discusión

Con el FeCl_3

Se obtuvo un valor p de ($p = 0,0001 \leq \alpha$), para los efectos principales “tiempo acumulado (minutos), cloruro férrico (mg/L), peróxido de hidrogeno (mL/L)” y sus interacciones; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula con un nivel de confianza del 95%, con lo cual se concluye que estos efectos y sus interacciones son significativos; es decir, el cambio en el tiempo acumulado, la concentración de cloruro férrico (mg/L) y el peróxido de hidrogeno (mL/L), así como sus interacciones, influyen significativamente en el porcentaje de degradación y en el porcentaje de mineralización. Como las interacciones son significativas no se pueden evaluar los efectos principales por separados; por lo tanto, en la figura 5 se presenta el análisis de las interacciones para cada variable respuesta.

El R^2 para los modelos porcentaje de mineralización y el porcentaje de degradación es $R^2=0.9902$ y $R^2=0.9922$, lo que indica que cada modelo explica un 99,02% y 99,22% los datos obtenidos, por tanto, el error absorbe un 0,98% y 0,78%, respectivamente, debido a factores incontrolables desconocidos. Lo anterior indica que los factores fueron bien seleccionados y controlados para el experimento. Como cada modelo cumplió con los supuestos y, además, explica más del 90% de los datos obtenidos, concluimos que estos modelos son adecuados para explicar el porcentaje de degradación y el porcentaje de mineralización del colorante con FeCl_3 .

En la figura 5 se observa cómo el porcentaje de degradación aumenta durante el tiempo en minutos del experimento, con cualquier nivel de cloruro férrico y de peróxido de hidrogeno, pero es óptimo este aumento para 60 mg/L de FeCl_3 y 1 mL/L de H_2O_2 . Trabajar sin peróxido de hidrogeno y sin cloruro férrico proporciona la menor degradación. Se puede ver que las mayores degradaciones del colorante se obtienen cuando se combina 1 mL/L de peróxido de hidrogeno con 60 mg/L de cloruro férrico.

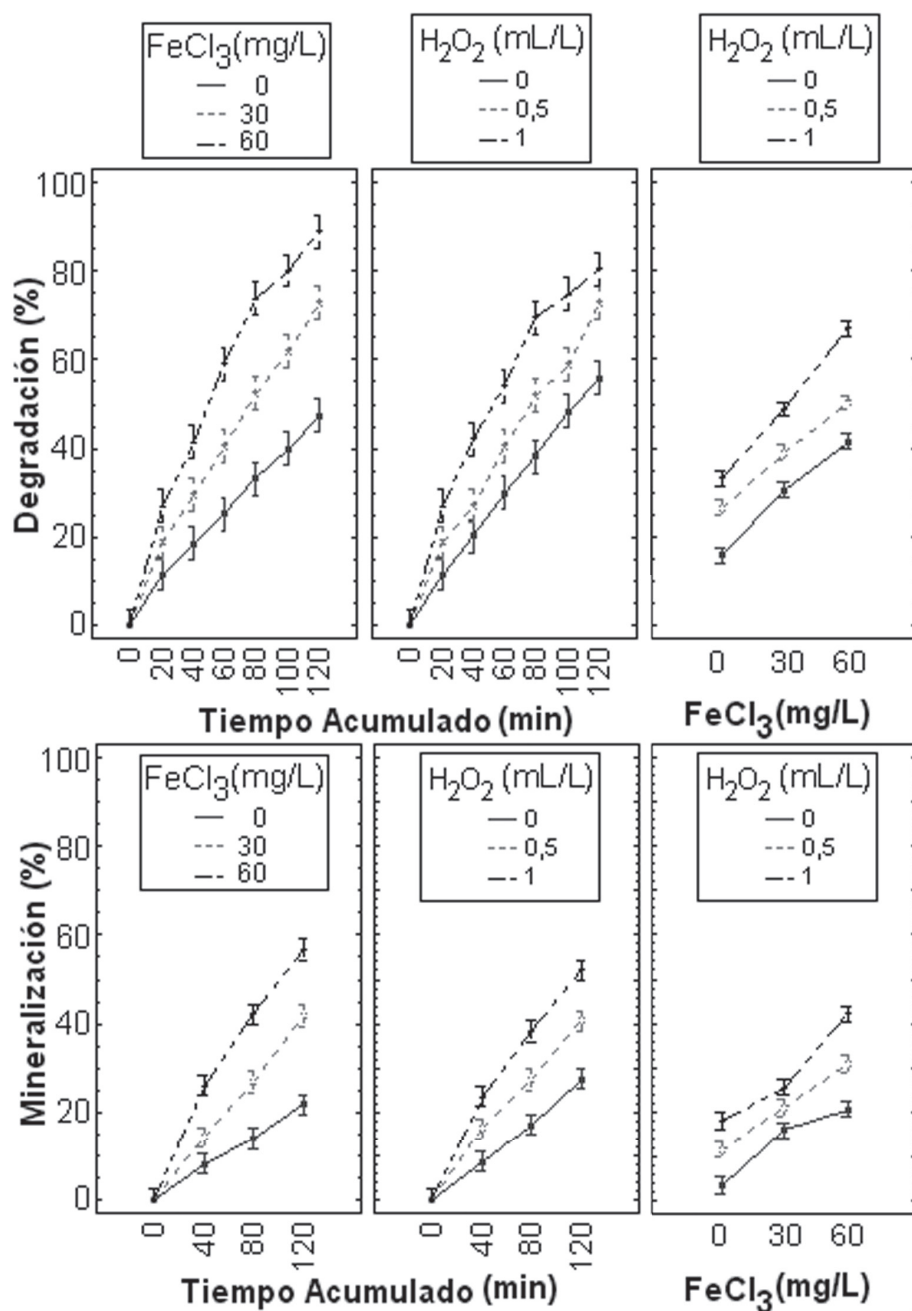


Figura 5. Porcentaje mineralización y degradación frente a tiempo en minutos, FeCl_3 y H_2O_2

Fuente: elaboración propia.

Cinética de degradación y mineralización

Para determinar si el orden de la reacción es uno, se representó gráficamente el logaritmo de la concentración residual del colorante contra el tiempo acumulado, para el porcentaje de degradación y porcentaje de mineralización (figura 6). Las reacciones fueron de primer orden (mayor valor en el coeficiente de correlación). La reacción de primer orden dependería de la constante de degradación del colorante. Los tiempos de vida media y las velocidades de reacción fueron calculados de acuerdo con los planteamientos realizados en la ecuación de orden de reacción 1.

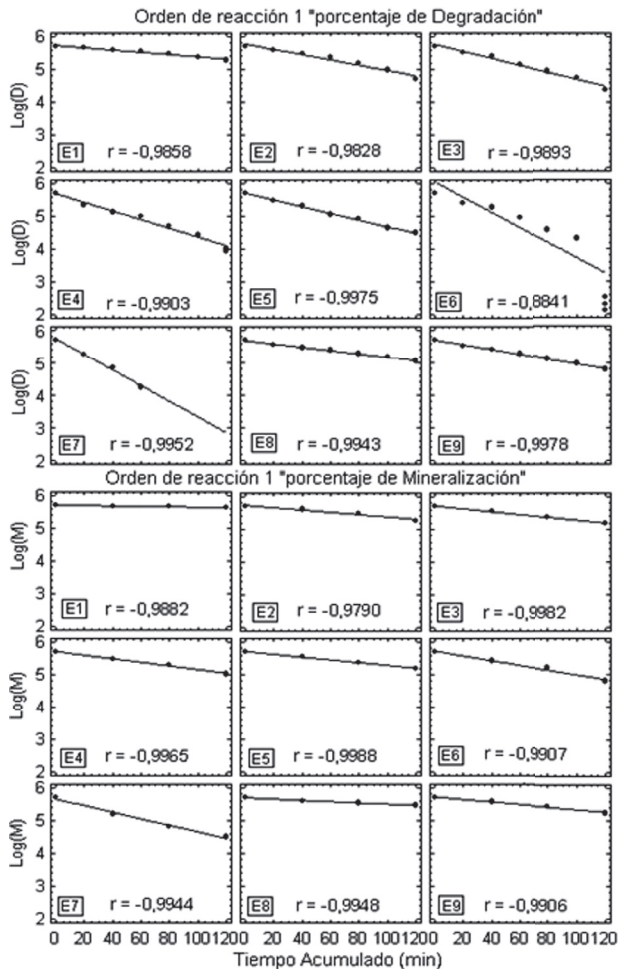


Figura 6. Gráficas de reacción orden 1, para el porcentaje de degradación y porcentaje de mineralización del colorante con FeCl_3

Fuente: elaboración propia.

La figura 7 presenta el resumen del logaritmo de la concentración de degradación y logaritmo de la concentración de mineralización del colorante con FeCl_3 . En esta figura se puede observar cómo el ensayo (E7) es el que presenta mayor pendiente en las líneas rectas.

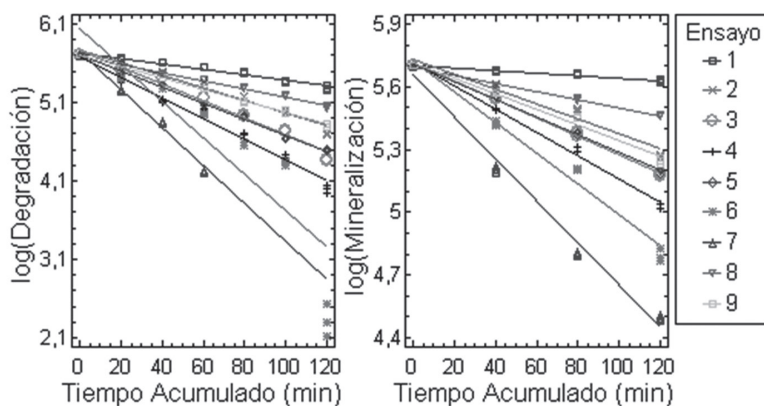


Figura 7. Resumen de gráficas de reacción orden 1, para la concentración de degradación y porcentaje de mineralización del colorante con FeCl_3 .

Fuente: elaboración propia.

El orden de la reacción, la constante de velocidad y el tiempo de vida media para cada uno de los ensayos realizados en el porcentaje de degradación y porcentaje de mineralización del amarillo con FeCl_3 , se observan en la tabla 4. Según la constante de velocidad, la reacción de degradación y mineralización del Amarillo con FeCl_3 más rápida fue con el ensayo 7 (E7), con un tiempo de vida medio de 28.76 y 69.30 minutos, respectivamente.

Diseño factorial 3^3 para optimizar las variables respuestas

Con la metodología de la pendiente ascendente se obtuvieron los valores de los factores que optimizan la variable respuesta en cada porcentaje desde 50 hasta 100%. La combinación de FeCl_3 , H_2O_2 y tiempo que genera el máximo de porcentaje de degradación y de mineralización se presenta en la tabla 5. La superficie de repuestas para las variables dependientes estudiadas, se presenta en la figura 8.

El máximo porcentaje de degradación no es estable; el FeCl_3 , H_2O_2 y tiempo, respecto al porcentaje de mineralización permanece constante en las variables FeCl_3 , H_2O_2 y tiempo desde 80% (tabla 5).

Tabla 4. Orden de reacción, constante de velocidad y tiempo de vida media para el porcentaje de mineralización y porcentaje de degradación del colorante con FeCl_3

	Ensayo	Orden de la reacción	Constante de velocidad (min^{-1})	Correlación	Tiempo de vida media (min)
Degradación (%)	E1	1	0,0035	-0,9858	198,00
	E2	1	0,0080	-0,9828	86,63
	E3	1	0,0107	-0,9893	64,77
	E4	1	0,0132	-0,9903	52,50
	E5	1	0,0101	-0,9975	68,61
	E6	1	0,0232	-0,8841	29,87
	E7	1	0,0241	-0,9952	28,76
	E8	1	0,0051	-0,9943	135,88
	E9	1	0,0073	-0,9978	94,93
Mineralización (%)	E1	1	0,0006	-0,9882	1155,0
	E2	1	0,0035	-0,9790	198,00
	E3	1	0,0043	-0,9982	161,16
	E4	1	0,0055	-0,9965	126,00
	E5	1	0,0042	-0,9988	165,00
	E6	1	0,0073	-0,9907	94,93
	E7	1	0,0100	-0,9944	69,30
	E8	1	0,0019	-0,9948	364,74
	E9	1	0,0037	-0,9906	187,30

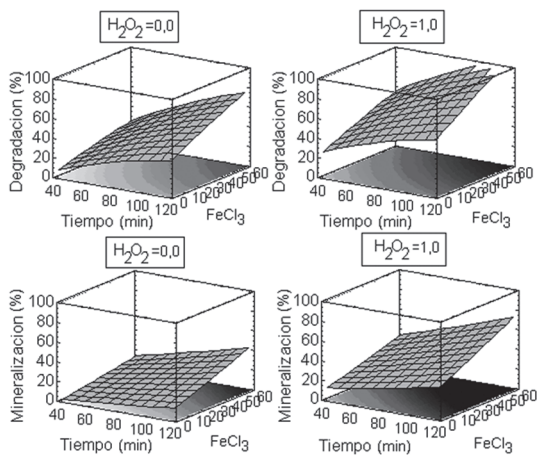


Figura 8. Superficies de respuesta que relacionan FeCl₃, H₂O₂ y tiempo

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Combinación de FeCl₃, H₂O₂ y tiempo

Variables	Mínimo	Máximo	Degradación (%)						
			50	60	70	80	90	100	
Tiempo	40,0	120,0	75	88	101	112	120	111	
TiO ₂	0,0	60,0	28	33	37	43	49	58	
FeCl ₃	0,0	1,0	0.51	0.53	0.58	0.67	0.70	0.92	
Variables	Mínimo	Máximo	Mineralización (%)						
			50	60	70	80	90	100	
Tiempo	40,0	120,0	98	107	117	120	120	120	
FeCl ₃	0,0	60,0	52	60	60	60	60	60	
H ₂ O ₂	0,0	1,0	0.64	0.74	0.97	1	1	1	

Con el TiO₂

Se obtuvo un valor de ($p = 0,0001 \leq \alpha$), para los efectos principales “tiempo acumulado (minutos), dióxido de titanio (mg/L), peróxido de hidrogeno (mL/L)” y sus interacciones. Se rechaza la hipótesis nula con un nivel de confianza del 95%, con lo cual se concluye que estos efectos y sus interacciones son significativos, o sea, que el cambio en el tiempo acumulado, la concentración de dióxido de titanio (mg/L) y peróxido de hidrógeno (mL/L), así como sus interacciones,

influyen significativamente en el porcentaje de degradación y en el porcentaje de mineralización del colorante con TiO_2 . Como las interacciones son significativas no se pueden evaluar los efectos principales por separados, por lo tanto en la figura 9 se presenta el análisis de las interacciones para cada variable respuesta.

El coeficiente de determinación (R^2) para los modelos porcentaje de mineralización y porcentaje de degradación es $R^2=0.9904$ y $R^2=0.9952$, respectivamente, lo que indica que cada modelo explica un 99,04% y 99,52% los datos obtenidos; por tanto, el error absorbe un 0.96% y 0.48%, respectivamente, debido a factores incontrolables desconocidos. Lo anterior indica que los factores fueron bien seleccionados y controlados para el experimento. Como cada modelo cumplió con los supuestos y, además, explica más del 90% de los datos obtenidos, se concluye que son adecuados para explicar el porcentaje de degradación y el porcentaje de mineralización del colorante con TiO_2 .

En la figura 9 se observa cómo el porcentaje de degradación aumenta durante el tiempo en minutos del experimento, con cualquier nivel de dióxido de titanio y de peróxido de hidrogeno, pero es óptimo este aumento para 60 mg/L de TiO_2 y 1 mL/L de H_2O_2 . Trabajar sin peróxido de hidrógeno o sin dióxido de titanio proporciona la menor degradación. Se puede ver que la mayor degradación del colorante se obtiene cuando se combina 1 mL/L de peróxido de hidrógeno con 60 mg/L de dióxido de titanio.

Cinética de degradación y mineralización

Para determinar si el orden de la reacción es uno, se representó gráficamente el logaritmo de la concentración residual del colorante contra el tiempo acumulado, para la concentración de degradación y porcentaje de mineralización (figura 10). Las reacciones fueron de primer orden (mayor valor en el coeficiente de correlación). La reacción de primer orden dependería de la constante de degradación del colorante. Los tiempos de vida media y las velocidades de reacción fueron calculados de acuerdo con los planteamientos realizados en la ecuación de orden de reacción 1.

La figura 11 presenta el resumen del logaritmo de la concentración de degradación y logaritmo de la concentración de mineralización del amarillo con TiO_2 . En esta figuras se puede observar cómo el ensayo 7 (E7) es el que presenta mayor pendiente en las líneas rectas.

El orden de la reacción, la constante de velocidad y el tiempo de vida media para cada uno de los ensayos realizados en la concentración de degradación y de mineralización del colorante con TiO_2 se observan en la tabla 6. Según la constante de velocidad, la reacción de la concentración de degradación y la concentración de mineralización del amarillo novactive F4GL con TiO_2 más rápida fue con el E7, con un tiempo de vida medio de 36.47 y 84.51 minutos, respectivamente.

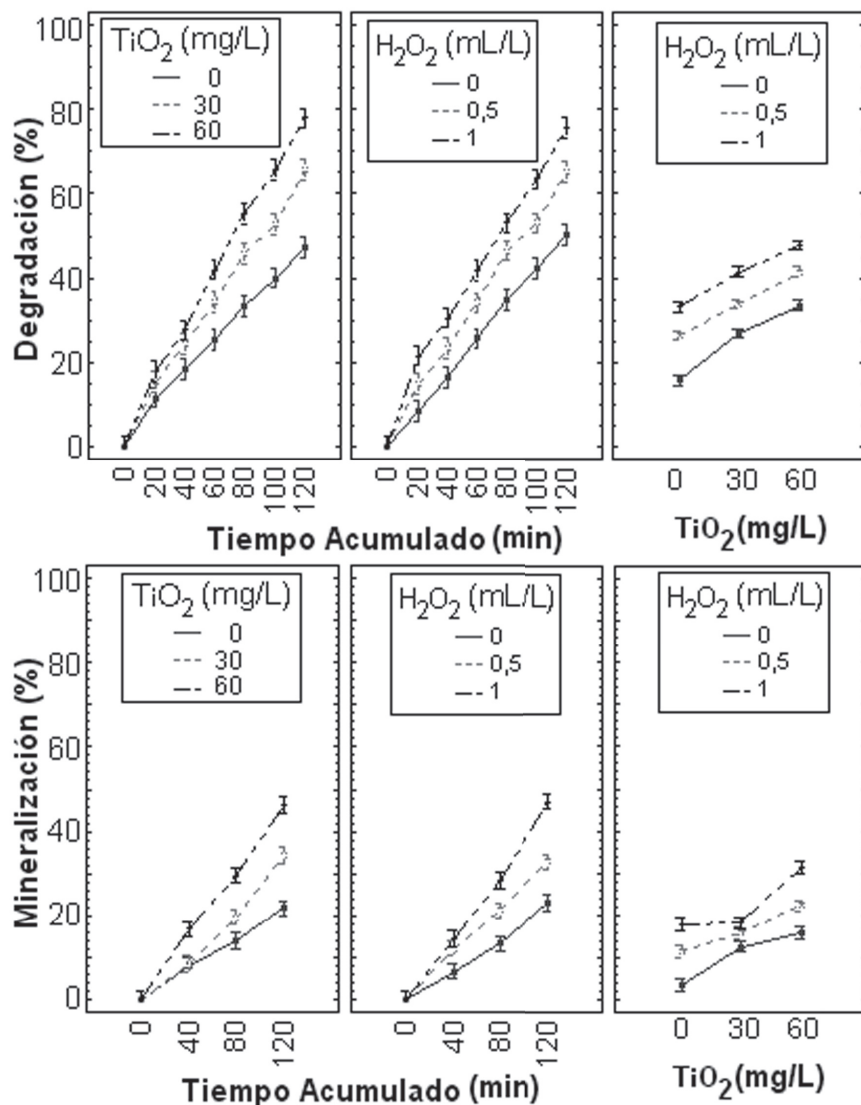


Figura 9. Porcentaje de mineralización y degradación frente a tiempo en minutos, TiO₂ y H₂O₂

Fuente: elaboración propia.

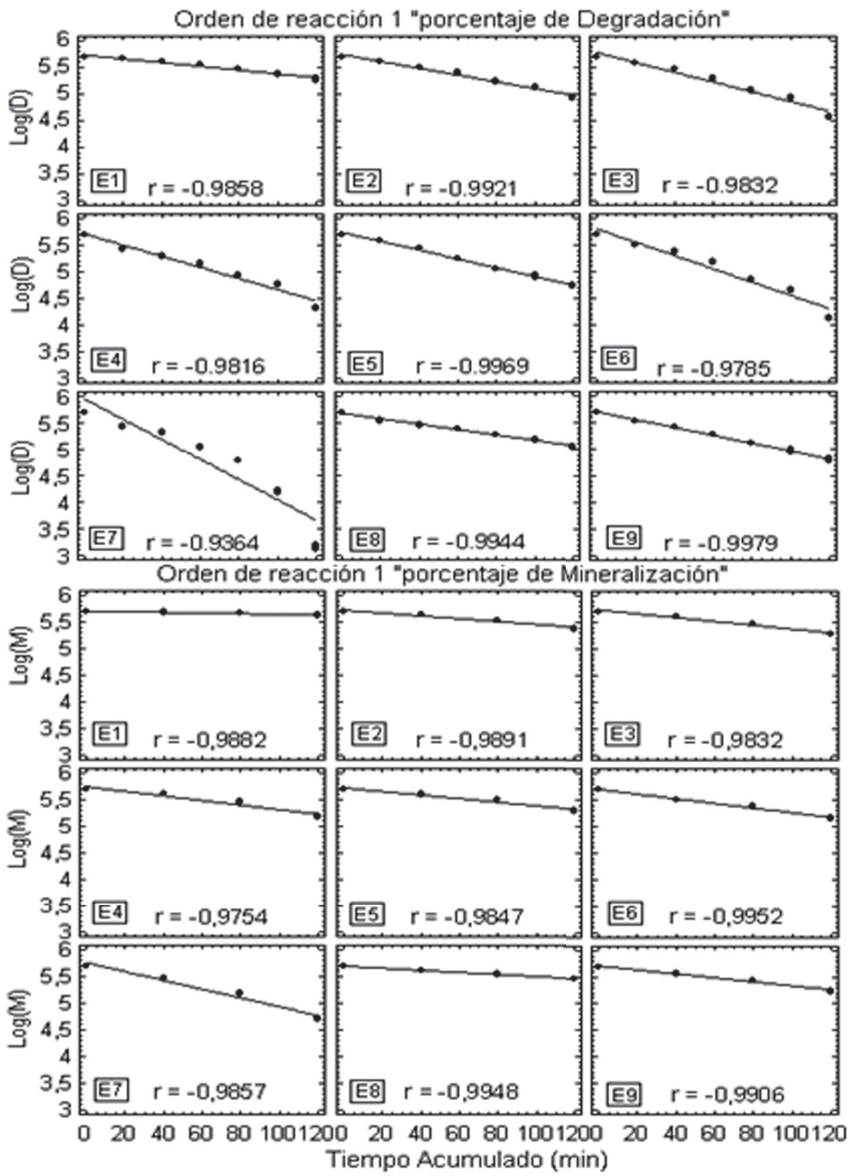


Figura 10. Gráficas de reacción orden 1, para la concentración de degradación y porcentaje de mineralización del colorante

Fuente: elaboración propia.

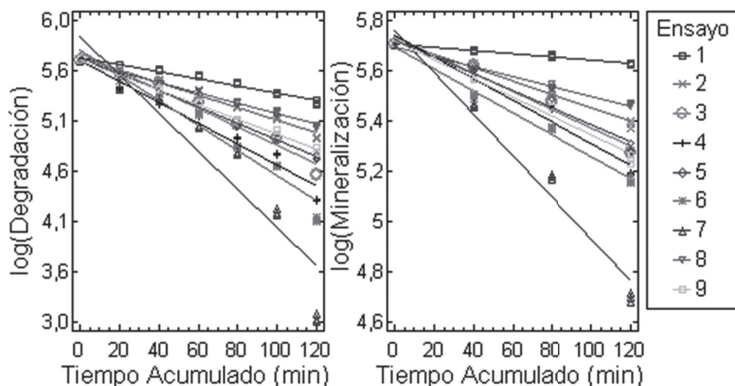


Figura 11. Resumen de gráficas de reacción orden 1, para la degradación y mineralización del colorante con TiO_2 .

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Orden de reacción, constante de velocidad y tiempo de vida media para la degradación y mineralización del colorante con TiO_2 .

	Ensayo	Orden de la reacción	Constante de velocidad (min^{-1})	Correlación	Tiempo de vida media (min)
Degradación (%)	E1	1	0,0073	-0,9979	94,93
	E2	1	0,0035	-0,9858	198,00
	E3	1	0,0063	-0,9921	110,00
	E4	1	0,0091	-0,9832	76,15
	E5	1	0,0104	-0,9816	66,63
	E6	1	0,0082	-0,9969	84,51
	E7	1	0,0190	-0,9785	36,47
	E8	1	0,0124	-0,9364	55,89
	E9	1	0,0051	-0,9944	135,88
Mineralización (%)	E1	1	0,0006	-0,9882	1155,0
	E2	1	0,0026	-0,9891	266,54
	E3	1	0,0035	-0,9832	198,00
	E4	1	0,0042	-0,9754	165,00
	E5	1	0,0033	-0,9847	210,00
	E6	1	0,0043	-0,9952	161,16
	E7	1	0,0082	-0,9857	84,51
	E8	1	0,0019	-0,9948	364,74
	E9	1	0,0037	-0,9906	187,30

Diseño factorial 3^3

Con la metodología de la pendiente ascendente se obtuvieron los valores de los factores que optimizan la variable respuesta en cada porcentaje desde 50 hasta 100%. La combinación de TiO_2 , H_2O_2 y el tiempo que genera el máximo del porcentaje de degradación y de mineralización se presentan en la tabla 7. La superficie de respuestas para las variables dependientes estudiadas se presenta en la figura 12.

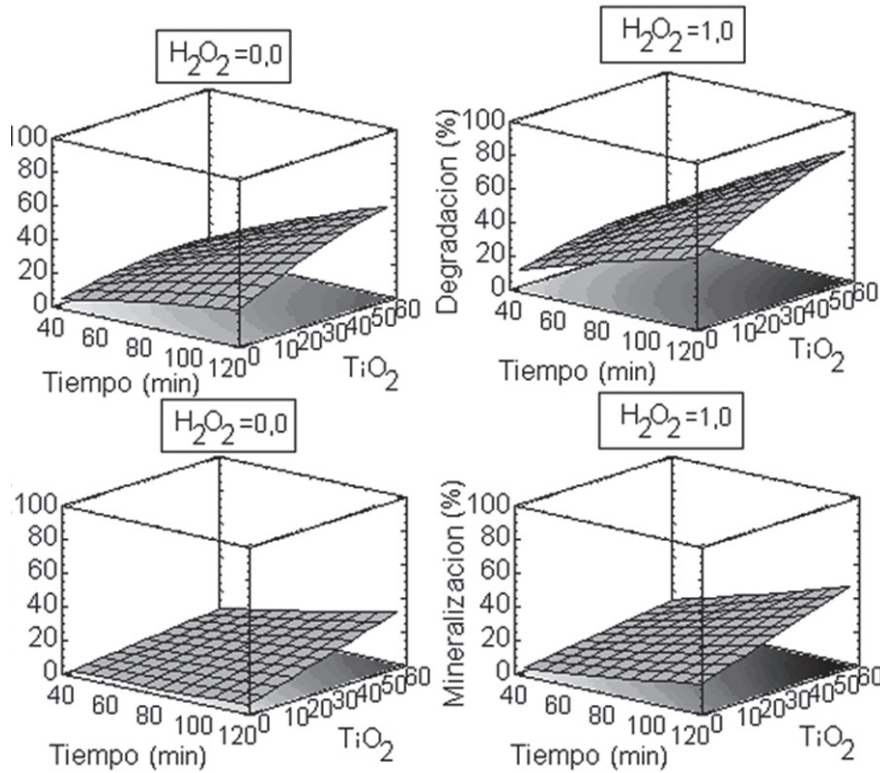


Figura 12. Superficies de respuesta que relacionan TiO_2 , H_2O_2 y tiempo del colorante.

Fuente: elaboración propia.

El máximo porcentaje de degradación se estabiliza en TiO_2 , H_2O_2 y el tiempo después de 70%; respecto al porcentaje de mineralización, éste permanece constante en las variables TiO_2 , H_2O_2 y tiempo constante, desde 50%.

Tabla 7. Combinación de TiO_2 , H_2O_2 y tiempo

Variables	Mínimo	Máximo	Degradación (%)					
			50	60	70	80	90	100
Tiempo	40,0	120,0	78	113	120	120	120	120
TiO_2	0,0	60,0	60	43	52	60	60	60
H_2O_2	0,0	1,0	0.98	0.63	0.76	1	1	1

Variables	Mínimo	Máximo	Mineralización (%)					
			50	60	70	80	90	100
Tiempo	40,0	120,0	120	120	120	120	120	120
TiO_2	0,0	60,0	60	60	60	60	60	60
H_2O_2	0,0	1,0	1	1	1	1	1	1

Conclusiones

Al aumentar la concentración del fotosensibilizador, se incrementaron la degradación y la mineralización de los colorantes estudiados, lo que ratifica que el aumento del fotosensibilizador permite que existan más sitios activos para generar radicales hidroxilos y, por ende, mayor porcentaje de degradación y mineralización.

La presencia de peróxido de hidrógeno favorece la generación de radicales hidroxilo, los cuales son fuertemente oxidantes y permiten la degradación y el rompimiento de las moléculas que componen los compuestos recalcitrantes de los colorantes.

A medida que se prolonga el tiempo de exposición e irradiación del colorante, se incrementa el porcentaje de remoción del mismo, debido al intervalo de tiempo en el cual se desarrollan las reacciones de oxidación y reducción de compuestos en los procesos de oxidación avanzada.

Comparando la fotocatalisis para el colorante amarillo novactive F4GL (FeCl_3 y TiO_2), se concluye que el colorante degrada y mineraliza más rápidamente con el FeCl_3 ; esto sucedió en el ensayo E7 (60 mg/L FeCl_3 y 1.0 mL/L de H_2O_2), donde se obtuvo un porcentaje de degradación del 100% y un porcentaje de mineralización del 70.1%. En este mismo experimento se obtuvieron los mejores resultados para la degradación y mineralización del colorante con el TiO_2 .

Referencias bibliográficas

1. PEÑUELA MESA, Gustavo Antonio. Fotólisis y fotodegradación sensibilizada con Fe^{3+} y TiO_2 de pesticidas en aguas naturales. Barcelona, 1998, 149p. Tesis doctoral

- (Química Analítica del Medio Ambiente y de la Polución). Universidad de Barcelona. Departamento de Química analítica.
2. GARCÉS GIRALDO, Luís Fernando. Fotocatálisis con TiO_2 de los colorantes azul de metileno y naranja reactivo 84 utilizando colector solar. Medellín, 2003, 220p. Tesis (Magister en Ingeniería Ambiental). Universidad de Antioquia. Ingeniería Ambiental.
 3. GARCÉS G., Luis F., y otros. La fotocatalisis como alternativa para el tratamiento de aguas residuales. En: revista Lasallista de investigación. Corporación Universitaria Lasallista. Vol. 1. No. 1 (jun. 2004); p. 83-92.
 4. MALATO RODRÍGUEZ, Sixto et al. Descontaminación de aguas de lavado de envases de plaguicidas mediante Fotocatálisis solar. Madrid : Ciemat, 2001; 189 p.
 5. PORRAS, Paula et al. Tratamiento de los desechos líquidos de la facultad de ingeniería por medio de Fotocatálisis. En : Revista facultad de ingeniería. Universidad de Antioquia. Medellín. No. 21 (dic. 2000); p.11-18.
 6. FRANCO C., Alexander y ORTIZ, Natalia. Manejo y tratamiento de los residuos líquidos de la facultad de ingeniería. En: revista facultad de ingenierías. Universidad de Antioquia. Medellín, departamento de Ingeniería química. 2000. 226 p.
 7. LIU, G., et al. Photooxidation pathway of sulforhodamine-B. dependence on the adsorption mode on TiO_2 exposed to visible light radiation. En: Environmental science & technology. Vol. 34 (2000); p. 3982-3990.
 8. GÓMEZ, L. et al. Fotooxidación de vertidos químicos: Revisión y experiencias de procesos de oxidación avanzada. En: Ingeniería Química. Madrid. No. 371; (sep. 2000); p. 211-216.
 9. VIDAL, A. et al. Oxidación solar fotocatalítica: Aplicación al tratamiento de afluentes cianurados. En : ingeniería química. Madrid. No 375 (ene. 2001); p.161-165.
 10. VIDAL, A. et al. Procesos solares fotocatalíticos en el tratamiento de afluentes: aplicaciones al tratamiento de aguas de lavado conteniendo plaguicidas. En: ingeniería química. Madrid. No 386 (enero 2002); p106-111.
 11. BUMPUS, Jhon. Et al. Remediation of water contaminated with an azo dye: an undergraduate laboratory experiment utilizing an inexpensive photocatalytic reactor. En: Journal of Chemistry Education. Vol 76. No. 12, December, 1999.
 12. PEÑUELA M., Gustavo. Destoxificación solar de aguas mediante Fotocatálisis o fotosensibilización. En Revista facultad de ingeniería. Universidad de Antioquia. Medellín. No 19 (dic. 1999).
 13. LAZLO, Joseph. Regeneration of azo-dye. Saturated sellulosic anion exchange resin by burkholdeara cepacia anaerobic dye reduction. En: Environmental science & technology. No. 34; (ene. 2000); p. 167-172.
 14. LI, X.Z. y LI, F.B. Study of Au/Au^{3+} - TiO_2 photocatalysis toward visible Photooxidation for water and wasterwater treatment. En: Environmental science & technology. No. 35 (2001); p. 2381-2387.
 15. BEKBOLET, M. And BALCIOGLU, I. Photocatalytic degradation kinetics of humic acid in aqueous TiO_2 dispersions: the influence of hydrogen peroxide and bicarbonate ion. En: Water Science & Technology. Vol. 34. No. 9. p. 73-80. 1996.

16. FRANCO, A. et al. Fotocatálisis de Hg^{2+} y Cr^{6+} en aguas residuales. En: Revista Facultad de Ingeniería. U de A. No. 24. p 7-13, Diciembre, 2001.
17. MALATO, S., et al. Low concentrating CPC collectors for photocatalytic water detoxification: comparison with a medium concentrating solar collector. En: Water Science & Technology. IAWQ. Vol. 35. No. 4. p 157-164. 1997.
18. LI and Y., X.Z. y Zhao., G. Advanced treatment of dyeing wastewater for reuse. En: Water Science & Technology. IAWQ. Vol. 39. No. 10-11. p 249-255, 1999.
19. HALMANN, Martín M. Photodegradation of water pollutants. CRC Press. New York. 2000.
20. PERALT Z., Patricio, et al. Degradation of reactive dyes I. A comparative study of ozonation enzymatic and photochemical processes. En: Chemosphere. Vol. 38. No. 4. p 835-852, 1999.
21. ZHAO, Wei, et al. Photodegradation of Sulforhodanine-B dye in platinumized titania dispersions under visible light irradiation: Influence of Platinum as a functional co-catalyst. En: The Journal of physical chemistry. Vol. 16. No. 16, p 5022-5028. Mayo, 2002.
22. GULYAS, h. et al. Experiences with solar application of photocatalytic oxidation for dye removal from a model textile industry wastewater. En: Water Pollution VI. Modelling, Measuring and Prediction. Editorial C.A. Brebbia. p 153-165, 2001.
23. PÉREZ, L., y otros. Degradación de desechos de laboratorio mediante fotocátalisis solar. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México, 2001.
24. NI, Meng et al. A review and recent developments in photocatalytic water-splitting using TiO_2 for hydrogen production. In : Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol. 20, No. 40. 31 (mar. 2005); p.1-26.
25. MANSILLA, H. et al. Tratamiento de residuos líquidos de la industria de celulosa y textil. En: CYTED VII-G. Eliminación de contaminantes por fotocátalisis heterogénea. La Plata, Argentina : CYTED VII-G, 2001. p. 60-84.
26. TELLO RENDON, Erick Danilo. Optimización de tecnologías fotocatalíticas de oxidación avanzada aplicadas al tratamiento de residuos líquidos de laboratorio. Las Palmas de Gran Canaria, 2000, 333p. Tesis doctoral. Universidad de las Palmas de Gran Canaria.
27. GALINDO, Catherine; BARD, Allen J. And KISPERT, Lowell D. Photodegradation of the aminoazobenzene acid orange 52 by three advanced oxidation processes: UV/ H_2O_2 , UV/ TiO_2 , and VIS/ TiO_2 . Comparative mechanistic and kinetic investigations. In: Journal of Photochemistry and Photobiology. Vol. 130, No.1. (jan. 2000); p: 35-47.
28. POZZO, R.L. et al. Radiation extinction of slurried TiO_2 as a function of mechanical action and ionic composition of the suspending media: a key factor in the photocatalytic efficiency. In: Applied Catalysis B: Environmental. Vol. 38, No. 1 (jul. 2002); p: 61-69.
29. GRZECHULSKA, J. and WALDEMAR, A. Photocatalytic decomposition of azo-dye acid black 1 in water over modified titanium dioxide. In: Applied Catalysis B: Environmental. Vol. 36, No. 1 (feb. 2002); p: 45-51.

30. STOCK, N.L. et al. Combinative sonolysis and photocatalysis for textile dye degradation. In: Environmental Science and Technology. Vol. 34, No. 9 (2000); p. 1747-1750.
31. Gulyas, H. et al. Experiences with solar application of photocatalytic oxidation for dye removal from a model textile industry wastewater. En: WATER POLLUTION. (6 : 2001 : Southampton). Water pollution VI. Modelling, Mearuring and Prediction. Southampton : Hrsg; Brebbia; WIT Press, 2001. p. 153-165.
32. INCE., N.H. and TEZCANLI, G. Treatability of textile dye-bath effluents by advanced oxidation: preparation for reuse. In: Water Science and Technology. Vol. 10, No. 1. (1999); p.183-190.
33. BUMPUS, Jhon et al. Remediation of water contaminated with an azo dye: an undergraduate laboratory experiment utilizing an inexpensive photocatalytic reactor. In : Journal of Chemistry Education. Vol. 76, No. 12 (dec. 1999); p.1680-1683.

Retos analíticos y perspectivas instrumentales del monitoreo de pesticidas

Claudio Jiménez Cartagena*,
Daniel Esteban León Pérez**,
Gustavo Antonio Peñuela Mesa***

Resumen

La complejidad de las matrices ambientales, de las matrices alimenticias, las bajas concentraciones de los xenobióticos, su termodinámica, su persistencia y su metabolismo, alerta con respecto a los resultados analíticos obtenidos a través de las metodologías convencionales. El objetivo nunca será suprimirlas, sino disponer de metodologías comparables para garantizar que los datos reportados reflejen la dinámica real de cada analito en la matriz de interés. El análisis cualitativo y el análisis cuantitativo han permitido el desarrollo de técnicas instrumentales robustas y reproducibles; sin embargo, no solo basta con la dotación instrumental, sino, que el fortalecimiento de las técnicas de muestreo, del tratamiento de muestra y de la interpretación de los resultados, son tópicos fundamentales para los procesos de validación de metodologías de monitoreo y de tamizaje de microcontaminantes orgánicos.

El concepto de residualidad es claro para las comunidades académicas, científicas e incluso para el generador, pero su determinación y cuantificación siempre será un reto académico de gran trascendencia, un soporte legal indispensable y una responsabilidad social del sector productivo para con la salud pública y el mantenimiento del planeta. La responsabilidad de las universidades, de los centros de desarrollo tecnológico y del sector privado es desarrollar de metodologías

* Químico farmacéutico, magíster en Ciencias Básicas Biomédicas Subespecialidad Bioquímica, candidato a doctor en Ingeniería Ambiental. Director Grupo de Investigación Aplicada al Medioambiente (GAMA), Facultad de Ingenierías, Corporación Universitaria Lasallista. Caldas-Antioquia-Colombia. Correspondencia: clajimenez@lasallista.edu.co

** Ingeniero de alimentos, Grupo Diagnóstico y Control de la Contaminación-GDCON, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia. Medellín-Colombia

*** Químico, magíster en Química, doctor en Ingeniería Ambiental. Director Grupo Diagnóstico y Control de la Contaminación-GDCON, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia. Medellín-Colombia

analíticas rápidas y precisas para el monitoreo no solo de contaminantes, sino, de compuestos de interés. El desarrollo de sistemas de tratamiento de muestras junto con los desarrollos cromatográficos y sus complementos con la espectrometría de masas, constituyen un pilar fundamental para la toma de decisiones en el análisis de compuestos o productos de transformación en diferentes matrices en bajos niveles, inclusive, de partes por trillón (ppt).

Cada vez, el monitoreo analítico cobra mayor importancia, está más normalizado y demanda técnicas de seguimiento in situ y en tiempo real. Entre los cuales los biosensores, constituyen una herramienta de gran precisión y exactitud para los sistemas de monitoreo. Por lo anterior, esta revisión pretende mostrar algunos desarrollos en el tratamiento de muestra y en complementos instrumentales para la optimización de los procesos de identificación y cuantificación de contaminantes en matrices ambientales y en matrices alimenticias.

Analytic challenges and instrumental perspectives in pesticides monitoring

Abstract

The complexity of environmental and food matrixes, plus the low levels of xenobiotic agents, their thermodynamics, their persistence and their metabolism are interesting, given the analytic results obtained by conventional methodologies. The objective will never be to eliminate them, but to have similar methodologies in order to guarantee that the data reported show the actual dynamic of each analyte in the interest matrix. Qualitative and quantitative analysis have permitted the development of robust and repeatable instrumental techniques. Nevertheless, instrumental provision is not enough. Strengthening the sampling techniques for treating the samples and interpreting results is a fundamental point for validating the monitoring and organic micro pollutants screening methods. The concept of residuality is clear for academic and scientific communities, and even for the one who generates such pollutants. But determining and counting those pollutants will always be a great academic challenge, an indispensable legal support and a social responsibility for the productive sector with public health and the planet's sustainability. The biggest responsibility for universities, technological development centers and the private sector is to have rapid and accurate analytical technologies to not only monitor pollutants, but compounds of interest. The development in sample treatment systems, along with the development of chromatography and its complementation with mass spectrometry, are a fundamental basis for choice making about determining compounds or transformation products in diffe-

rent matrix levels, including parts per trillion (ppt). Analytical monitoring is becoming more and more important, is more regulated and demands a complementation with on site follow up techniques in real time, such as bio sensors, which are a very precise and exact tool for the monitoring systems. Given all of the facts exposed above, this review aims to show some advances in sampling and instrumental complementary elements to optimize the identification and quantification processes for pollutants in environmental and food matrixes

Introducción

El análisis de residuos de los pesticidas y otros contaminantes en los alimentos involucra la identificación y determinación de sustancias que se encuentran a concentraciones de subtrazas. Tras diseñar un muestreo lo suficientemente representativo, se procede con la etapa de extracción cuantitativa del analito y posteriormente se purifica y/o concentra el extracto obtenido antes de seguir en la etapa instrumental.

Los pesticidas constituyen uno de los contaminantes de mayor presencia en productos alimenticios de origen agrícola, y su presencia en los alimentos puede deberse a exposición a lo largo de la cadena productiva. Las frutas y vegetales son un tipo de alimento de gran demanda y cuyos procesos productivos se han sustentado en el uso de agroquímicos, detectados no solo en los productos en fresco, sino también, en productos procesados. En aras de proteger la salud de los consumidores es necesario garantizar ausencia de residuos o que no supongan un riesgo para los seres humanos y los animales. Los Límites máximos de residuos (MRL) son en el mecanismo para reducir el riesgo de los consumidores ante residuos de pesticida o de alguno de sus metabolitos.

En general, las técnicas convencionales de muestreo se fundamentan en la recolección de la muestra y su posterior almacenamiento hasta el análisis. Se parte de una muestra representativa, entre 2 y 10 L para muestras líquidas y entre 1 y 2 kg para muestras sólidas. Se prosigue con la homogeneización para garantizar que el tamaño muestral sea lo más representativo.

En el caso de una muestra líquida, es necesario filtrar para eliminar el material particulado; éste proceso debe efectuarse con mucho cuidado ya que algunos analitos hidrofóbicos como los organoclorados pueden ser adsorbidos en la superficie de las partículas y, alterando la recuperación y dirigiendo el uso de un método invasivo para la extracción. Por lo general, las muestras de agua sólo requieren de filtración, mientras que las muestras de alimentos líquidos deben ser sometidas a tratamientos previos en función del objetivo del análisis. Sin embargo, las muestras sólidas de origen ambiental y de alimentos deben ser pretratadas para lograr obtener una submuestra homogénea.

Independiente de la dificultad de las etapas analíticas, los desarrollos para dar cumplimiento con los MRL deben arrojar métodos analíticos reproducibles, seguros, rápidos y económicos, que permitan realizar tamizajes con celeridad, con el menor impacto ambiental y que permitan análisis seriados de diferentes muestras para la toma rápida de decisiones dentro de los procesos de inspección y vigilancia de la seguridad alimentaria.

Métodos de extracción

El proceso de extracción constituye la primera etapa de la preparación de la muestra. Su objetivo es separar el analito de la matriz para disminuir las interferencias, lo cual implica un estudio riguroso de las propiedades fisicoquímicas del mismo y las posibles interacciones con los constituyentes de la matriz.

Muestras sólidas

Métodos convencionales

El uso de solventes orgánicos constituye la práctica analítica de mayor aplicación para la extracción de pesticidas de los alimentos, y la extracción líquido-líquido (LLE) constituye el eje central de la mayoría de las determinaciones. Este método se fundamenta en el reparto del analito entre dos líquidos inmiscibles, y la eficiencia del proceso depende de la afinidad del analito por el solvente y del número de extracciones efectuadas. De ser un método sencillo ha pasado a sufrir modificaciones como la utilización de mezclas de solventes, modificaciones en el pH y el uso del efecto salino para la optimización de la extracción.

En el caso de agua y productos alimenticios (zumos y jugos) es necesario hacer una remoción del material particulado mediante filtros de fibra de vidrio previamente muflados para eliminar interferencias por materia orgánica. Por su parte, para el tratamiento de muestras sólidas (frutas y vegetales) es necesario triturar previo a una extracción sólido-líquido para lograr que los analitos sean separados eficientemente. En este caso, la eficiencia del proceso de extracción depende de la solubilidad, de la transferencia de masa y del efecto de la matriz. Ésta puede verse favorecida por el tamaño de partícula, de la temperatura, del coeficiente de difusión, de la agitación, de la presión y de la viscosidad del solvente.

La extracción sólido-líquido depende de la fortaleza de las interacciones entre los analitos y la matriz. La extracción con agitación, la extracción Soxhlet y la extracción asistida por ultrasonido son los procedimientos de extracción sólido-líquido más utilizados para la determinación de pesticidas en alimentos.

La extracción con agitación se lleva a cabo colocando en contacto la muestra con un solvente orgánico y agitando vigorosamente la mezcla para que se produzca la transferencia del analito de la matriz al solvente, con posterior filtración o centrifugación de la solución. El proceso anterior se debe repetir como mínimo dos veces y

al final se combinan los extractos obtenidos. Este método es recomendado cuando la solubilidad del analito en el solvente es alta y la matriz presenta alta porosidad. Para el caso en que los analitos son fuertemente retenidos en la matriz, es necesario utilizar reflujo con temperatura o ultrasonicar para aprovechar la radiación.

La extracción con Soxhlet es el método más utilizado para separar analitos de baja o media volatilidad y estables térmicamente. Pese a su difícil automatización y dificultad para la validación, se sigue como método oficial para muchos compuestos y se le atribuyen bondades como el no requerir posterior filtración y permitir la recuperación del solvente.

Por último, la extracción asistida por ultrasonido se efectúa a temperatura ambiente y por períodos de 10 a 15 minutos. Es aplicable a pesticidas termolábiles; sin embargo, requiere un buen conocimiento de la química del analito, ya que se han reportado procesos de degradación de algunos compuestos.

Los métodos anteriores no requieren de sofisticación, lo que los hace fáciles de utilizar y económicos. Sin embargo, entre las desventajas más importantes están el uso de grandes volúmenes de solvente y la demanda de material de vidrio, cuyo proceso de lavado es costoso e impacta seriamente el ambiente. Adicionalmente, éstos deben ser acompañados de etapas de purificación y de concentración, que llevan a pérdida de los analitos por manipulación.

Extracción con fluidos supercríticos

La extracción con fluidos supercríticos (SFE)¹ es una técnica muy empleada en el sector agroalimentario para la obtención de aromas, de sabores, de bebidas no alcohólicas y de aceites de semillas o productos de origen animal. Las excelentes propiedades ofrecidas por un fluido supercrítico como la selectividad, la alta difusividad y su baja viscosidad han hecho de ésta, una técnica muy amigable y de grandes perspectivas. Se empezó a utilizar a mediados de la década de 1980 cuando se viabilizó la comercialización del instrumento, pero su uso ha disminuido ya que el proceso de optimización depende mucho de la matriz, lo que la hace muy engorrosa y limita su utilización a los procesos de investigación.

Los fluidos supercríticos tienen densidades similares a las de los líquidos pero con mayores coeficientes de difusión y bajas viscosidades, similares a la de los gases, por lo que la extracción es más rápida que con líquidos orgánicos. El poder solvente de un fluido supercrítico puede modificarse con cambios de la presión y, en menor proporción, por la temperatura. Por el contrario, el poder disolvente de un líquido orgánico es prácticamente constante e independiente de las condiciones. El dióxido de carbono (CO₂) ha sido el fluido de elección en la mayoría de los estudios ya que es un solvente adecuado para analitos no polares. Para compuestos más polares es necesaria la introducción de modificadores, como el metanol o el agua, para aumentar la polaridad del CO₂ y mejorar la extracción.

Se ha reportado su uso para la determinación de aflatoxinas en maíz², de vitaminas en alimentos³, de acrilamida en frutos secos, de hidrocarburos poliaromáticos (PAH) en aceites vegetales⁴, de aceites en plantas medicinales⁵, de pesticidas en frutas y vegetales⁶, de hidrocarburos de sedimentos⁷, de pesticidas organoclorados en ginsen⁸, de multiresiduos de pesticidas en miel⁹, de pesticidas en suelos¹⁰ y de pesticidas en diferentes matrices en general¹¹; a su vez, está cobrando relevancia para procesos de descontaminación de diferentes ambiental¹².

Extracción con líquidos presurizados

La extracción con líquidos presurizados (PLE) incluye una serie de técnicas de extracción que utilizan solventes a altas temperaturas y altas presión. Las altas temperaturas permiten acelerar la cinética del proceso, mientras que las altas presiones evitan que el solvente alcance su punto de ebullición. La muestra se coloca en un recipiente sellado, se pasa el solvente y se calienta, con aumento de la presión en la celda. Al final de la extracción, el extracto se evacua de la celda con nitrógeno y se transfiere automáticamente a un vial. La muestra debe ser bien homogenizada y contener la menor cantidad de agua, para lo cual es necesario añadir agentes secantes, como hidromatrix, sulfato de sodio o de magnesio anhidros.

La variable más conocida es la extracción acelerada con disolventes (ASE), la cual es empleada desde 1995 y utiliza solventes orgánicos a altas temperaturas y alta presión para lixiviar las sustancias orgánicas de matrices sólidas. En comparación con las extracciones a temperatura ambiente y a presión atmosférica, ASE ofrece mayor rendimiento por el aumento de la solubilidad, el mejoramiento de la transferencia de masa y la interrupción de la adsorción de superficie por las condiciones definidas. Según estudios previos y algunas definiciones hechas por la agencia de protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), las condiciones básicas de operación en muestras sólidas son; temperatura de 100°C, presión de 2.000 psi, tiempo de equilibrio de 5 min, tiempo de extracción de 5 min en modo estático y con una mezcla de diclorometano y acetona en proporción 1:1.

Otra variable es la extracción a altas temperaturas y presiones con agua o extracción con agua sobrecalentada (SHWE); aunque SHWE es una técnica mucho más amigable con el ambiente, su principal desventaja con respecto a la ASE es el hecho de requerir una posterior extracción con varios solventes orgánicos.

La PLE se utiliza en el análisis de muestras ambientales y alimenticias¹³ y en análisis de residuos de pesticidas en frutas¹⁴, en vegetales¹⁵, en carne¹⁶; residuos de antibióticos en leche¹⁷ y alimentos para bebés¹⁸; micotoxinas en cereales¹⁹; ésteres de bisfenol A en alimentos enlatados²⁰; PAH en peces ahumados²¹ y compuestos organoclorados alimentos y productos alimenticios²², entre otros.

Como todas las técnicas de extracción la ASE presenta baja selectividad, lo que conlleva a obtener muestras muy sucias con necesidades de limpieza, y adi-

cionalmente muestras muy diluidas con necesidad de concentración antes del análisis instrumental.

Extracción asistida por microondas

La extracción con solventes asistida por microondas, (MASE) o MAE, se fundamenta en la utilización de 2.45GHz de radiación electromagnética para desorber compuestos orgánicos de matrices sólidas. Inicialmente esta técnica era usada para el análisis inorgánico o elemental y en el año de 1986 se utilizó por primera vez para la extracción de compuestos orgánicos²³. La muestra con el solvente de extracción son irradiados con las microondas durante períodos cortos con un aumento de la temperatura que favorece el proceso de extracción. Entre los inconvenientes que presenta la técnica están la necesidad de centrifugar o filtrar la muestra después del proceso de extracción y la dificultad para ser automatizada o acoplada en sistemas on-line.

El proceso de optimización implica el control de la naturaleza de la matriz, la composición, del volumen de agente extractor, al tiempo de extracción y la temperatura. Ésta un factor crítico, ya que determina capacidad del solvente para la solubilización, pero puede conllevar a la degradación de analitos. La eficiencia de la técnica MASE ha mostrado resultados comparables con técnicas SFE Y ASE en suelo e, incluso, aparece como una alternativa a la extracción con Soxhlet, debido a que el calentamiento es más rápido y eficiente.

Cabe destacar que esta técnica está muy influenciada por la naturaleza de la matriz y se limita a la solubilidad y al momento dipolar del compuesto. Particularmente, aunque muchos compuestos son solubles en hexano, éste es un solvente transparente, tiene un momento dipolar prácticamente nulo y exhibe un leve aumento de la temperatura por efecto de la radiación; otros lo hacen en acetona con un momento dipolar mayor, y sufre calentamiento en pocos segundos, lo que constituye una fortaleza de éstos, haciendo que la mayoría de los métodos optimizados para la MAE los utilicen²⁴.

Finalmente, entre las aplicaciones más comunes de la MAE están el análisis de muestras ambientales²⁵, los procesos de tamizaje de contaminantes orgánicos emergentes en el ambiente²⁶, los análisis toxicológicos de drogas de abuso²⁷, el análisis de mercurio y organomercuriales en tejido animal²⁸, las determinaciones de piretroides en suelos²⁹, la determinación de nutracéuticos en alimentos³⁰, la extracción de pectina de manzana³¹, la determinación de organoclorados en productos vegetales, el análisis de organofosforados en aceite de oliva y aceite de aguacate³² y la determinación de organoclorados en plantas aromáticas³³, entre otros.

Muestras líquidas

Extracción en fase sólida

Los pesticidas constituyen un grupo muy amplio de compuestos, cuya polaridad es muy variada; en general, son de baja polaridad y deben ser extraídos de matri-

ces acuosas con un alto contenido en agua. La extracción en fase sólida (SPE) se fundamenta en pasar la muestra a través de un disco³⁴, de una jeringa³⁵ o de un cartucho empacado con un adsorbente, con el objetivo de retenerlos. Posteriormente, se efectúa la elución con un solvente orgánico para obtenerlos en forma concentrada y limpia para la inyección directa en los sistemas cromatográficos. La variedad de compuestos ha conducido a que el desarrollo de adsorbentes sea un campo muy dinámico, empezando por el uso de tierras de diatomeas, intercambiadores iónicos y catiónicos, fases reversas, fases normales, fases poliméricas, nanotubos de carbono, materiales de inmunoafinidad y las más recientes fases mixtas (41-42).

Básicamente la técnica SPE se efectúa en cuatro pasos: el acondicionamiento, la disposición de la muestra, el lavado y la elución. En el acondicionamiento, se permea la fase sólida para que facilite la carga de la muestra y en el lavado se eliminan las interferencias. Para eluir se utiliza un solvente que extrae los analitos en un volumen pequeño, para evitar la concentración y para facilitar la disolución de la misma en otro solvente antes de su análisis. Una ventaja que tiene la SPE es el poder usarse como un proceso de extracción y purificación simultáneas³⁶.

Esta técnica ha permitido el desarrollo de muchos métodos para la determinación de pesticidas en frutas y vegetales³⁷, jugos³⁸, leche bovina³⁹, vinos⁴⁰, alimentos para bebé⁴¹ y mieles⁴², entre otros. De igual forma, permite el análisis de muestras ambientales⁴³, muestras de aire⁴⁴, en aguas residuales⁴⁵, en sedimentos⁴⁶ y en agua para consumo humano⁴⁷, entre otras.

Dispersión de la matriz en fase sólida

La dispersión de la matriz en fase sólida (MSPD) es una técnica alterna a la SPE, desarrollada en 1989 por S. Barker y colaboradores⁴⁸. Inicialmente la técnica se utilizaba para la preparación, extracción y fraccionamiento de muestras sólidas; sin embargo, su uso se ha extendido a muestras semisólidas, viscosas e incluso muestras líquidas⁴⁹, cuidando básicamente el tiempo de incubación para garantizar la interacción entre los constituyentes (15 minutos a 2 horas).

El fundamento de la MSPD consiste en homogenizar en un mortero la muestra con un agente dispersante (sólido abrasivo) con el objetivo de garantizar el proceso de disrupción de la muestra, a la vez que se crea una nueva fase. La selectividad de la técnica depende básicamente de la naturaleza del agente dispersante y de las propiedades del solvente utilizado para la elución. La mayoría de los procedimientos emplean sorbentes lipofílicos tipo C18 y en algunos casos C8, pero se vienen utilizando compuestos anhidros como los sulfatos de magnesio o de sodio anhidros y sílice que eliminan el agua. Cuando se completa la dispersión, el material finamente homogenizado se transfiere a una columna para eliminar las interferencias o para retener las interferencias y eluir los analitos directamente⁵⁰.

Entre las ventajas de la MSPD con respecto a los métodos clásicos, se pueden considerar:

- Menor proceso de manipulación de la muestra.
- Se elimina de formación de emulsiones.
- Disminuye el consumo de solventes.
- Aumenta la eficiencia de la extracción debido a la gran exposición del material al agente extractante.

Entre los factores que influyen en el proceso están el tamaño de partículas con respecto a la velocidad de elución, la relación entre el material dispersante y el peso de la muestra (se recomienda 1:4), el tipo de solvente y el volumen del elución.

Pese a su homología con la técnica SPE, las diferencias más notorias entre ambas son básicamente que la MSPD permite una disrupción completa y una dispersión total de la muestra, proporcionando una mayor superficie de contacto para la extracción, mientras que en la SPE no hay etapa de dispersión y ésta debe efectuarse en un paso previo para obtener una solución. Adicionalmente, en la SPE, la muestra se retenida en la parte superior de la columna; mientras que en la MSPD la muestra es dispersada en toda la columna, con mayores interacciones físicas y químicas dentro del sistema⁵¹.

Entre las aplicaciones de la MSPD sobresale la determinación de compuestos organometálicos en muestras biológicas y sedimentos⁵², compuestos policlorados y polibromados en piensos⁵³, quinolonas y pesticidas en tejido porcino⁵⁴, pesticidas en vegetales⁵⁵, acrilamida en papas fritas⁵⁶, dexametasona y prednisolona en leche bovina⁵⁷, pesticidas en jugos de frutas⁵⁸, pesticidas en manzanas, peras y albaricoques⁵⁹, lindano y sus isómeros en frutas, trigo y plantas medicinales⁶⁰, multiresiduo de pesticidas en cítricos⁶¹ y aceites esenciales, entre otros⁶².

Microextracción en fase sólida

La microextracción en fase sólida (SPME) es una técnica que desarrolló Pawliszyn⁶³, la cual no utiliza solventes y está basada en el reparto de los analitos entre la matriz y una fibra soporte de sílice fundida cubierta con una fase estacionaria que retiene los analitos por afinidad. Esta técnica es aplicable a diferentes matrices y en diferentes estados⁶⁴. En el caso particular de los pesticidas, éstos pueden ser extraídos por inmersión directa de la fibra en la muestra líquida o mediante el análisis del espacio de cabeza (HS).

El proceso de calibración de un método SPME es crítico y debe controlar los factores que afectan la eficiencia del proceso⁶⁵. Entre los factores a tener en cuenta están el tipo y el espesor de la fibra, el pH, el tiempo de adsorción, la temperatura, la adición de sales y el efecto de la matriz. Las fases polares (poliacrilato-PA) ex-

traen compuestos como los fenoles, mientras que el polidimetilsiloxano (PDMS) es el adsorbente adecuado los hidrocarburos. La temperatura favorece la volatilización de los pesticidas y su concentración en el espacio de cabeza aumenta, aunque, no controlar la temperatura disminuye la eficiencia del proceso ya que conduce a la desorción de los compuestos de la fibra. Se recomiendan temperaturas entre 50 y 90°C, tiempos de exposición mayores de 60 minutos, valores de pH próximos al pH neutro, control del material particulado, compuestos de baja volatilidad y la concentración para no obtener porcentajes de recuperación por debajo de los reales.

La SPME ha permitido aplicaciones para la determinación de drogas de abuso en sangre⁶⁶, de contaminantes orgánicos en matrices ambientales⁶⁷, de productos metabólicos en bioanálisis⁶⁸ y de nutrientes, aditivos y contaminantes en alimentos⁶⁹, entre otros. En cuanto a pesticidas en alimentos, se han desarrollado metodologías para la determinación de pesticidas en leche bovina⁷⁰, en jugos de cítricos y uva⁷¹, en carambolo, guayaba y fresa⁷², en jugos naturales y comerciales de frutas⁷³, entre otros.

Extracción mediante barra de agitación-SBSE

Esta técnica fue desarrollada en 1999 por Baltussen y colaboradores⁷⁴. La SBSE utiliza una barra de agitación magnética recubierta con una fase estacionaria tipo PDMS, que interactúa con la muestra acuosa por un tiempo entre 30 y 240 min. para su posterior extracción con solvente o desorción térmica antes de ser analizados por cromatografía⁷⁵.

Esta técnica se ha empleado para la determinación de compuestos traza en diferentes matrices⁷⁶, disruptores endocrinos en sedimentos y lodos⁷⁷, medicamentos de acción central en fluidos biológicos⁷⁸, fungicidas en vino⁷⁹, pesticidas en frutas y vegetales con electroforesis capilar⁸⁰, organofosforados en pepino y papa⁸¹, multi-residuo de pesticidas en frutas, vegetales y alimentos para bebé⁸² y piretroides en hojas de tabaco y te⁸³, entre otros.

Metodología Quechers

Anastassoades y colaboradores, en el año 2003, desarrollaron una metodología para determinar rutinariamente multi-residuos de pesticidas en frutas y vegetales a la que denominaron QuEChERS (quick, easy, cheap, effective, rugged and safe)⁸⁴. Esta técnica se fundamenta en la extracción de una muestra representativa y homogénea (10–15 g) con un solvente miscible en el agua, como la acetona o el acetonitrilo, seguido de la separación de las dos fases para que el analito migre de la fase acuosa a la fase orgánica mediante la adición de sales como el cloruro de sodio, sulfato de sodio o sulfato de magnesio. Adicionalmente, junto a las sales se adicionan compuestos que ayuden a ejercer un efecto tampón del pH como el

acetato o el citrato para estabilizar pesticidas de carácter básico y de esta forma mejorar la recuperación no solo de éstos, sino, de compuestos con una alta polaridad o muy planares⁸⁵. Posteriormente, se contempla una etapa de extracción en fase sólida dispersiva, para lo cual se adiciona un adsorbente SPE, tipo amina primaria-secundaria (PSA) para retirar azúcares, ácidos grasos y otros componentes de la matriz para eliminar clorofilas y carotenoides se recomienda la utilización de PSA con carbón grafitizado (GCB), y para productos como cereales y frutas cítricas que contenga un alto contenido de ceras, se recomienda incluir C18 o C8, e incluso someter la solución a refrigeración.

La técnica QuEChERS como tal o con algunas modificaciones ha permitido la determinación de un espectro muy amplio de pesticidas en frutas y vegetales⁸⁶, cereales⁸⁷, productos pesqueros⁸⁸, oleaginosas⁸⁹, vinos⁹⁰, alimentos grasos como leche y huevo⁹¹, alimentos para bebé a base de carne⁹², jugos de frutas⁹³ y miel, entre otros. Adicionalmente, se utiliza para la determinación de drogas veterinarias en diferentes alimentos⁹⁴, productos farmacéuticos en sangre⁹⁵, compuestos fenólicos en suelos agrícolas⁹⁶, micotoxinas en cereales⁹⁷ y trihalometanos en suelos⁹⁸, entre otros.

En conclusión, la elección del procedimiento de tratamiento de la muestra constituye un factor crítico para la determinación de contaminantes en subtrazas, hace complejo el diseño experimental y garantiza que la manipulación de la muestra y el instrumento tengan la menor incidencia en el resultado final.

Métodos de limpieza o Clean-Up

En general las técnicas de extracción se caracterizan por ser no específicas y por aplicarse a matrices muy complejas cuya composición en la mayoría de los casos no se conoce totalmente, lo que conlleva a que se presente un porcentaje elevado de producto coextraíbles. Lo anterior se ve reflejado no solo en la disminución de los porcentajes de recuperación, sino, en la contaminación de los sistemas cromatográficos, enmascaramiento de señales instrumentales, turbiedad, formación de emulsiones y procesos de precipitación, entre otros.

La eliminación de compuestos coextraídos se efectúa mediante extracción líquido-líquido y más recientemente se utiliza la SPE, la cual demanda un consumo menor de solvente, permite utilizar diferentes tipos de adsorbentes (poliméricos, polímeros de impresión molecular, (MIT) polares, de intercambio iónico, apolares y neutros, entre otros) y se favorece por pretratamientos. Para compuestos disueltos en solvente apolar se utilizan adsorbentes polares (florisil, sílice y alúmina) y para los compuestos disueltos en solventes polares se utilizan adsorbentes apolares (C18, C8, C2, ciclohexilo y fenilo entre otros)⁹⁹.

La selección del adsorbente ha sido un proceso dinámico, desde la utilización de carbón activado, pasando por carbón grafitizado hasta el uso de carbón grafiti-

co poroso. De los anteriores, es interesante destacar las bondades del carbón grafitizado el cual exhibe una gran capacidad de aislar moléculas polares y el carbón grafitizado poroso por su capacidad de aislar moléculas planas. Recientemente, los adsorbentes poliméricos porosos (copolímeros de estireno y divinilbenceno modificados) son los más utilizados debido a su estabilidad en amplios intervalos de pH y a su eficiencia para la purificación de extractos contaminados con compuestos tanto polares como apolares¹⁰⁰.

Cabe destacar que otros adsorbentes ampliamente utilizados son los de intercambio iónico¹⁰¹, en los cuales se aprovechan las propiedades iónicas mediante modificaciones del pH del medio y utilización de un buffer para la elución; a su vez, los adsorbentes de afinidad, en los cuales se utilizan anticuerpos inmovilizados que permiten la purificación selectiva de los extractos¹⁰². Finalmente, se están desarrollando adsorbentes fundamentados en MIP, los cuales dan buenos resultados para pesticidas difícilmente recuperables¹⁰³.

Determinación analítica

Cromatografía de gases

La cromatografía de gases (GC) es una de las técnicas más utilizada para el análisis de residualidad de pesticidas volátiles en matrices ambientales, biológicas y en alimentos. Las primeras fases estacionarias utilizadas fueron columnas empaquetadas con diferentes tipos de siliconas; en la actualidad se opta por el uso de columnas capilares de diferentes espesores de película, diferente longitud y diferentes diámetros¹⁰⁴.

El uso de columnas capilares con lleva a una reducción del volumen muestral, lo cual está condicionado al tipo de inyección que se utilice. Lo anterior es posible gracias a la utilización de inyectores tipo divisor (inyección en split), donde se inyecta un 1 μL pero sólo entra al capilar 0.01 μL ; el resto es desechado. Esta técnica impide la saturación de la columna, pero lleva a una pérdida significativa de la muestra. Cuando se realizan análisis en cantidades menores de muestra con concentraciones del orden de partes por billón (trazas), el método de inyección split introduciría muy poco volumen en la columna, para lo cual se requiere de solvente o de inyección sin división (inyector en splitless) caso en el cual, la muestra completa, incluyendo el solvente, se inyecta en la columna a través de un vaporizador instantáneo caliente. Para evitar coleo del solvente se abre el puerto de inyección después de 30s hacia la atmósfera cuando la mayor parte del solvente y toda la muestra hayan entrado en la columna. El tiempo óptimo antes de esa descarga es crítico; si es corto se produce pérdida de los componentes de la muestra, mientras que si es largo se produce un pico grande del solvente, que interfiere con la señal de algunos de los picos de interés.

Existen alternativas de inyección para sistemas cromatográficos, como los sistemas de purga y trampa (P&T)¹⁰⁵, los cuales se utilizan para separar y concentrar compuestos volátiles. Comparado con otros sistemas, los sistemas (P&T) están en capacidad de extraer el 100% del compuesto de la muestra y en especial para la separación de compuestos polares de muestras polares. El funcionamiento de estos sistemas se fundamenta en el burbujeo de helio como gas de purga y la utilización de materiales adsorbentes (tenax o tamices moleculares de carbono). Adicionalmente, junto a los sistemas P&T, se dispone de sistemas de (HS)³³, el cual es una alternativa similar a los sistemas convencionales de extracción con Soxhlet, pero que evita la pérdida de los componentes volátiles. Este método cobra mucha importancia cuando se parte de una muestra sólida, la cual se coloca en un vial hermético, se calienta durante un tiempo determinado hasta alcanzar el equilibrio y permitir que los compuestos volátiles se transfieran al HS del vial (aire), se toma una alícuota, se inyecta en el sistema cromatográfico y se procede con la desorción¹⁰⁶.

Finalmente, la microextracción en fase sólida (SPME), a pesar de sus características como método de extracción, constituye una alternativa muy completa para la introducción de muestras en los sistemas cromatográficos. Quizá una de sus mayores ventajas la constituye el no uso de solventes y su alta sensibilidad; sin embargo, la optimización de las variables (pH, temperatura, tiempo, concentración de sales y solvente, entre otras.) constituye un proceso complejo para las diferentes matrices¹⁰⁷.

La heterogeneidad estructural de los pesticidas ha permitido el desarrollo de diferentes sistemas de detección para los sistemas GC, con el objetivo de aumentar la especificidad y disminuir los límites de detección. Entre los detectores más utilizados se destacan: el detector de ionización de llama (FID)¹⁰⁸, el detector fósforo-nitrógeno (NPD)¹⁰⁹ o detector termoiónico (TID), utilizado para el análisis de compuestos que posean átomos de nitrógeno y/o átomos de fósforo, el detector de microcaptura de electrones (μ ECD)¹¹⁰ específico para compuestos grupos electronegativos y los recientes acoples a la espectrometría de masas, tipo cuadrupolo (GC-MS)¹¹¹, sistemas de masas en tándem como el triple cuadrupolo (GC-MS/MS)¹¹², trampa de iones (GC-IT/MS)¹¹³ y sistemas de alta resolución como el sistema de tiempo de vuelo (GC-TOF-MS)¹¹⁴ y los sistemas de cromatografía de gases bidimensional (GCxGC/TOF-MS)¹¹⁵. De igual forma, los anteriores acoples permiten adquirir datos en modo scan o modo de barrido y en modo SIM o monitoreo de ion seleccionado, el cual solo toma las masas típicas del compuesto de interés, incrementado la sensibilidad entre 5 y 100 veces¹¹⁶.

Principales analizadores¹¹⁷

- Cuadrupolar: consiste en dos pares de electrodos alineados paralelamente entre sí, que pueden ser de sección hiperbólica, elíptica o circular. Mediante la aplicación a

cada pareja de electrodos opuestos de un voltaje y radiofrecuencias específicos, podemos ir enfocando a través de este túnel los distintos iones según su valor de m/z . Cuantitativamente este analizador es muy robusto.

- Tiempo de vuelo¹¹⁸: los iones son movilizados en línea recta dentro del “tubo de vuelo”, con distintas velocidades hasta llegar al detector en orden ascendente de masa. Este analizador proporciona una excelente selectividad y sensibilidad, y los modelos más recientes presentan buenas fortalezas cuantitativas.
- Trampa de iones (IT): este analizador está formado por tres electrodos: el electrodo anular, el electrodo de entrada y el electrodo de salida, que forman una cavidad en la cual es posible almacenar y analizar iones. El incremento del potencial de la radiofrecuencia desestabiliza la órbita de los iones impulsando su salida de la trampa al detector de acuerdo con su valor de m/z . Una gran ventaja de éste analizador la constituye el hecho de permitir realizar masas en tándem, aunque cuantitativamente no sea el mejor.
- Sector magnético (doble enfoque): este analizador permite determinar masas exactas y funciona a través de la utilización de un potencial que logra acelerar los iones y los conduce a través de un campo magnético perpendicular por la línea de vuelo del ión, éstos siguen un camino circular cuyo radio es proporcional a su valor m/z . Éste analizador exhibe excelentes características operativas, muy bajos límites de detección, pero sus costos de operación aún son muy elevados.

La MS comprende un conjunto de técnicas utilizadas para la medición de la masa exacta de los iones y su abundancia en la fase gaseosa. La fuente de ionización, el analizador de masa y el detector le brindan una gran robustez y precisión. Adicionalmente, entre las variables del sistema está el poder efectuar fragmentación del ión base, generando un segundo espectrómetro, lo que es muy útil, y puede ser aprovechando para la elucidación estructural. La anterior variable se conoce con el nombre de espectrometría de masa/masa o en tándem (MS/MS)¹¹⁹.

El proceso de MS/MS se fundamenta en la ionización de la muestra, previa selección de una masa, la cual pasa hasta la cámara de colisiones. En la cámara de colisiones, los átomos del gas fragmentan y los iones producen otros iones y fragmentos neutros. Los iones que salen son analizados por el segundo espectrómetro de masa. Existen diferentes analizadores de masas en tándem, pero para las determinaciones de pesticidas los más utilizados son el triple cuadrupolo (QqQ) y la IT.

Los equipos de MS/MS con QqQ realizan monitoreos más rápidos que la trampa de iones, lo cual influye en el desarrollo del análisis cromatográfico. Uno de los tipos de monitoreo es el de reacción múltiple, que es más rápido que el monitoreo de un ion seleccionado de la IT, permite barrido, confirmación y cuantificación por análisis. Los otros tipos de monitoreo son los de una reacción y de ion seleccionado, los cuales permiten identificar y cuantificar simultáneamente trazas de multi-residuos de pesticidas, en matrices complejas, debido a su selectividad y velocidad de adquisición; sin embargo, solo se pueden monitorear los compuestos seleccionados y se pierde información muy importante para del

tamizaje. Lo anterior se corrige si se desarrollan métodos compuestos, dentro de los cuales se realiza un escaneo completo de la muestra para los analitos de interés y posteriormente se realiza la confirmación y cuantificación. Es importante resaltar el modo SIM produce un aumento considerable de la sensibilidad con respecto al modo de barrido¹²⁰.

Una desventaja de la IT es la vulnerabilidad a efectos producidos por iones cargados, lo que afecta la calidad del espectro de masa, incluyendo la resolución y la precisión de la masa; además, pueden realizar un solo tipo de monitoreo: el escaneo de un ión seleccionado. Adicionalmente, las IT necesitan etapas intermedias asociadas al tiempo requerido para sostener y mover iones. Por lo anterior, este analizador y los analizadores de ciclotrón iónico, permiten estudios MSⁿ, donde n cobra relevancia hasta valores de 4. La MS/MS ofrece grandes ventajas para el análisis cualitativo ya que posee muy buena sensibilidad y selectividad¹²¹.

La MS de alta resolución constituye la metodología de mayor sensibilidad y selectividad, pues permite la determinación de compuestos a niveles de partes por trillón en diferentes tipos de matrices. Su alto costo y complejidad operativa han orientado al empleo de otros analizadores con modificaciones en el sistema cromatográfico, en los sistemas de inyección y en las etapas previas de la cromatografía. Algunas de las recomendaciones a tener en cuenta son:

- Utilización de inyectores de vaporización a temperatura programada (PTV) acoplados a sistemas de masas o sistemas de masas en tándem, los cuales permiten inyectar mayor volumen de muestra (50 a 100 µL), incrementando de esta forma la sensibilidad. La selectividad en estas determinaciones la proporcionan las específicas adquisiciones obtenidas por espectrometría de masas en tándem¹²².
- Implementación de cromatografía de gases rápida resolución (FGC), con columnas capilares cortas, mayor flujo de gas portador y rampas muy elevadas de temperatura para conseguir tiempos de retención mucho más cortos (hasta dos órdenes de magnitud), pero se requieren analizadores de tiempo de vuelo (TOF).
- Aprovechamiento de los sistemas bidimensionales (GCxGC-TOF-MS), en los que se acoplan directamente dos columnas con distintos sistemas de separación; generalmente la primera es una columna apolar convencional, mientras que la segunda es una columna polar muy corta, por lo que los compuestos que coeluyan en la apolar se separarán correctamente en la polar, mejorando ostensiblemente la selectividad, pero se requiere un sistema que obtenga rápidamente los espectros de masas como los detectores TOF¹²³.

Mecanismos de ionización¹²⁴

- Ionización por impacto electrónico (EI)

Es el método de ionización más antiguo, más universal y más ampliamente utilizado para la ionización de muestras gaseosas. Constituye una técnica muy

agresiva de ionización que da lugar a la formación de muchos fragmentos que complican la interpretación del espectro. El mecanismo de ionización se fundamenta en introducir la muestra en fase gaseosa dentro de la cámara de ionización para que las moléculas sean bombardeadas con electrones y colisionen entre sí. Cuando la energía de los electrones es mayor que el potencial de ionización de la molécula, ésta se ioniza positivamente, formando el ión molecular y liberando un electrón. Si el proceso de formación del choque es eficaz, el electrón transmite energía en exceso para provocar ruptura de uno o más enlaces del ión molecular y producir una fragmentación característica de la molécula. Este patrón de fragmentación específico es la “huella digital” de la molécula y permite garantizar su identificación.

Por lo general, el proceso de ionización produce cationes con una sola carga, aunque para compuestos con elementos muy electronegativos (haluros), se pueden formar aniones. La eficiencia de la ionización depende de la naturaleza del analito, pero aumenta con la energía de los electrones. Universalmente se ha adoptado como energía estándar electrónica el valor de 70 eV, con el objetivo de poder comparar directamente los espectros producidos en diferentes laboratorios y de esta forma editar librerías de espectros. Entre las librerías disponibles en el mercado se destacan Wiley [NIST, Wiley] o la del National Institute of Standards and Technology (NIST).

- Ionización química (CI)

Éste método utiliza un gas reactivo (metano, amoníaco o butano, entre otros), el cual es introducido en la cámara de ionización, en donde es bombardeo por electrones para ser ionizado. Se recomienda que la proporción relativa de gas reactivo: muestra sea al menos de 1000:1, para evitar ionización por impacto electrónico del analito. La estabilidad de los fragmentos obtenidos es mayor, mientras que su número es menor, debido a que los choques en este tipo de ionización no poseen excesos de energía.

La reacción más común se fundamenta en la transferencia de un protón del gas ionizado al analito, dando lugar a la formación de cationes debido a que la afinidad protónica de la molécula es mayor que la del gas reactivo, por lo que el empleo de gases reactivos con una elevada afinidad protónica producirá una menor fragmentación de la molécula. Adicionalmente se producen reacciones de cambio de carga, adición electrofílica o sustitución nucleofílica. Cuando se ionizan compuestos con átomos electronegativos, la ionización química también puede generar aniones, de gran importancia para el análisis de pesticidas halogenados, retardantes de llama, PCB, polibromados bifenilos (PBB) y piretroides, entre otros.

Cromatografía de líquidos

La cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC)¹²⁵ es una técnica que empleada para el análisis de compuestos polares o térmicamente lábiles que no pueden ser

analizados directamente por GC; razón por la cual la HPLC es la alternativa para el análisis de casi el 80% de los compuestos que existen. La mayoría de las metodologías HPLC que se han desarrollado para el análisis de pesticidas se fundamenta en métodos de fase reversa, cuya fase estacionaria apolar está formada por sistemas octilo (C8) u octadecilo (C18) y la fase móvil es relativamente polar. Entre las variables de la cromatografía líquida se destacan:

Cromatografía iónica

La cromatografía iónica (IC)¹²⁶ permite métodos prácticos y eficaces para la separación de iones mediante la utilización de resinas de intercambio iónico (catiónico o aniónico) y detectores de conductividad.

Cromatografía de adsorción

La cromatografía de adsorción (líquido-sólido), es la forma clásica HPLC. La sílice y la alúmina son las fases más utilizadas; sin embargo, la sílice, debido a la gran variedad de modificaciones químicas que permite y a su mayor capacidad de carga, es la más aplicada en la mayoría de las aplicaciones.

Cromatografía de reparto

Ha sido el tipo de cromatografía de líquidos (LC) más utilizada. La mayoría de las aplicaciones desarrolladas se han orientado a compuestos neutros polares de bajo a moderado peso molecular (< 2800), aunque recientemente hay desarrollos para compuestos iónicos. Existen dos variables de cromatografía de reparto: cromatografía líquido-líquido y cromatografía químicamente enlazada. Ambas se fundamentan en la forma como se retiene la fase estacionaria sobre las partículas del soporte. Con respecto a las polaridades relativas de la fase móvil y de la fase estacionaria, hay dos tipos de cromatografía de reparto: la cromatografía en fase normal (NP) y la cromatografía en fase reversa (RP). En la cromatografía RP, la fase estacionaria es no polar (hidrocarburo) y el pH de trabajo menor de 7.5 y la fase móvil es relativamente polar (agua, acetonitrilo o metanol). En consecuencia, en un método cromatográfico en NP los compuestos menos polares eluyen primero, debido a ser más solubles en la fase móvil y un aumento de la polaridad de la fase móvil provoca una disminución del tiempo de elución. Por el contrario, en métodos cromatográficos en RP, los componentes más polares eluyen primero, y un aumento en la polaridad de la fase móvil aumentará el tiempo de elución¹²⁷.

Cromatografía de exclusión por tamaño

La cromatografía de exclusión por tamaño o cromatografía por permeación en gel (GPC) es ampliamente utilizada para la separación de moléculas de alto peso molecular. La fase estacionaria está constituida por una red de partículas pequeñas

de sílice o poliméricas (10 μm) con uniformidad de poro, en donde las moléculas son atrapadas y eliminadas de la fase móvil. Las moléculas de mayor tamaño de poros de la fase estacionaria son excluidas y son las primeras que eluyen, y viceversa. Cabe destacar que en este tipo de cromatografía no se presenta interacción química o física entre los analitos y la fase estacionaria¹²⁸.

Entre los componentes de mayor relevancia en los sistemas cromatográficos donde mayores desarrollos se han obtenido, son los sistemas de detección. Los detectores para HPLC son fundamentados en su respuesta a las propiedades de la fase móvil, tal como el índice de refracción, la constante dieléctrica, y la densidad, que se modifica por la presencia de los analitos, o detectores fundamentados en una propiedad del soluto como la absorbancia ultravioleta (UV), la fluorescencia, o la intensidad de difusión. El detector más utilizado a pesar de su baja sensibilidad y selectividad es el detector UV de longitud de onda fija (102) o el detector UV de onda variable (detector de arreglo de diodos-DAD)¹²⁹; adicionalmente, se utilizan detectores de absorción en el infrarrojo, detectores de fluorescencia (FLD)¹³⁰, detectores de índice de refracción, detectores electroquímicos, detectores de conductividad, detectores de dispersión de la luz (ELSD)¹³¹ detectores de espectrometría de masas (HPLC/MS) y de masas en tándem (HPLC-MS/MS)¹³². Los sistemas HPLC-MS presentan la ventaja de analizar un grupo muy amplio de pesticidas con la obtención de información estructural que permite su identificación.

Es importante resaltar que a diferencia de la GC, en la HPLC, no existe un detector tan universal como el FID y ni uno tan confiable como el TCD. Uno de los mayores retos y desarrollos de la HPLC ha sido el perfeccionamiento de los detectores.

Las mayores dificultades para el acoplamiento entre los sistemas HPLC y MS son básicamente la ionización de analitos no volátiles y térmicamente inestables, la composición de la fase móvil por constituyentes o aditivos no volátiles y el alto vacío del espectrómetro de masas con respecto a los flujos manejados por el sistema cromatográfico. Para solucionar las anteriores dificultades se han desarrollado interfases como la moving-belt, la introducción directa, la flujo continuo (FAB), la termospray, la particle-beam, la presión atmosférica (API) como el electrospray (ESI) y la de ionización química a presión atmosférica (APCI) y la desorción/ionización de la matriz asistida por láser (MALDI)¹³³.

Entre los requisitos y especificaciones que debe cumplir una interfase HPLC-MS, es necesario su fácil manejo, bajo costo, bajos límites de detección, buena capacidad de cuantificación, baja interferencia de los solventes y sus impurezas, no producir modificaciones de los analitos, permitir elución por gradiente, no propiciar restricciones en la composición de la fase móvil, permitir el uso de aditivos volátiles y no volátiles, flujos entre 1 $\mu\text{L}/\text{min}$ y 2 mL/min , enriquecimiento de la muestra con respecto al solvente, no producir ensanchamiento de los picos ni pérdida de resolución, permitir alto vacío ($<10^{-3}$ Pa), tener opción de elegir el método de ionización y permitir selección de ión positivo e ión negativo, entre otras.

El electrospray (ESI) es un método de ionización a través del cual los iones presentes en una solución pueden ser transferidos a la fase gaseosa. El proceso se fundamenta en la aplicación de un campo eléctrico (3-6 KV) a través de una interfaz que forma una celda electroquímica. En esta ionización hay tres procesos importantes que deben ocurrir con el fin de garantizar la transferencia de moléculas del eluyente a los iones de la fase gaseosa en el espectrómetro de masas. Estos procesos son: la producción de gotitas cargadas en la punta capilar, la contracción de las gotitas cargadas y la producción de iones en fase gaseosa. La ionización mediante electrospray es altamente compatible con los analitos de moderada a alta polaridad, con masas moleculares hasta 100.000 Dalton e ionizables en solución¹³⁴.

La ionización APCI¹³⁵ comprende un procedimiento similar de formación del spray, pero lo que se produce es una fuerte descarga en la fuente que genera un plasma de iones reactivos del solvente que origina el mecanismo de ionización de la muestra por ionización química (CI), normalmente por adición o extracción de un protón. Este mecanismo, que coexiste con el de evaporación iónica, produce abundantes iones $(M+H)^+$ y abundantes iones $(M-H)^-$.

Otros métodos analíticos

Cromatografía de fluidos supercríticos (SFC)

Es una técnica cromatográfica en la que la temperatura y presión de la fase móvil se mantienen por encima de los valores que definen su punto crítico, permitiendo el análisis de compuestos poco volátiles y termolábiles. Quizá una de las características de mayor relevancia de esta es la posibilidad de eliminar la fase móvil facilitando su acople directo con una técnica espectroscópica o la posibilidad de utilizar un mismo medio como agente extractivo y fase móvil. La SFC ha sido utilizada para el análisis de pesticidas moderadamente polares y termolábiles en cortos tiempos de retención, y a través de diferentes sistemas de detección¹³⁶.

Electroforesis capilar (CE)¹³⁷

La CE es una técnica para la separación de moléculas según su movilidad en un campo eléctrico a través de una matriz porosa, la cual las separa por tamaño molecular y carga eléctrica, dependiendo de la técnica que se use. La técnica clásica utiliza un soporte poroso inmerso en un electrolito sujeto a los electrodos que generan la corriente. La muestra se deposita en forma de un pequeño trazo transversal en la tira. Esta es una técnica de separación desarrollada a partir de la HPLC, que permite separar biomoléculas y compuestos de bajo peso molecular. La CE utiliza capilares con un diámetro entre 15 y 150 μm , una longitud entre 20 y 80 cm, una carga de solución amortiguadora y un detector ubicado en un extremo del capilar que transduce un electroferograma.

Entre las variables electroforéticas más utilizadas se distinguen:

- Electroforesis capilar en gel (CGE): el relleno del capilar se efectúa con un electrolito y un gel (poliacrilamida o agarosa).
- La electroforesis capilar en zona o en disolución libre (CZE): es la forma más utilizada y se fundamenta en que el capilar es embebido por el electrolito a través de un buffer ácido (fosfato o citrato), básico (borato), o anfótero. Los principales factores a controlar para la realización de una separación son la composición, la concentración y el pH del electrolito, y el voltaje aplicado.
- La electroforesis capilar electrocinética micelar (MEKC): es similar a la CZE, pero a la fase móvil se le añade un ion para formar micelas cargadas. Estas micelas por afinidad retienen los compuestos neutros. Es una herramienta muy útil para la separación de algunos enantiómeros.
- Electroforesis de Isoelectroenfoque capilar (CIEF) o electroforesis en soporte: se fundamenta en la disposición de un gradiente lineal de pH lineal en un capilar revestido con un anfótero. Cada compuesto migra con respecto a su punto isoeléctrico, y bajo presión hidrostática éste se desplaza hacia el detector. Es una técnica muy útil en la separación de péptidos, llegando a tener eficiencias con compuestos cuyo punto isoeléctrico difiere entre 0.02 unidades de pH.

Técnicas inmunoanalíticas¹³⁸

La aplicación de las técnicas inmunoanalíticas (IT) para el análisis de pesticidas en alimentos y muestras ambientales ha aumentado significadamente en los últimos años. Éstas se aprovechan del alto grado de especificidad de la interacción anticuerpo-antígeno con mínima manipulación de la muestra, y de proporcionar límites de detección y cuantificación entre partes por trillón (ppt) y ppb en análisis de agua, y un poco mayores en otros tipos de muestras.

En un típico inmunoensayo competitivo, un antígeno es marcado e incubado junto con los anticuerpos del analito inmovilizado en un soporte adecuado. El marcador puede ser un isótopo radioactivo (radioinmunoensayo), una enzima (enzimoinmunoensayo)¹³⁹, un fluorocromo (fluoroinmunoensayo) u otro marcador cuantificable. Luego, se añade la muestra, y los antígenos (analitos) compiten con los antígenos marcados por los anticuerpos. Después del período de incubación y de una etapa de lavado, se determina la cantidad de antígeno marcado unida a los anticuerpos, la cual debe ser inversamente proporcional a la cantidad de analito presente en la muestra.

Sensores o biosensores

Un biosensor es un dispositivo de análisis conformado por un elemento biológico de reconocimiento (célula, tejido, receptor, ácido nucleico, enzima, ribozima o anticuerpo, entre otros), o nanomateriales (nanopartículas, nanocompuestos), materiales inteligentes o compuestos biomiméticos (aptámeros, polímeros de mi-

croporosidad intrínseca, sondas de ácidos nucleicos), asociado a un mecanismo que garantiza la detección e interpretación de la variación de propiedades ópticas, fisicoquímicas, eléctricas, entre otras, obtenidas de la interacción entre el analito y el dispositivo analítico. Cabe destacar que las características fisicoquímicas del analito de interés son las determinantes para la elección del material biológico/biomimético, mientras que el tipo de elemento de reconocimiento es el que determina el sistema transductor¹⁴⁰.

Conclusión

Independiente del tipo de analito y en especial del tipo de pesticida objeto de análisis en matrices ambientales y alimenticias, el tratamiento de la muestra constituye la etapa más crítica para el análisis cuantitativo. Entre más etapas se involucren en el procedimiento, la probabilidad de perder los compuestos de interés aumenta. Sin embargo, una buena planeación de la metodología de extracción, concentración y cuantificación determina la fiabilidad de los datos obtenidos.

La cromatografía constituye la herramienta instrumental de mayor aplicación y proyección para la determinación de contaminantes orgánicos. Las fortalezas de su asociación con las variables de espectrometría de masas garantizan determinaciones altamente precisas y reproducibles. Aunque la cromatografía gaseosa cobra gran relevancia, sin duda alguna la cromatografía líquida de alta eficiencia, de resolución rápida constituye la técnica del futuro con la cual se podrá tener una aproximación muy grande a las concentraciones reales de un contaminante dentro de una matriz de interés.

Pese a lo anterior, el desarrollo de un método cromatográfico constituye varias etapas que no solo consumen tiempo, sino, que demandan un amplio conocimiento químico y un trabajo riguroso y responsable. Poseer técnicas complementarias como los inmunoensayos y los biosensores contribuyen no solo a realizar monitoreos en tiempo real, sino, a tener indicadores previos antes de proceder con el desarrollo de una técnica de alta precisión y resolución.

Referencias bibliográficas

1. Herrero M, et al. Supercritical fluid extraction: Recent advances and applications. *Journal of Chromatography A*. 2010;1217(16):2495-511.
2. Holcomb M, et al. SFE extraction of aflatoxins (B1, B2, G1, and G2) from corn and analysis by HPLC. *The Journal of Supercritical Fluids*. 1996;9(2):118-21.
3. Berg H, et al. Determination of food constituents based on SFE: applications to vitamins A and E in meat and milk. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*. 2000;43(1-3):391-401.
4. Zougagh M, et al. Screening and confirmation of PAHs in vegetable oil samples by use of supercritical fluid extraction in conjunction with liquid chromatography and fluorimetric detection. *Analytica Chimica Acta*. 2004;525(2):265-71.

5. Lang Q, Wai CM. Supercritical fluid extraction in herbal and natural product studies -- a practical review. *Talanta*. 2001;53(4):771-82.
6. Lehotay SJ, Valverde-García A. Evaluation of different solid-phase traps for automated collection and clean-up in the analysis of multiple pesticides in fruits and vegetables after supercritical fluid extraction. *Journal of Chromatography A*. 1997;765(1):69-84.
7. Akinlua A, Torto N, Ajayi TR. Supercritical fluid extraction of aliphatic hydrocarbons from Niger Delta sedimentary rock. *The Journal of Supercritical Fluids*. 2008;45(1):57-63.
8. Quan C, et al. Supercritical fluid extraction and clean-up of organochlorine pesticides in ginseng. *The Journal of Supercritical Fluids*. 2004;31(2):149-57.
9. Rissato SR, et al. Supercritical fluid extraction for pesticide multiresidue analysis in honey: determination by gas chromatography with electron-capture and mass spectrometry detection. *Journal of Chromatography A*. 2004;1048(2):153-9.
10. Kreuzig R, Koinecke A, Bahadir M. Use of supercritical fluid extraction in the analysis of pesticides in soil. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*. 2000;43(1-3):403-9.
11. Motohashi N, Nagashima H, Párkányi C. Supercritical fluid extraction for the analysis of pesticide residues in miscellaneous samples. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*. 2000;43(1-3):313-28.
12. Sunarso J, Ismadji S. Decontamination of hazardous substances from solid matrices and liquids using supercritical fluids extraction: A review. *Journal of Hazardous Materials*. 2009;161(1):1-20.
13. Nieto A, et al. Pressurized liquid extraction: A useful technique to extract pharmaceuticals and personal-care products from sewage sludge. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2010;29(7):752-64.
14. Tanaka T, et al. Simple one-step extraction and cleanup by pressurized liquid extraction for gas chromatographic-mass spectrometric determination of pesticides in green leafy vegetables. *Journal of Chromatography A*. 2007;1175(2):181-6.
15. Barriada-Pereira M, et al. Comparison of pressurized liquid extraction and microwave assisted extraction for the determination of organochlorine pesticides in vegetables. *Talanta*. 2007;71(3):1345-51.
16. Poerschmann J, et al. Sequential pressurized liquid extraction to determine brain-originating fatty acids in meat products as markers in bovine spongiform encephalopathy risk assessment studies. *Journal of Chromatography A*. 2006;1127(1-2):26-33.
17. Juan C, et al. Determination of macrolide and lincosamide antibiotics by pressurized liquid extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry in meat and milk. *Food Control*. In Press, Accepted Manuscript.
18. Rodríguez E, et al. Optimization of a pressurized liquid extraction method by experimental design methodologies for the determination of fluoroquinolone residues in infant foods by liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*. 2010;1217(5):605-13.

19. Pérez-Torrado E, et al. Pressurized liquid extraction followed by liquid chromatography-mass spectrometry for determination of zearalenone in cereal flours. *Food Control*. 2010;21(4):399-402.
20. Pardo O, et al. Determination of bisphenol diglycidyl ether residues in canned foods by pressurized liquid extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 2006;1107(1-2):70-8.
21. Lund M, Duedahl-Olesen L, Christensen JH. Extraction of polycyclic aromatic hydrocarbons from smoked fish using pressurized liquid extraction with integrated fat removal. *Talanta*. 2009;79(1):10-5.
22. Wiberg K, et al. Selective pressurized liquid extraction of polychlorinated dibenzop-dioxins, dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls from food and feed samples. *Journal of Chromatography A*. 2007;1138(1-2):55-64.
23. Ganzler K, Salgó A, Valkó K. Microwave extraction : A novel sample preparation method for chromatography. *Journal of Chromatography A*. 1986;371:299-306.
24. Luque-García JL, Luque de Castro MD. Where is microwave-based analytical equipment for solid sample pre-treatment going? *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2003;22(2):90-8.
25. Camel V. Microwave-assisted solvent extraction of environmental samples. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2000;19(4):229-48.
26. Sanchez-Prado L, Garcia-Jares C, Llompарт M. Microwave-assisted extraction: Application to the determination of emerging pollutants in solid samples. *Journal of Chromatography A*. 2010;1217(16):2390-414.
27. Desrosiers NA, Betit CC, Watterson JH. Microwave-assisted extraction in toxicological screening of skeletal tissues. *Forensic Science International*. 2009;188(1-3):23-30.
28. Reyes LH, Rahman GMM, Kingston HMS. Robust microwave-assisted extraction protocol for determination of total mercury and methylmercury in fish tissues. *Analytica Chimica Acta*. 2009;631(2):121-8.
29. Esteve-Turrillas FA, et al. Microwave-assisted extraction of pyrethroid insecticides from soil. *Analytica Chimica Acta*. 2004;522(1):73-8.
30. Spigno G, De Faveri DM. Microwave-assisted extraction of tea phenols: A phenomenological study. *Journal of Food Engineering*. 2009;93(2):210-7.
31. Wang S, et al. Optimization of pectin extraction assisted by microwave from apple pomace using response surface methodology. *Journal of Food Engineering*. 2007;78(2):693-700.
32. Fuentes E, Báez ME, Díaz J. Microwave-assisted extraction at atmospheric pressure coupled to different clean-up methods for the determination of organophosphorus pesticides in olive and avocado oil. *Journal of Chromatography A*. 2009;1216(51):8859-66.
33. Ho W-H, Hsieh S-J. Solid phase microextraction associated with microwave assisted extraction of organochlorine pesticides in medicinal plants. *Analytica Chimica Acta*. 2001;428(1):111-20.
34. Poole CF. Solid-phase extraction with discs. In: Ian DW, editor. *Encyclopedia of Separation Science*. Oxford: Academic Press; 2000. p. 4141-8.

35. Camel V. Solid-phase extraction. In: Zoltan M, Ralph S, editors. *Comprehensive Analytical Chemistry*: Elsevier; 2003. p. 393-457.
36. Chapter 12 Solid-phase extraction: Strategies for method development and optimization. In: David AW, editor. *Progress in Pharmaceutical and Biomedical Analysis*: Elsevier; 2003. p. 433-84.
37. Stajnbaher D, Zupancic-Kralj L. Multiresidue method for determination of 90 pesticides in fresh fruits and vegetables using solid-phase extraction and gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 2003;1015(1-2):185-98.
38. Albero B, Sánchez-Brunete C, Tadeo JL. Multiresidue determination of pesticides in juice by solid-phase extraction and gas chromatography-mass spectrometry. *Talanta*. 2005;66(4):917-24.
39. Bogialli S, et al. Development of a multiresidue method for analyzing herbicide and fungicide residues in bovine milk based on solid-phase extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 2006;1102(1-2):1-10.
40. Jiménez JJ, et al. Analysis of pesticide residues in wine by solid-phase extraction and gas chromatography with electron capture and nitrogen-phosphorus detection. *Journal of Chromatography A*. 2001;919(1):147-56.
41. Hercegová A, Dömötörövá M, Matisová E. Sample preparation methods in the analysis of pesticide residues in baby food with subsequent chromatographic determination. *Journal of Chromatography A*. 2007;1153(1-2):54-73.
42. Karazafiris E, Menkissoglu-Spiroudi U, Thrasyvoulou A. New multiresidue method using solid-phase extraction and gas chromatography-micro-electron-capture detection for pesticide residues analysis in royal jelly. *Journal of Chromatography A*. 2008;1209(1-2):17-21.
43. Liska I. Fifty years of solid-phase extraction in water analysis - historical development and overview. *Journal of Chromatography A*. 2000;885(1-2):3-16.
44. Barro R, et al. Development of a sensitive methodology for the analysis of chlorobenzenes in air by combination of solid-phase extraction and headspace solid-phase microextraction. *Journal of Chromatography A*. 2004;1045(1-2):189-96.
45. Santos JL, et al. Simultaneous determination of pharmaceutically active compounds in wastewater samples by solid phase extraction and high-performance liquid chromatography with diode array and fluorescence detectors. *Analytica Chimica Acta*. 2005;550(1-2):116-22.
46. Burkhardt MR, et al. Pressurized liquid extraction using water/isopropanol coupled with solid-phase extraction cleanup for semivolatile organic compounds, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), and alkylated PAH homolog groups in sediment. *Analytica Chimica Acta*. 2005;549(1-2):104-16.
47. Bruzzoniti MC, et al. Determination of herbicides by solid phase extraction gas chromatography-mass spectrometry in drinking waters. *Analytica Chimica Acta*. 2006;578(2):241-9.
48. Barker SA, Long AR, Short CR. Isolation of drug residues from tissues by solid phase dispersion. *Journal of Chromatography A*. 1989;475(2):353-61.

49. Barker SA. Solid-phase matrix dispersion: extraction. In: Ian DW, editor. *Encyclopedia of Separation Science*. Oxford: Academic Press; 2000. p. 4148-53.
50. Capriotti AL, et al. Recent developments in matrix solid-phase dispersion extraction. *Journal of Chromatography A*. 2010;1217(16):2521-32.
51. Barker SA. Matrix solid phase dispersion (MSPD). *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*. 2007;70(2):151-62.
52. Moreda-Piñeiro J, et al. Matrix solid-phase dispersion of organic compounds and its feasibility for extracting inorganic and organometallic compounds. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2009;28(1):110-6.
53. Carro AM, et al. Multi-residue screening of chlorinated and brominated compounds from aquaculture samples using matrix solid-phase dispersion--gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 2005;1071(1-2):93-8.
54. Wang S, et al. Multiresidue determination of fluoroquinolones, organophosphorus and N-methyl carbamates simultaneously in porcine tissue using MSPD and HPLC-DAD. *Journal of Chromatography B*. 2009;877(27):2961-6.
55. Viana E, Moltó JC, Font G. Optimization of a matrix solid-phase dispersion method for the analysis of pesticide residues in vegetables. *Journal of Chromatography A*. 1996;754(1-2):437-44.
56. Fernandes JO, Soares C. Application of matrix solid-phase dispersion in the determination of acrylamide in potato chips. *Journal of Chromatography A*. 2007;1175(1):1-6.
57. Dési E, et al. Analysis of dexamethasone and prednisolone residues in bovine milk using matrix solid phase dispersion-liquid chromatography with ultraviolet detection. *Microchemical Journal*. 2008;89(1):77-81.
58. Radisic M, et al. Determination of selected pesticides in fruit juices by matrix solid-phase dispersion and liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Food Chemistry*. 2009;113(2):712-9.
59. Ramos JJ, et al. Ultrasonic-assisted matrix solid-phase dispersion as an improved methodology for the determination of pesticides in fruits. *Journal of Chromatography A*. 2008;1212(1-2):145-9.
60. Abhilash PC, Singh V, Singh N. Simplified determination of combined residues of lindane and other HCH isomers in vegetables, fruits, wheat, pulses and medicinal plants by matrix solid-phase dispersion (MSPD) followed by GC-ECD. *Food Chemistry*. 2009;113(1):267-71.
61. Valenzuela AI, et al. Matrix solid-phase dispersion microextraction and determination by high-performance liquid chromatography with UV detection of pesticide residues in citrus fruit. *Journal of Chromatography A*. 1999;839(1-2):101-7.
62. Dawidowicz AL, Rado E. Matrix solid-phase dispersion (MSPD) in chromatographic analysis of essential oils in herbs. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 2010;52(1):79-85.
63. Smith RM. *Solid Phase Microextraction. Theory and Practice* by Janusz Pawliszyn. *Analyst*. 1998;123:4N.

64. Prosen H. Applications of solid phase microextraction, edited by Janusz Pawliszyn. TrAC, Trends Anal Chem. 2000;19(Copyright (C) 2010 American Chemical Society (ACS). All Rights Reserved.):ix-x.
65. Ouyang G, Pawliszyn J. A critical review in calibration methods for solid-phase microextraction. *Analytica Chimica Acta*. 2008;627(2):184-97.
66. Nagasawa N, Yashiki M, Iwasaki Y, Hara K, Kojima T. Rapid analysis of amphetamines in blood using head space-solid phase microextraction and selected ion monitoring. *Forensic Science International*. 1996;78(2):95-102.
67. Peñalver A, et al. Trends in solid-phase microextraction for determining organic pollutants in environmental samples. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 1999;18(8):557-68.
68. Vuckovic D, et al. Solid-phase microextraction in bioanalysis: New devices and directions. *Journal of Chromatography A*. 2010;1217(25):4041-60.
69. Kataoka H, Lord HL, Pawliszyn J. Applications of solid-phase microextraction in food analysis. *Journal of Chromatography A*. 2000;880(1-2):35-62.
70. Fernandez-Alvarez M, et al. Development of a solid-phase microextraction gas chromatography with microelectron-capture detection method for a multiresidue analysis of pesticides in bovine milk. *Analytica Chimica Acta*. 2008;617(1-2):37-50.
71. Zambonin CG, et al. Solid-phase microextraction - gas chromatography mass spectrometry: A fast and simple screening method for the assessment of organophosphorus pesticides residues in wine and fruit juices. *Food Chemistry*. 2004;86(2):269-74.
72. Chai MK, Tan GH. Validation of a headspace solid-phase microextraction procedure with gas chromatography-electron capture detection of pesticide residues in fruits and vegetables. *Food Chemistry*. 2009;117(3):561-7.
73. Cortés-Aguado S, et al. Fast screening of pesticide residues in fruit juice by solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry. *Food Chemistry*. 2008;107(3):1314-25.
74. Baltussen E, et al. Stir bar sorptive extraction (SBSE), a novel extraction technique for aqueous samples: Theory and principles. *Journal of Microcolumn Separations*. 1999;11(10):737-47.
75. Prieto A, et al. Stir-bar sorptive extraction: A view on method optimisation, novel applications, limitations and potential solutions. *Journal of Chromatography A*. 2010;1217(16):2642-66.
76. David F, Sandra P. Stir bar sorptive extraction for trace analysis. *Journal of Chromatography A*. 2007;1152(1-2):54-69.
77. Tan BLL, et al. Stir bar sorptive extraction and trace analysis of selected endocrine disruptors in water, biosolids and sludge samples by thermal desorption with gas chromatography-mass spectrometry. *Water Research*. 2008;42(1-2):404-12.
78. Kassem MG. Stir bar sorptive extraction for central nervous system drugs from biological fluids. *Arabian Journal of Chemistry*. In Press, Corrected Proof.
79. Sandra P, T et al. Stir bar sorptive extraction applied to the determination of dicarboximide fungicides in wine. *Journal of Chromatography A*. 2001;928(1):117-26.

80. Juan-García A, Picó Y, Font G. Capillary electrophoresis for analyzing pesticides in fruits and vegetables using solid-phase extraction and stir-bar sorptive extraction. *Journal of Chromatography A*. 2005;1073(1-2):229-36.
81. Liu W, et al. Determination of organophosphorus pesticides in cucumber and potato by stir bar sorptive extraction. *Journal of Chromatography A*. 2005;1095(1-2):1-7.
82. Sandra P, Tienpont B, David F. Multi-residue screening of pesticides in vegetables, fruits and baby food by stir bar sorptive extraction-thermal desorption-capillary gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 2003;1000(1-2):299-309.
83. Hou Y, et al. Determination of Pyrethroid Pesticide Residues in Tobacco Leaves and Tea Using Stir Bar Sorptive Extraction-Thermal Desorption and Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *Chinese Journal of Chromatography*. 2007;25(1):25-9.
84. Anastasiades M, et al. Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and “dispersive solid-phase extraction” for the determination of pesticide residues in produce. *Journal of AOAC International*. 2003;86(2):412-31.
85. Lehotay SJ, Mastovská K, Lightfield AR. Use of buffering and other means to improve results of problematic pesticides in a fast and easy method for residue analysis of fruits and vegetables. *Journal of AOAC International*. 2005;88(2):615-29.
86. Abd E-MMRA, et al. Multiresidue method of analysis for determination of 150 pesticides in grapes using quick and easy method (QuEChERS) and LC-MS/MS determination. *J Food, Agric Environ*. 2010;8:602-6.
87. Shelly D, Perman CA. Multiresidue analysis of cereal grains using a modified QuEChERS method with GC-TOFMS and UPLC-MS-MS analysis. *LCGC North Am*. 2010;34-5.
88. Rawn DFK, Judge J, Roscoe V. Application of the QuEChERS method for the analysis of pyrethrins and pyrethroids in fish tissues. *Anal Bioanal Chem*. 2010;397:2525-31.
89. Cunha SC, et al. Evaluation of the QuEChERS sample preparation approach for the analysis of pesticide residues in olives. *J Sep Sci*. 2007;30:620-32.
90. Jiang Y, et al. Multiresidue method for the determination of 77 pesticides in wine using QuEChERS sample preparation and gas chromatography with mass spectrometry. *Food Addit Contam, Part A*. 2009;26:859-66.
91. Lehotay SJ, Mastovska K, Yun SJ. Evaluation of two fast and easy methods for pesticide residue analysis in fatty food matrixes. *J AOAC Int*. 2005;88:630-8.
92. Przybylski C, Segard C. Method for routine screening of pesticides and metabolites in meat based baby-food using extraction and gas chromatography-mass spectrometry. *J Sep Sci*. 2009;32:1858-67.
93. Romero-Gonzalez R, Garrido FA, Martinez VJL. Multiresidue method for fast determination of pesticides in fruit juices by ultra performance liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. *Talanta*. 2008;76:211-25.
94. Aguilera-Luiz MM, et al. Multi-residue determination of veterinary drugs in milk by ultra-high-pressure liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *J Chromatogr, A*. 2008;1205:10-6.

95. Plössl F, Giera M, Bracher F. Multiresidue analytical method using dispersive solid-phase extraction and gas chromatography/ion trap mass spectrometry to determine pharmaceuticals in whole blood. *Journal of Chromatography A*. 2006;1135(1):19-26.
96. Padilla-Sánchez JA, et al. Application of a quick, easy, cheap, effective, rugged and safe-based method for the simultaneous extraction of chlorophenols, alkylphenols, nitrophenols and cresols in agricultural soils, analyzed by using gas chromatography-triple quadrupole-mass spectrometry/mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 2010;1217(36):5724-31.
97. Vaclavik L, et al. Analysis of multiple mycotoxins in cereals under ambient conditions using direct analysis in real time (DART) ionization coupled to high resolution mass spectrometry. *Talanta*. In Press.
98. Herrero S, et al. Determination of trihalomethanes in soil matrices by simplified quick, easy, cheap, effective, rugged and safe extraction and fast gas chromatography with electron capture detection. *Journal of Chromatography A*. 2010;1217(30):4883-9.
99. Diehl DM. Extraction | Sorptive Extraction Methods. In: Ian DW, editor. *Encyclopedia of Separation Science*. Oxford: Academic Press; 2007. p. 1-7.
100. Huck CW, Bonn GK. Recent developments in polymer-based sorbents for solid-phase extraction. *Journal of Chromatography A*. 2000;885(1-2):51-72.
101. Fontanals N, et al. Mixed-mode ion-exchange polymeric sorbents: dual-phase materials that improve selectivity and capacity. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2010;29(7):765-79.
102. Senyuva HZ, Gilbert J. Immunoaffinity column clean-up techniques in food analysis: A review. *Journal of Chromatography B*. 2010;878(2):115-32.
103. Koesdjojo MT, Tennico YH, Remcho VT. 18 Molecularly imprinted polymers as sorbents for separations and extractions. In: Satinder A, Henrik R, editors. *Separation Science and Technology*: Academic Press; 2007. p. 479-503.
104. Wang Z, Jocelyn Paré JR. Chapter 3 Gas chromatography (GC): Principles and applications. In: Paré JRJ, Bélanger JMR, editors. *Techniques and Instrumentation in Analytical Chemistry*: Elsevier; 1997. p. 61-91.
105. Torkos K. *Sample Preparation for Gas Chromatography*: John Wiley & Sons, Ltd; 2006.
106. Green JD. Headspace analysis | Static. In: Paul W, Alan T, Colin P, editors. *Encyclopedia of Analytical Science*. Oxford: Elsevier; 2005. p. 229-36.
107. Ross C, Pawliszyn J. extraction | Solid-Phase Microextraction. In: Paul W, Alan T, Colin P, editors. *Encyclopedia of Analytical Science*. Oxford: Elsevier; 2005. p. 608-16.
108. de Souza Pinheiro A, de Andrade JB. Development, validation and application of a SDME/GC-FID methodology for the multiresidue determination of organophosphate and pyrethroid pesticides in water. *Talanta*. 2009;79(5):1354-9.
109. Egea FJ, et al. Estimation and correction of matrix effects in gas chromatographic pesticide multiresidue analytical methods with a nitrogen-phosphorus detector. *Analyst*. 2002;127(8):1038-44.

110. Mahmoud HA, Arief MMH, Nasr IN, Mohammed IH. Residues and half-lives of abamectin, diniconazole and methomyl on and in strawberry under the normal field conditions. *J Appl Sci Res.* 2010;6:932-6.
111. Li S-x, et al. GC-MS determination of multi-pesticide residues. *Lihua Jianyan, Huaxue Fence.* 2008;44:711-4.
112. Wylie PL, Meng C-K. The benefits of incorporating GC/QqQ into pesticide analysis methods. *LC-GC Eur.* 2008:9-11.
113. Savant RH, et al. Multiresidue Analysis of 50 Pesticides in Grape, Pomegranate, and Mango by Gas Chromatography-Ion Trap Mass Spectrometry. *J Agric Food Chem.* 2010:1447-54.
114. Patel K, et al. Evaluation of large volume-difficult matrix introduction-gas chromatography-time of flight-mass spectrometry (LV-DMI-GC-TOF-MS) for the determination of pesticides in fruit-based baby foods. *Food Addit Contam.* 2004;21:658-69.
115. Banerjee K, et al. Optimization of separation and detection conditions for the multiresidue analysis of pesticides in grapes by comprehensive two-dimensional gas chromatography-time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Chromatography A.* 2008;1190(1-2):350-7.
116. Poole CF. *Instrumental Aspects of Gas Chromatography. The Essence of Chromatography.* Amsterdam: Elsevier Science; 2003. p. 171-266.
117. Baldwin MA. Mass Spectrometers for the Analysis of Biomolecules. In: Burlingame AL, editor. *Methods in Enzymology: Academic Press; 2005.* p. 3-48.
118. Standing KG, Ens W. Time of Flight Mass Spectrometers. In: John L, editor. *Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry.* Oxford: Academic Press; 1999. p. 2851-6.
119. Somogyi Á. Mass spectrometry instrumentation and techniques. In: Károly V, András T, Akos V, editors. *Medical Applications of Mass Spectrometry.* Amsterdam: Elsevier; 2008. p. 93-140.
120. Dawson PH, Douglas DJ. Quadrupoles, Use of in Mass Spectrometry. In: John L, editor. *Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry.* Oxford: Academic Press; 1999. p. 2315-24.
121. March RE. Ion Trap Mass Spectrometers. In: John L, editor. *Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry.* Oxford: Academic Press; 2010. p. 1165-73.
122. Davies IW. Chromatography: Gas | Sampling Systems. In: Ian DW, editor. *Encyclopedia of Separation Science.* Oxford: Academic Press; 2000. p. 550-8.
123. Semard G, Adahchour M, Focant J-F. Chapter 2 Basic Instrumentation for GC×GC. In: Lourdes R, editor. *Comprehensive Analytical Chemistry: Elsevier; 2009.* p. 15-48.
124. Lifshitz C, Märk TD. Mass Spectrometry, Ionization Theory. In: John L, editor. *Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry.* Oxford: Academic Press; 1999. p. 1459-69.

125. Kazakevich YV. 2 HPLC theory. In: Satinder A, Henrik R, editors. *Separation Science and Technology*: Academic Press; 2007. p. 13-44.
126. Haddad PR, Nesterenko PN, Buchberger W. Recent developments and emerging directions in ion chromatography. *Journal of Chromatography A*. 2008;1184(1-2):456-73.
127. Palamareva MD. Liquid chromatography | Principles. In: Paul W, Alan T, Colin P, editors. *Encyclopedia of Analytical Science*. Oxford: Elsevier; 2005. p. 112-8.
128. Kostanski LK, Keller DM, Hamielec AE. Size-exclusion chromatography--a review of calibration methodologies. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*. 2004;58(2):159-86.
129. Gilby AC. Chromatography: liquid | Detectors: Ultraviolet and Visible Detection. In: Ian DW, editor. *Encyclopedia of Separation Science*. Oxford: Academic Press; 2007. p. 1-15.
130. Scott RPW. Chromatography: liquid | Detectors: Fluorescence Detection. In: Ian DW, editor. *Encyclopedia of Separation Science*. Oxford: Academic Press; 2000. p. 602-8.
131. Mazza C. Light Scattering Detectors. In: Ian DW, editor. *Encyclopedia of Separation Science*. Oxford: Academic Press; 2007. p. 1-8.
132. Vogeser M, Seger C. A decade of HPLC-MS/MS in the routine clinical laboratory -- Goals for further developments. *Clinical Biochemistry*. 2008;41(9):649-62.
133. Van Baar BLM. Chapter 2. Ionisation Methods in LC-MS and LC-MS-MS (TSP, APCI, ESP and cf-FAB). In: Barceló D, editor. *Journal of Chromatography Library*: Elsevier; 1996. p. 71-133.
134. Tang K, Page JS, Kelly RT, Marginean I. Electrospray Ionization in Mass Spectrometry. In: John L, editor. *Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry*. Oxford: Academic Press; 2010. p. 467-74.
135. Reemtsma T. The use of liquid chromatography-atmospheric pressure ionization-mass spectrometry in water analysis - Part I: Achievements. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2001;20(9):500-17.
136. Taylor LT. Supercritical fluid chromatography for the 21st century. *The Journal of Supercritical Fluids*. 2009;47(3):566-73.
137. García MA, et al. Chapter 2, Separation modes in capillary electrophoresis. In: M.L. Marina AR, Valcárcel M, editors. *Comprehensive Analytical Chemistry*: Elsevier; 2005. p. 31-134.
138. Twyman RM. Immunoassays | Overview. In: Paul W, Alan T, Colin P, editors. *Encyclopedia of Analytical Science*. Oxford: Elsevier; 2005. p. 299-306.
139. Chu FS. Immunoassays | Radioimmunoassay and Enzyme Immunoassay. In: Benjamin C, editor. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Oxford: Academic Press; 2003. p. 3248-55.
140. Claudio JC, Daniel ELP. Biosensors: implementation and outlook in the control and process quality and foodstuffs. *Vitae*. 2009;16(1):144-154.

Alternativas de tratamientos de las aguas de los drenajes ácidos de minas: una revisión

Juan Pablo Salazar Giraldo*,
Marta Lucía Hernández Ángel**,
Álvaro de Jesús Arango Ruiz***

Resumen

La explotación minera se caracteriza por la afectación de la hidrología subterránea, situación que se ha considerado como un problema de bombeo netamente técnico, para evacuar las aguas de drenaje, sin tener en cuenta las implicaciones ambientales.

Las aguas de drenaje de la minería son efluentes líquidos muy contaminantes, dadas sus altas concentraciones de sólidos, sulfatos y metales disueltos; además, se asocian a elevados valores de acidez que dan a las aguas un alto poder corrosivo. Estos contaminantes generan un deterioro ambiental importante cuando llegan a las fuentes de agua, afectando la biota y la disponibilidad del agua. Las aguas del drenaje ácido de minas pueden ser tratadas por medio de procesos fisicoquímicos o biológicos para su prevención, mitigación y control. Los tratamientos fisicoquímicos consisten en la aplicación de un agente neutralizante para remover la acidez y un coagulante para propiciar la precipitación de los metales disueltos, y otras sustancias y minerales de los efluentes. Tienen la desventaja de ser costosos y generar grandes cantidades de lodos, con los consecuentes problemas asociados a su disposición. Los tratamientos biológicos utilizan microorganismos o plantas para degradar los contaminantes y disminuir la acidez. Son el resultado de nuevos desarrollos tecnológicos que ofrecen una alternativa económica, soste-

* Geólogo, especialista en Evaluación Ambiental, candidato a doctor en Ingeniería Ambiental. Instructor SENA Centro de los Recursos Naturales Renovables La Salada. Correspondencia: jpsalazar@sena.edu.co, ejpsg406@udea.edu.co

** Ingeniera Química, magíster en Ingeniería Ambiental, Instructora SENA Centro de los Recursos Naturales Renovables La Salada. Correspondencia: mhernandez@sena.edu.co, martahdez55@yahoo.com

*** Ingeniero Químico, magíster en Ingeniería Ambiental. Coordinador Programa de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingenierías, Corporación Universitaria Lasallista. Correspondencia: alarango@lasallista.edu.co, arangoalvaro@yahoo.com

nible y práctica para el tratamiento de este tipo de aguas, presentando altos porcentajes de remoción de los sulfatos y metales, en donde se han logrado valores superiores al 90% en tratamientos con microorganismos de los géneros *Thiobacillus* y *Leptospirillum*.

Water treatment alternatives for acid drains from mines

Abstract

Mining is well known because it affects underground waters, an issue that has been considered as a purely technical pumping problem to evacuate drain waters, but keeping environmental implications aside. Drain waters from mines are very polluting liquid effluents, given their high concentrations of solids, sulfates and dissolved metals. They are also associated to high acid levels, and this means that those waters have a great corrosive effect. These pollutants generate an important environmental damage when they reach water bodies, affecting the biota and the water availability. Acid drain waters from mines can be treated with physicochemical or biological processes for prevention, mitigation and control. Physicochemical treatments include the application of a neutralizing agent to remove acidity and a coagulant to promote the dissolved metals, minerals and other substance's precipitation from the effluents. They are, however, expensive, and generate a great quantity of sludge, a fact that brings the problem of how to dispose them. Biological treatments use microorganisms or plants to degrade pollutants and reduce the acidity. They are a result of new technological developments that offers a cheaper, sustainable and practical alternative to treat this sort of waters with a high sulfate and metal removal percentage. The values achieved are above 90% in treatments with microorganisms such as *Thiobacillus* and *Leptospirillum*.

Introducción

Entre las aguas residuales industriales, hay una categoría que merece especial atención por su origen, implicaciones ambientales y tratamientos desarrollados para su prevención, mitigación y control: corresponde al drenaje ácido de minas o DAM (también puede denominarse DAR, *drenaje ácido de rocas*) como se conoce en la actualidad¹.

Este problema ambiental se ha presentado desde hace muchos años con las explotaciones mineras de oro, metales y carbón, en donde inicialmente se caracterizó por una alteración muy profunda de la hidrología subterránea, teniendo en cuenta el bombeo del agua como un problema netamente técnico para permitir los desarrollos mineros, sin considerar las implicaciones ambientales. Como re-

sultado importantes caudales y volúmenes de DAM vertidos en superficie². Para 1989, 19.300 Km de corrientes naturales de agua y 72.000 ha de lagos y humedales se habían afectado severamente con drenaje ácido de minas³.

En términos generales, el DAM se caracteriza por

- Valores de pH que oscilan de 1,5 a 7
- Niveles de alcalinidad decreciente y de acidez creciente
- Concentraciones elevadas de sulfatos
- Concentraciones elevadas de metales (disueltos o totales), especialmente Fe, Al y Mn.
- Concentraciones elevadas de sólidos disueltos totales: alta conductividad específica

No todos los vertidos mineros son ácidos. Ciertos yacimientos o explotaciones mineras producen drenajes neutros o alcalinos que, aunque un poco menos dañinos ambientalmente, también generan problemas de calidad y afectaciones en los ecosistemas, especialmente por la presencia de hierro en estado soluble (Fe^{2+}), que al oxidarse ya sea de forma química o microbiológica forma lodos ricos en hidróxidos de Fe (III), que le imprimen un color rojo al sedimento y a los niveles inferiores del agua.

Sin embargo la problemática del DAM, aunque propia de la actividad minera, especialmente en yacimientos de oro, sulfuros metálicos y carbón en donde se pueden encontrar del 1 al 20% de pirita³, puede presentarse también de manera natural cuando son expuestos estos minerales al aire y al agua (drenaje ácido de rocas – DAR), generando un vertido o drenaje con alto impacto ambiental, que resulta de la oxidación de minerales sulfurados y lixiviación de metales asociados, provenientes de las rocas sulfuradas o de yacimientos de carbón que tienen presencia de sulfuros. Los procesos bacterianos aceleran y promueven el desarrollo del drenaje ácido de minas a través de la oxidación microbiológica⁴; dichas bacterias catalizan la solubilización de los sulfuros por la regeneración de Fe^{3+} , y la oxidación de los productos de disolución como fuente de energía⁵. Algunos autores⁶ encontraron que bacterias de la familia del *Thiobacillus ferrooxidans* usan el azufre de los sulfuros como fuente de energía, oxidándolo; a pH menores a 3,5 es acelerado el proceso bacteriano de oxidación del Fe^{2+} a Fe^{3+} ; otros⁸ explican que a pH menores de 4, las bacterias oxidantes del Fe primero oxidan el Fe^{2+} .

Diversas investigaciones han establecido una serie de factores importantes para la generación del DAM, entre los que se destacan los siguientes factores^{5,8}:

- La configuración geológica, principalmente, en lo referente a vetas;
- La variada mineralogía con potencial para contribuir con diferentes contaminantes en el tiempo, y en diferentes lugares;
- La asociación del mineral con la pirita como el principal mineral sulfurado.
- El pH
- La temperatura

- El contenido de oxígeno en la fase acuosa que ayuda a la oxidación y que va asociado al porcentaje de saturación de oxígeno en el agua
- La actividad química de los sulfuros de Fe
- El área superficial expuesta de los sulfuros
- La energía de activación requerida para iniciar la generación de la acidez
- La actividad bacteriana

En una explotación minera, las fuentes primarias de drenaje ácido son las áreas en las cuales la roca ha sido perturbada, y la superficie, expuesta; entre ellas se encuentran:

- Las pilas de desmonte
- Las pilas de lixiviación
- Las presas de lodos, producto del beneficio de los minerales
- Explotaciones mineras subterráneas
- Minas de cielo abierto
- Derrames accidentales de concentrados metálicos en plantas de beneficio
- Apilamiento de mineral
- Superficies de roca expuestas al cortar rocas para vías de acceso, patios de acopio, etc.
- Pozos de almacenamiento de lodos en plantas de tratamiento.

El DAM o DAR es inicialmente función de la mineralogía, rocas y disponibilidad de agua y oxígeno⁵; sin embargo, la formación y vertimiento del drenaje ácido se ha considerado como problema ambiental, cuando las mismas condiciones geológicas no son capaces de amortiguar o neutralizar la acidez, especialmente en yacimientos de carbón donde hay carencia de material carbonatado⁹.

Para identificar las fuentes generadores del DAM, es necesario comprender que los minerales sulfurosos están en todas partes en el ambiente geológico, pero se encuentran principalmente en rocas que están debajo de una capa de suelo y, a menudo, debajo del nivel freático. Bajo condiciones naturales, el suelo que cubre la roca y el agua subterránea minimiza el contacto con el oxígeno, permitiendo así que la generación de ácido prosiga a una velocidad tan baja que el efecto sobre la calidad general del agua será insignificante o indetectable. La exposición de roca con presencia de sulfuros reactivos al aire y al agua, como resultado de actividades tales como la construcción de carreteras o explotación minera, puede acelerar la velocidad de generación de ácido y ocasionar un impacto en el ambiente¹⁰.

Los procesos bioquímicos del DAM¹¹ se especifican en tres grandes grupos de reacciones químicas generadoras de la acidez de este tipo de drenajes:

- Reacciones de oxidación de sulfuros, que liberan iones H⁺, metales reducidos y sulfatos (los cuales reaccionan con moléculas de agua y forman ácido sulfúrico).

- Reacciones heterogéneas de precipitación de fases minerales sulfatadas e hidróxidos, liberación de iones H^+ .
- Transformación de minerales.

Sin embargo, además de las anteriores reacciones, en los drenajes ácidos de minería, se presenta una disolución de minerales y unos procesos reductivos mediados microbiológicamente y unos procesos químicos entre los que se encuentran¹²:

- Oxidación de los sulfuros (oxidación pirita) y generación de sulfato
- Oxidación del Fe ferroso
- Hidrólisis del Fe férrico y generación de hidróxidos de hierro
- Oxidación avanzada de iones sulfurosos

Cada fase mineral se solubiliza y cada metal precipita dependiendo del pH de la solución; sin embargo, la precipitación de las fases minerales asociadas a los metales, tanto en soluciones naturales como en sistemas de tratamiento, es un proceso complejo y lento, y depende de una serie de factores ambientales como temperatura, fuerza iónica, condiciones redox, actividades de iones como el azufre, presión parcial tanto del oxígeno como del CO_2 , los metales, el pH y las sustancias húmicas, entre otros.

En el ambiente geológico se presentan diversos minerales del grupo de los sulfuros (Pirita, Marcasita, Pirrotina, Galena, Esfalerita, Calcosita, etc.); de ellos, los más comunes son los sulfuros de hierro (Pirita, Marcasita, Pirrotina), que son los más susceptibles de formar el DAM; sin embargo, todos los sulfuros, de una o otra forma, tienen el potencial de generación de este tipo de agua contaminante. Bajo condiciones oxidantes, los sulfuros se oxidan en presencia de agua y oxígeno para formar un vertimiento muy ácido, rico en sulfatos⁵.

Los componentes básicos para la generación son: sulfuros, agua o atmósfera húmeda y el oxígeno; sin embargo, en la mayoría de los casos las bacterias (Por ejemplo, *Acidithiobacillus ferrooxidans*) juegan un papel fundamental en la generación del DAM al acelerar la tasa de generación ácida; así, la inhibición de la actividad bacteriana puede, por lo tanto, impedir o bajar el ritmo de generación del drenaje⁵; de igual forma, la tendencia de una muestra particular de roca a generar acidez neta es una función del balance entre los minerales (sulfurosos) productores potenciales de ácido y los minerales (alcalinos) consumidores potenciales de ácido. El proceso mediante el cual se consume ácido se denomina “neutralización”. Teóricamente, cada vez que la capacidad consumidora de ácido de una roca (“potencial de neutralización”), excede al potencial de generación de ácido, se consumirá toda la acidez y el agua que drene de la roca se encontrará en el nivel de pH neutro o cerca de él¹³.

Durante el proceso de generación del DAM, las bacterias juegan un papel fundamental; por ejemplo, el ion ferroso formado puede ser oxidado a ion férrico

co por bacterias acidofílicas y arqueas, oxidando el azufre a sulfatos. Durante la oxidación de los sulfuros, una serie de compuestos intermedios, tales como polisulfuros, azufre elemental, tiosulfatos, politionatos, sulfito y sulfatos se producen como productos intermedios de la disolución oxidativa, y sus concentraciones son función de las comunidades bacterianas presentes¹⁴.

Son numerosos los problemas ambientales generados por el DAM. Algunos de los más relevantes son¹⁵:

- Asfixia de organismos bentónicos por precipitación de oxi-hidróxidos de ion férrico.
- Daño en ecosistemas y organismos por toxicidad asociada a la acidez de las aguas, salinidad y concentraciones elevadas de metales solubles que son ingeridos por plantas y animales acuáticos
- Estrés en el ecosistema por los bajos valores de pH.

Sin embargo, una de las situaciones más delicadas no es solo la acidez y los altos niveles de sulfato de este tipo de drenajes: son los metales solubles que puede contener, como Fe, Mn, Al, Cu, Cd y metaloides como el arsénico, dependiendo de la mineralogía de las rocas donde es generado el drenaje, sumado a la precipitación de los hidróxidos metálicos que inhiben severamente la reproducción de organismos bénticos. Dada la cantidad de ion ferroso predominante en este drenaje, la mayoría de microorganismos son capaces de usar este ión reducido como donador de electrones¹⁶.

Se ha demostrado que la combinación de bajo pH y altas concentraciones de metales asociados con el DAM puede tener efectos toxicológicos graves en los organismos acuáticos¹⁷, pues la exposición aguda puede matar directamente a los organismos y la exposición crónica puede generar retraso en el crecimiento, menores tasas de reproducción, deformidades y lesiones.

Materiales y métodos en la generación del DAM¹⁸

Etapas I. Oxidación de sulfuros. La acidez es generada y rápidamente neutralizada en las etapas iniciales cuando la roca que contiene minerales sulfurados es expuesta al oxígeno y al agua. El drenaje de agua es casi neutro. Mientras se produce la oxidación de los minerales sulfurosos, existe suficiente alcalinidad disponible como para neutralizar la acidez y precipitar el hierro en forma de hidróxido, con producción elevada de sulfatos y acidez. La oxidación química del ion ferroso es rápida a un pH superior a 7 y el ion férrico se precipita de la solución como un hidróxido.

En esta etapa, el agua de drenaje se caracteriza generalmente por niveles elevados de sulfato, con pH cercano al neutro. El ácido producido es neutralizado mientras que el hierro férrico se precipita en forma de hidróxido. Si existen minerales de zinc asociados con los sulfuros de hierro, también podrían detectarse concentraciones elevadas de zinc en la solución.

Etapa II. A medida que continúa la generación de ácido y se agotan o se vuelven inaccesibles los minerales carbonatados, el pH del agua disminuye y el proceso se encamina hacia su segunda etapa. Cuando el pH del microambiente disminuye hasta 4.5, ocurren reacciones de oxidación tanto químicas como biológicas (en esta etapa se hacen importantes procesos microbianos).

A medida que la velocidad de generación de ácido se acelera, el pH disminuye progresiva y gradualmente. Los niveles de pH relativamente constantes representan la disolución de un mineral neutralizante que se vuelve soluble a ese nivel de pH. Si la oxidación continúa hasta que se haya agotado todo el potencial de neutralización, se presentarán valores de pH por debajo de 3.5.

Etapa III. A medida que los minerales alcalinos se consumen o recubren, o bien, se produce acidez a mayor velocidad que alcalinidad, el pH se vuelve ácido. Las reacciones dominantes se transforman de oxidación química a, principalmente, oxidación biológicamente catalizada. De las reacciones de oxidación sulfurosa, se produce hierro ferroso, que se oxida biológicamente y se convierte en hierro férrico. Este, a su vez, reemplaza al oxígeno como el oxidante principal.

En esta etapa, el agua de drenaje es generalmente ácida, caracterizada por sulfatos y metales disueltos en concentraciones elevadas. El hierro disuelto se presenta como hierro ferroso y férrico.

Resultados y discusión

De los tratamientos químicos en los

Para tratar los drenajes ácidos de mina por métodos químicos, comúnmente denominados tratamientos convencionales, es necesario conocer a fondo las reacciones de oxidación que llevan a la formación de sustancias de carácter ácido. Estas reacciones se dan por la oxidación de los sulfuros metálicos presentes en algunos minerales entre los que se encuentran principalmente la piritita y la marcasita, cuando estos entran en contacto con el oxígeno del aire y el agua durante y después de las operaciones mineras^{5,19,20}.

Las reacciones se describen como:

- Oxidación del sulfuro de hierro

$$\text{FeS}_2 + 7/2 \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$$
- Oxidación del hierro ferroso

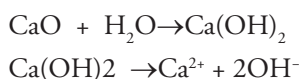
$$\text{Fe}^{2+} + 1/4\text{O}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 1/2\text{H}_2\text{O}$$
- Hidrólisis del hierro férrico

$$\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 (\text{s}) + 3\text{H}^+$$
- Oxidación de los iones sulfato

$$\text{FeS}^{2+} + 14\text{Fe}^{3+} + 8\text{H}_2\text{O} \rightarrow 15\text{Fe}^{2+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 16 \text{H}^+$$

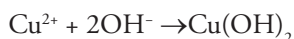
Los tratamientos químicos convencionales consisten en agregar sustancias alcalinas que neutralizan los compuestos ácidos permitiendo la formación de precipitados. Los productos químicos más utilizados en la neutralización para causar precipitación de sus metales son: la piedra caliza, la cal hidratada, el carbonato de sodio, la soda cáustica, el amoníaco, el peróxido de calcio, el polvo del horno, y las cenizas volantes. La más ampliamente utilizada es la cal viva (CaO) que en presencia de agua y metales presenta las siguientes reacciones:

- Formación y disociación del hidróxido de calcio



La disolución del hidróxido de calcio aumenta el pH del medio acuoso y se propicia la precipitación de los metales en forma de hidróxido, como se muestra a continuación para el caso del cobre.

- Formación y precipitación del hidróxido del metal



Los principales metales presentes en las aguas de drenaje ácido de minas son el hierro, el aluminio y el manganeso. Adicionalmente, la presencia de trazas de metales pesados le da carácter de toxicidad al agua. La formación del precipitado depende de la constante del producto de solubilidad y, por lo tanto, del pH del medio acuoso²¹. La precipitación del metal no es inmediata; una vez añadida la solución alcalina, se debe exceder un nivel umbral, para que la precipitación del metal sea inevitable. En la siguiente tabla se presentan los pH a los cuales precipitan algunos metales¹⁵.

Tabla 1. pH donde se precipitan los iones metálicos

HIDRÓXIDO	pH
Fe ⁺³	3
Al ⁺³	3.7-4.5
Ni ⁺²	8
Fe ⁺²	8-9
Zn ⁺²	>9

Aunque la piedra caliza es generalmente un reactivo de bajo costo y su aplicación produce un menor volumen de lodos, no tiene un amplio uso ya que el dióxido de carbono interfiere en la eficiencia de la reacción haciendo difícil elevar el pH del agua por encima de 6.

El método más simple consiste en la neutralización de las aguas de drenaje haciéndolas pasar por un lecho de piedra caliza. Sin embargo, este proceso presenta grandes desventajas ya que el lecho de piedra caliza se cubre rápidamente con hierro y sulfato de calcio y un biofilm, lo que impide la reacción. Se ha identificado que la aplicación de una combinación de cal y piedra caliza puede dar mejores resultados⁵.

Esta precipitación de los metales se realiza en tanques y es ayudada por la adición de floculantes que permiten la sedimentación de lodos; estos lodos llegan a concentraciones de sólidos entre 2 y 7%. Los procesos modernos de alta densidad (HDS) utilizan floculantes más eficientes logrando densidades de lodo del 30% o mayores. Todos los lodos contienen calcita (CaCO_3) y los lodos HDS son ricos en yeso (CaSO_4)¹⁵.

El proceso que se realiza con cal consiste en la adición de la cal hidratada en forma seca o en papilla a un tanque de mezcla; para aguas con concentraciones menores de ion ferroso de 50 mg/L el tratamiento se lleva a cabo a pH entre 6,5 y 8, mientras que para concentraciones mayores, el pH debe estar entre 8 y 10. Después de la mezcla, el agua se pasa a un tanque de aireación, donde el precipitado de hidróxido ferroso se convierte en hidróxido férrico, para luego fluir a una cámara de sedimentación donde se obtiene la precipitación de los metales pesados.

Los precipitados formados por la adición de la cal son lodos que deben ser manipulados cuidadosamente. Los tratamientos químicos son soluciones costosas y de larga duración, incluso puede ser necesaria su aplicación después de la clausura de la mina. Los lodos producidos por el proceso de tratamiento convencional requieren ser dispuestos de manera segura para impedir la redisolución de los metales.

El uso de cal para tratar las aguas de drenaje ácido de minas ha sido durante mucho tiempo el método estándar de tratamiento; este tratamiento es simple y robusto. Sin embargo, representa una serie de problemas ambientales que se enuncian a continuación²²:

- Los lodos metálicos producidos después del tratamiento son ricos en metales y contienen grandes porcentajes de agua.
- Los lodos son residuos especiales, con costos de tratamiento y disposición elevados, ya que el contenido de agua aumenta el volumen y peso de los residuos que de otro modo se podrían evitar.
- Los métodos para reducir los contenidos de agua de los lodos consumen grandes cantidades de energía, lo cual es costoso y genera impactos ambientales.
- El lodo es químicamente complejo e inestable.

Dentro de las ventajas del uso de cal se encuentran las siguientes:

- Es una tecnología de probada eficacia
- Es eficaz para el tratamiento de las aguas muy ácidas
- El proceso no se ve afectado por las fluctuaciones estacionales de temperatura

- El proceso puede adaptarse a los cambios en la calidad del agua o la cantidad por ajuste de los parámetros de funcionamiento
- Requiere de plantas sencillas y de simple funcionamiento
- Se obtienen aguas de buena calidad que pueden ser descargadas a fuentes de agua.

De los tratamientos biológicos de los DAM

Los altos contenidos ácidos en los drenajes de minas han causado que el mundo entero busque nuevas formas de remediación de metales en sitios contaminados y que representen una alternativa económicamente factible y menos contaminante.

Dentro de las actividades biológicas y microbiológicas están siendo exploradas las que incluyen la biolixiviación, la biosorción, la bioacumulación y la oxidación y reducción biológicas²³ como se presentan en la siguiente figura.

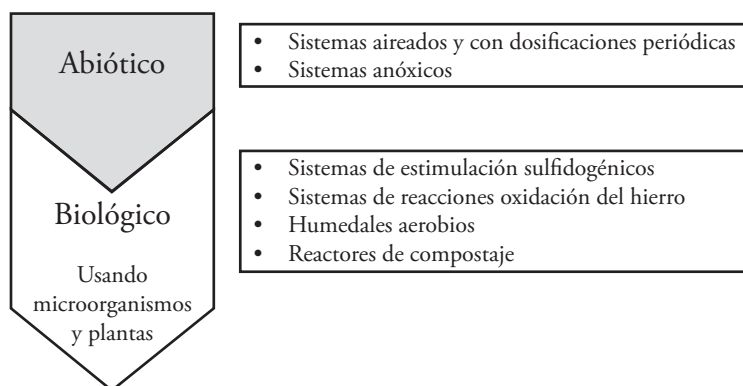


Figura 1. Opciones de tratamiento biológico de los DAM

Estas técnicas biológicas buscan estimular el crecimiento de los microorganismos en aguas contaminadas, con el fin de generar cambios en los componentes químicos y poder degradarlos o extraerlos mediante las reacciones en sus actividades metabólicas. Para lograr esto se deben adaptar los organismos al medio, al proporcionar condiciones adecuadas para su desarrollo (nutrientes, humedad, pH, temperatura, etc.)²⁴.

En el metabolismo, los microorganismos consumen los contaminantes como fuente de carbono y algunos nutrientes entre los que se encuentran el fósforo y el nitrógeno; con esto realizan la digestión y convierten los compuestos en sustancias más simples, como dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O).

La biolixiviación o lixiviación de metales es una tecnología que emplea microorganismos específicos para lixiviar o extraer un metal de valor como uranio,

cobre, zinc, níquel, cobalto, oro y plata. Se presenta actualmente como una de las técnicas del futuro para el tratamiento de minerales de colas por sus ventajas como²⁵:

- Requieren poca inversión de capital (las bacterias pueden ser aisladas a partir de aguas ácidas de minas).
- Bajo costo de las operaciones en comparación con los procesos convencionales.
- Relativa ausencia de contaminación ambiental durante el proceso.
- El tratamiento de los minerales acumulados, los que no pueden ser económicamente procesados por métodos tradicionales.

La bioacumulación es una tecnología utilizada cuando se requiere el tratamiento inmediato de un sitio contaminado o cuando la microflora propia del lugar es insuficiente y consiste en la adición de microorganismos, con la capacidad para degradar el contaminante. El tamaño del inóculo a utilizar depende del tamaño de la zona contaminada, de la dispersión de los contaminantes y de la velocidad de crecimiento de los microorganismos degradadores.

La bioadsorción es un fenómeno donde los metales se adsorben pasivamente sobre componentes de la pared celular polianiónica microbiana o sobre los exopolisacáridos (también cargados negativamente). Es un proceso rápido, que no se ve afectado por inhibidores del metabolismo pero sí por las condiciones físico-químicas (como el pH o la fuerza iónica). Es un proceso reversible y puede ocurrir con material vivo o muerto. Este mecanismo celular involucra un sistema de transporte de membrana que lleva al interior al metal con gasto de energía. Una vez incorporado el metal pesado al citoplasma, éste es secuestrado por la presencia de proteínas ricas en grupos sulfhidrilos llamadas metalotioneínas (cuya expresión se potencia en presencia de metales pesados) o también puede ser compartimentalizado dentro de una vacuola, como ocurre en hongos.

Entre los microorganismos que son responsables de la disolución de metales a partir de los minerales se encuentran los géneros *Thiobacillus*, *Leptospirillum*, *Sulfolobus*, *Sulfobacillus* y *Acidianus*. Ellos son capaces de soportar condiciones extremas de pH y temperatura, y presentan unos requerimientos de nutrientes específicos como se presenta en la siguiente tabla.

La reducción biológica de sulfato ha sido identificada como uno de los principales contribuyentes a los procesos de mitigación de la calidad del agua en tierras húmedas. Se trata de reacciones que ocurren naturalmente y que producen alcalinidad, reducen los sulfatos y promueven la precipitación de los metales en solución en la forma de sulfuros metálicos. La reducción directa de los sulfuros a los sulfatos es producida por bacterias especializadas, anaeróbicas, de los géneros *Desulfovibrio* (cinco especies) y *Desulfotomaculum* (tres especies)²⁶.

Estas bacterias son organismos heterotróficos y tienen un metabolismo respiratorio en el que los sulfatos, sulfitos y/u otros componentes reducibles de azufre

sirven como aceptores finales de electrones, con la consiguiente producción de sulfuro de hidrógeno. Los sustratos orgánicos de estas bacterias generalmente son ácidos de cadena corta, tales como el ácido láctico y el pirúvico.

Tabla 2. Bacterias asociadas al tratamiento de residuos de minerías

Microorganismo	pH	Temperatura	Nutrientes
<i>Thiobacillus ferrooxidans</i>	Entre 1,5 y 2		
<i>Thiobacillus thiooxidans</i>	Entre 2 y 3		
<i>Thiobacillus intermedius</i>	Entre 2 y 3		
<i>Thiobacillus napolitanus</i>	Entre 2 y 3	Mesófilas	
<i>Thiobacillus acidophilus</i>	Entre 2 y 3		
<i>Thiobacillus thioparus</i>	Entre 2 y 3		
<i>Thiobacillus ferrooxidans</i>	Entre 2 y 3		
<i>Thiobacillus TH2 y TH3</i>	Entre 6 y 7	Termófilas	
<i>Acidiphilium cryptum</i>	Entre 1,5 y 2,5		
<i>Leptospirillum ferrooxidans</i>	Entre 1 y 2	Mesófilas	Fe, S, C
<i>Leptospirillum ferriphilum</i>	Entre 1,5 y 2,5		
<i>Leptospirillum thermoferrooxidans</i>	Entre 1,5 y 2,5		
<i>Sulfolobus</i>	Entre 1,5 y 2,5	Termófilas	
<i>Heterotrofos</i>	Entre 2 y 3		
<i>Metallogenium sp.</i>	Entre 2 y 3		
β -Proteobacteria <i>"Ferrimicrobium acidiphilum"</i>	Entre 1,5 y 2,5	Mesófilas	
Actinobacteria <i>Ferroplasma acidiphilum</i>	Entre 1,5 y 2,5		
<i>Oxidán hierro y sulfuro</i> <i>Acidithiobacillus ferrooxidans</i>	Entre 1,5 y 2,5		

La actividad de estas bacterias reductoras de sulfatos es importante no sólo debido a la producción de sulfuro de hidrógeno, sino también debido a la subsecuente interacción y precipitación de los metales y al aumento de alcalinidad. El sulfuro de hidrógeno reacciona fácilmente, por ejemplo, con cobre solubilizado a valores bajos de pH, para formar el mineral sulfuroso insoluble. De manera similar, la precipitación del zinc es posible siempre que existan condiciones adecuadas (pH en solución).

Recientemente, la reducción de sulfatos por microorganismos ha sido reconocida como un tratamiento de estas aguas residuales de minería. Esta tecnología de relativamente bajo mantenimiento es ideal para minas subterráneas abandonadas, porque no sólo modificará el pH en el efluente, sino que también extraerá el contenido de metales solubles como compuestos sulfurosos estables. Las condiciones reductoras bajo las cuales se depositan estos compuestos de sulfuros metálicos también proporcionan un almacenamiento ideal de largo plazo para la preservación de lodos de tratamiento²⁷.

Los métodos biotecnológicos que hasta la fecha se han aplicado muestran las posibilidades de los tratamientos entre los que se encuentran²³:

- Sulfuros de zinc: aunque no se conoce de plantas comerciales, su aplicación tiene un enorme potencial.
- Sulfuro de plomo: lixiviación bacteriana de galenita origina formación de $PbSO_4$ que es insoluble en medio ácido, característica que puede ser utilizada en la separación de algunos valores metálicos acompañantes en una mina de plomo.
- Sulfuro de Níquel: Lixiviado a partir de sulfuros de menas de hierro en presencia de *Thioacillus*, de 2 a 17 veces más rápido que el proceso netamente químico.
- Sulfuro de antimonio: se conocen de algunos trabajos que reportan la habilidad de *T. ferrooxidans* de oxidar antimonita (Sb_2S_3) a pH 1.75 y a 35°C. También se reporta la capacidad de *B. thioparus* y *T. thiooxidans* de oxidar este sulfuro.
- Sulfuros de metales raros: los metales raros se presentan en la parte cristalina de muchos sulfuros o silicatos. Para liberarlos es necesario oxidar los sulfuros o destruir la matriz de silicato. La literatura reporta la posibilidad de oxidar, empleando bacterias del grupo de *Thiobacillus*, de una variedad de estos metales, entre los que podemos encontrar galio y cadmio, presentes en la esfalerita (el principal transportador de estos elementos); de germanio y cobalto, de renio, selenio y telurio, titanio y uranio, entre otros.
- Desulfurización de carbón: la oxidación biológica de la porción piritosa o sulfurada permitirá eliminar el azufre presente. Muchos trabajos han demostrado que un importante porcentaje por encima del 90% del azufre contenido en la pirita puede ser removido del carbón bituminoso, sub-bituminoso y lignito en períodos de una a dos semanas por *T. ferrooxidans*. También es posible emplear bacterias termófilas del género *Sulfolobus* en la desulfurización de las menas de carbón.
- Destrucción de cianuro: bajo ciertas condiciones, el cianuro empleado en la recuperación de oro y plata puede ser degradado por ciertos microorganismos. Ejemplo en el ámbito de esta aplicación, lo representa la planta de Homestake, en Estados Unidos, que viene funcionando desde 1984, y emplea una cepa nativa de *Pseudomonas*.

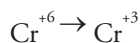
Igualmente, en los procesos de tratamiento de los drenajes ácidos de minería se ha buscado generar la bio-recuperación de metales que es la recuperación de los metales presentes en las soluciones, así como el tratamiento de las aguas residuales para dar cumplimiento a las rigurosas normas ambientales. Existen muchos microorganismos con capacidad para adsorber o precipitar metales.

Algunas de las formas como los microbios recuperan los metales se detallan a continuación²³:

- La precipitación de metales bajo la forma de sulfuros involucra el empleo de bacterias sulfato-reductoras para producir H₂S, que tiene la capacidad de precipitar prácticamente la totalidad del metal contenido en una solución. Como en el siguiente caso:



- Las investigaciones sobre la biosorción de metales a partir de soluciones señalan que la habilidad de los microorganismos (hongos, levaduras y bacterias) permitiría recuperar hasta el 100% de plomo, mercurio, zinc, cobre, níquel, cobalto, etc., a partir de soluciones diluidas.
- La reducción microbial (bacterias reductoras) de metales implica una disminución en la valencia del metal. En algunos casos, la reducción es parcial (el metal reducido aún exhibe una carga neta), mientras que en otros el ión metálico es reducido a su estado libre o metálico. Por ejemplo



Otro sistema de tratamiento que se resalta por su eficiencia son los humedales que son un complejo sistema de plantas, microorganismos y sustrato que juntos funcionan como un filtro biogeoquímico. Las plantas de estos humedales juegan un importante papel en esta actividad de depuración. Los macrófitos acuáticos son el principal componente en la mayoría de los humedales de tratamiento de aguas contaminadas. Estos sistemas de depuración basados en macrófitos consisten generalmente en un monocultivo o policultivo de macrófitos, dispuestos en tanques, lagunas o zanjas poco profundas y con un tiempo de retención superior al de los sistemas convencionales. La elección del tipo de planta depende de su adaptabilidad al clima de la región, de su capacidad de transporte de oxígeno de la superficie a la rizosfera, de su tolerancia a altas concentraciones de contaminantes así como de su capacidad para asimilarlo, de su alta presencia en la zona donde se va a instalar el sistema, de la facilidad para recolectarlas y posterior transporte y su fácil autogeneración.

La eliminación de metales pesados en humedales es el resultado de diferentes procesos biogeoquímicos, que incluyen procesos aeróbicos y anaeróbicos en la columna de agua, en la superficie de plantas vivas y en descomposición y en el sustrato. Además, esta eliminación se debe principalmente a procesos como fitoextracción que se da a través de las hojas, fitovolatilización que permite que esos componentes extraídos por la planta sean volatilizados, fitodegradación donde por las raíces se transforman los contaminantes en nutrientes para las plantas, y la fitoestimulación donde los microorganismos estimulan el crecimiento de partes de las plantas que requieren esos contaminantes como fuentes de nutrientes²⁸.

Wetland Use in Acid Mine Drainage Remediation The first attempts of using wetlands for AMD were in 1984, when WiedeLos primeros intentos de utilización de los humedales para las aguas residuales ácidas de minería se encon-

traban en 1984, cuando Wieder y Lang detected that AMD that flowed through a bog was cleaner (Kalin 2004, Johnson et al. detectaron que estas aguas fluían a través de un pantano y salían más limpias. Further trials using bogs proved to be less successful, but they did present evidence. En los ensayos adicionales usando pantanos los resultados fueron menores, pero sí mostraron that microbial activity plays an active part in mineralizing metals into stable compounds que la actividad microbiana desempeña un papel activo en la mineralización de metales en compuestos estables que se acompañaba de un manejo de and adding alkalinity to wastewater. la alcalinidad en las aguas residuales. Además, se encontró que and include plant to immobilize heavy metals (see figure 2). las plantas permitieron inmovilizar los metales pesados, pero The main drawback to el principal inconveniente es que con el tiempo la acumulación de los precipitados limitará seriamente su utilización posterior.

En las pruebas realizadas con *Acidithiobacillus ferrooxidans* han mostrado que la oxidación de pirita (FeS_2) puede acelerar la oxidación de sulfuros de antimonio, galio, molibdeno, arsénico, cobre, cadmio, cobalto, níquel, plomo y zinc. Además que su mayor actividad se da a un pH de menos de 3.2²⁹.

En otro estudio realizado en Corea, se evaluó el tratamiento de las aguas ácidas de minería con los residuos de un cultivo de hongo *Shitake*, compostados con lodos de una planta de reciclaje de papeles; cada uno de estos residuos fueron colocados en un reactor de columna que fueron inoculados anaerobiamente, dentro de los hallazgos se encontró que la cantidad de microorganismos sulfato reductores se incrementó en $10^8 \pm 10^9$ UFC/ml en dos semanas. Los reactores fueron alimentados continuamente con el drenaje de minas durante 35 semanas para determinar la reducción de sulfato y el metal. Resultando muy significativo la reducción del sulfato, sulfuro de hidrógeno y sulfuro del metal que se convertían en precipitados por acción de los hongos involucrados y con una formación de los ácidos pirúvico y fórmico²⁹. Se utilizaron volúmenes de 0,25 L de inóculo y se utilizaron unas adiciones de nutrientes para favorecer el proceso. El pH se ajustó a 6.8 con ácido triacetonitrilo en cantidades de 2.50 g/l logrando evitar la precipitación de metales, las concentraciones iniciales de metales fueron de hierro 500 ppm, zinc 100 ppm, manganeso 50 ppm, y cobre 50 ppm, y la de sulfato de 2580 ppm. Se encontró que los sulfatos disminuyeron a 550 ppm en 7 semanas, el Zn y el Cu se redujo a menos de 0,1 ppm en 5 semanas³⁰.

En estudios realizados en la Universidad de Indiana se identificó que las bacterias reductoras de sulfato se caracterizan por la respiración anaerobia, con el uso del sulfato como aceptor de electrones; estas bacterias fueron clasificadas en los siguientes cuatro grupos taxonómicos³¹:

- δ -Proteobacteria esta subdivisión contiene bacterias Gram-negativas mesófilas SRB, donde se incluyen los géneros *Desulfovibrio*, *Desulfomicrobium*, *Desulfobulbus*, *Desul-*

fobacter, *Desulfobacterium*, *Desulfococcus*, *Desulfosarcina*, *Desulfomonile*, *Desulfonema*, *Desulfobotulus*, y *Desulfoarculus*. Estas bacterias presentan un crecimiento óptimo en temperaturas entre 20 y 40°C. Este grupo es diverso, con una variedad de formas y rasgos fisiológicos.

- Las bacterias Grampositivas que forman esporas SRB están representados principalmente por el género *Desulfomaculum*. La mayoría de las especies requieren una temperatura similar a la del grupo anterior, aunque algunos soportar temperaturas más altas.
- El grupo de bacterias termófilas SRB contiene los géneros *Thermodesulfobacterium* y *Thermodesulfovibrio*. Estas bacterias tienen un crecimiento óptimo de 65 a 70°C y viven en ambientes de alta temperatura, tales como respiraderos geotermales.
- Archaea termófilos SRB crecen a temperaturas superiores a 80°C, y sólo se han encontrado en fuentes hidrotermales marinas. Todos los SRB en este grupo pertenecen al género *Archaeoglobus*.

Estas bacterias sulfato reductoras habitan una gran variedad de entornos como sedimentos de lagos, lagunas y humedales, en el rumen vacuno, y en los respiraderos geotermales. También pueden crecer en ambientes impactados, como los arrozales, fábricas de papel, y arroyos afectados por aguas residuales o desagüe de las minas ácidas.

Es importante identificar que las bacterias sulfato-reductoras se alimentan generalmente de compuestos de carbono simple, tales como ácidos orgánicos o alcoholes para servir como donadores de electrones para la reducción de sulfato, aunque algunos son capaces de utilizar hidrógeno. Cuando la materia orgánica se utiliza como fuente de carbono, otras bacterias heterotróficas deben descomponer estos compuestos de carbono simples.

En Sudáfrica la minería significa gran parte de la economía y por esto se han realizado ensayos con aguas ácidas de minería y con mezclas de rumen y residuos de césped cortado, con una concentración de sulfato de 4 g/L, y con un pH que varía entre 2.6 y 4.2; en un caso específico se trabajó con una concentración de sulfato en una mina de platino de 2 g / L y un pH neutro de 7,4 logrando reducir la alta concentración de sulfatos.

La principal desventaja de la aplicación de estos procesos biológicos consistió en el manejo de las fuentes de carbono como fuentes de energía para los microorganismos, que además causó una excelente producción de etanol por la fermentación de materia orgánica con el rumen; además, se aprovechó que los microorganismos en el rumen viven en simbiosis, relaciones que facilitan la digestión. Durante ensayos posteriores, fue utilizada como agua de alimentación una con concentración de SO_4 de aproximadamente 2500 mg / L y con un pH de 2,5 y con concentraciones de metales de Fe: 76 mg/L, Mn: 9 mg/L, Zn: 4 mg/L y Mg: 77 mg/L; se realizó un pretratamiento para ajustar la alcalinidad.

El tratamiento para eliminar los metales es una estimulación de las bacterias metanogénicas³².

En estudios sobre la reducción del sulfato y la precipitación de metales se encontró que utilizando las bacterias sulfato reductoras con muestras diferentes, se obtuvieron resultados en la precipitación y reducción de los sulfatos, como aparece para cada tipo de microorganismo en la siguiente tabla³³.

Tabla 3. Microorganismos usados en tratamientos de aguas ácidas de minas

Bacteria	Tipo de agua minera	pH inicial	pH final
<i>Acidithiobacillus ferrooxidans</i>	Carbón	1,9	2,0
<i>Thiobacillus thioeparus</i>	Carbón	7	7,2
<i>Acidithiobacillus thiooxidans</i>	Carbón	2	1,0
<i>Acidithiobacillus ferrooxidans</i>	Oro	1,9	2,0
<i>T. thioeparus</i>	Oro	7,0	6,4
<i>Acidithiobacillus thiooxidans</i>	Oro	2,0	0,5
<i>Acidithiobacillus ferrooxidans</i>	Cobre	1,9	2,1
<i>Acidithiobacillus thiooxidans</i>	Cobre	2,0	0,7

Otros trabajos han realizado los ensayos con bacterias sulfato-reductoras en columnas empacadas y donde las variaciones más importantes se han realizado en las condiciones y características del inóculo y en las concentraciones de los contaminantes con resultados similares.

Conclusiones

En las actividades mineras metálicas y en algunas explotaciones de carbón es necesario verificar parámetros como pH, acidez y sulfatos de las aguas drenadas con miras a establecer acciones de mitigación; además, en algunos casos será necesario aplicar el protocolo para determinar el potencial de generación de drenaje ácido de minas y los niveles de auto-neutralización dentro de la misma extracción minera.

Existen ya desde hace tiempo tratamientos físico-químicos, que aunque efectivos tienen el inconveniente de costos elevados, mantenimiento y generación continua de lodos ricos en oxi-hidróxidos que deben ser continuamente removidos.

Como producto de nuevos desarrollos tecnológicos, los tratamientos biológicos ofrecen una alternativa económica, sostenible y práctica para el tratamiento del drenaje ácido de minas. En este sentido, los porcentajes de remoción de los

sulfatos y metales presentes en los drenajes ácidos han arrojado muy buenos resultados en tratamientos biológicos en donde se han logrado valores superiores al 90% en tratamientos con microorganismos de los géneros *Thiobacillus* y *Leptospirillum*.

Bacterias sulfato-reductoras extraídas o bioestimuladas de las mismas aguas de los drenajes ácidos favorecen la transformación de los sulfuros y sulfatos y contribuyen a la variación del pH, pero requieren nutrientes para su supervivencia.

Los tratamientos químicos de los drenajes ácidos de minas presentan desventajas ante los tratamientos biológicos por ser más costosos, necesitar más tiempo y generar grandes cantidades de lodos que requieren disposición final especial.

Referencias

1. Ministerio de Energía y Minas del Perú. Guía ambiental para el manejo del drenaje ácido de Minas. Disponible On line:
<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/manedrenaje.pdf>
2. MCGINNESS S. Treatment of Acid Mine Drainage. Research Paper. Science and environment Section. HOUSE OF COMMONS LIBRARY, (1999), 39
3. JHONSON B., and Hallberg, K. Acid Mine Drainage Remedation Options: A review. Science of The Total Environment 3 (2005), 338
4. AKCIL A., y Koldas S., Acid Mine Drainage (AMD): causes, treatment and case studies. In: Journal of Cleaner Production 14 (2006) 1139 – 1145
5. KAKSONEN, A.H., Dopson M., Karnachuk O., Touvinen O.H. and Puhakka J.A. Biological Iron Oxidation and Sulfate Reduction in the Treatment of Acid Mine Drainage at Low Temperatures
6. COHEN, R.R.H. Use of microbes for cost reduction of metal removal from metals and mining industry waste streams. In: Journal of Cleaner Production 14 (2006) 1146 – 1157
7. WATZFAI G.R., Schroeder K.T., Kleinmann L.P., Kairies C.L. and Nairn R.W. The Passive Treatment of Coal Mine Drainage. Department of Energy. United States of America, (2004), 72.
8. Ministerio de Energía y Minas del Perú. Op. Cit
9. MAYES, W.M., Batty, L.C., Younger, P.L., Jarvis, A.P., Kóiv, M., Vohla, C. and Mander, U. Wetland treatment at extremes of pH: A review. In: Science of The Total Environment 407 (2009), 3944 – 3957.
10. Ministerio de Energía y Minas del Perú. Op. Cit
11. BLODAU, C. A review of acidity generation and consumption in acidic coal mine lakes and their watersheds. In: Science of the Total Environment 369 (2006) 307–332
12. KALIN M., Fyson A. and Wheeler W.N. The chemistry of conventional and alternative treatment systems for the neutralization of acid mine drainage. In: Science of the Total Environment 366 (2006), 395 – 408

13. Ministerio de Energía y Minas del Perú. Op. Cit
14. KAKSONEN. Op. Cit. 429.454
15. MAYES. Op Cit. 3944 – 3957
16. HALLBERG, K.B. New perspectives in acid mine drainage microbiology, *Hydro-metallurgy* (2010) 1 – 6
17. GAIKWAD R.W. and Gupta D.V. Review of Removal of Heavy Metals from Acid Mine Drainage. In: *Applied Ecology and Environmental Research* 6 (3), (2008), 81 – 98.
18. Ministerio de Energía y Minas del Perú. Op. Cit
19. KALIN, Op. Cit. p 395–408
20. SÁNCHEZ, Luis. Drenaje de minas a cielo abierto. En: *Aspectos Geológicos de Protección Ambiental*. Vol. I, UNESCO, 1995. p.262
21. DIZ, Harry R. Chemical and Biological Treatment of Acid mine Drainage for the Removal of Heavy Metals and Acidity. Dissertation submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Civil Engineering. Blacksburg, Virginia. 1997. p.26
22. Mc-GINNESS. Op. Cit. p.37
23. DUMÉNIGO Rodríguez, M et. Al Biotecnología. Tecnología emergente para el tratamiento de minerales, minerales de baja ley, concentrados y colas de manera sostenible. Congreso Iberoamericano de Metalurgia y Materiales, (octubre: 2006: La Habana), Cuba, Iberomet. 430-434.
24. NATARAJAN K.A., S. Subramanian, Jean-Jacques Braun. Environmental impact of metal mining—biotechnological aspects of water pollution and remediation—an Indian experience. *Journal of Geochemical Exploration* 88 (2006) 45–48
25. KAKSONEN Anna.
26. MARTINS, Mónica, et al. Characterization and activity studies of highly heavy metal resistant sulphate-reducing bacteria to be used in acid mine drainage decontamination. In: *Journal of Hazardous Materials*. 166 (2009) 706–713.
27. Ministerio de Energía y Minas del Perú. Op. Cit
28. ARROYO, Hernández Paula, La Biorremediación Como Medida Correctora En Los Impactos Ambientales De Agua Contaminada Con Metales Pesados. II Jornadas Técnicas de Ciencias Ambientales. Instituto de medio ambiente, facultad de Biología y ciencias ambientales, universidad
29. De León. (noviembre: 2004: Madrid). P. 1-13
30. KANTI, Bidus Das. Occurrence and role of algae and fungi in acid mine drainage environment with special reference to metals and sulfate immobilization. In: *water research*. 43 (2009) 883 – 894.
31. DOSHI Sheela M. Bioremediation of Acid Mine Drainage Using Sulfate-Reducing Bacteria. National Network of Environmental Management Studies Fellow University of Indiana. Agosto: 2006: Indiana. P. 1-72

32. GREBEN, Harma et. Al. Bioremediation of sulphate rich mine effluents using grass cuttings and rumen fluid Microorganisms A. In: Journal of Geochemical Exploration. 100 (2009) p.163–168
33. SMITH, Kathryn. Constructed Wetlands for Treating Acid Mine Drainage. Department of Horticultural science university of Minnesota. 2(7) Julio:1997:Minnesota). P.1-7

Determinación de las propiedades conservantes del fruto del algarrobo (*Hymenaea courbaril linneaus*) para la industria de alimentos

Luz María Alzate Tamayo*,
Diana María Arteaga González**,
Yamilé Jaramillo Garcés***

Resumen

Introducción. *Hymenaea courbaril Linneaus*, es conocida por sus propiedades antibacteriales, antifúngicas y nutricionales debido a sus características químicas y bromatológicas, constituyendo un interesante recurso para la investigación de su fruto como fuente natural con propiedades conservantes para la industria de alimentos. **Objetivo.** Evaluar la capacidad antimicrobiana del fruto del algarrobo sobre un microorganismo indicador de calidad en alimentos (*Escherichia coli*, ATCC 25922). **Materiales y métodos.** Se definieron las concentraciones en extracto alcohólico y acuoso de la pulpa, la cáscara y las semillas para inhibir el crecimiento del microorganismo. Utilizando la técnica de difusión en pozos con algunas modificaciones, la cepa de *E. coli* se sometió a la acción de los diferentes extractos. **Resultados.** En los ensayos preliminares, los mejores resultados se obtuvieron con la semilla en extracto alcohólico, por lo que se descartaron la pulpa, la cáscara y el extracto acuoso de semilla debido a su poca o nula acción inhibitoria. El espectro antibacterial se determinó por medio de la Concentración Mínima Inhibitoria del 20% para el extracto alcohólico de la semilla. Esto se logró con las pruebas en las que el extracto fue empleado a intervalos semanales. **Conclusiones.** De acuerdo con los resultados, es posible afirmar que la parte de la fruta del

* Ingeniera de Alimentos, especialista en Aseguramiento de la Calidad Microbiológica de los Alimentos. Docente Corporación Universitaria Lasallista.

** Ingeniera de Alimentos. Docente Fundación Universitaria Católica del Norte.

*** Ingeniera de Alimentos. Asesora Instituto Tecnológico de Ciencia Alimentaria (INTAL)

algarrobo que presenta mejor actividad antimicrobiana es la semilla con diámetros de halos entre 15 y 25 mm comparados con los de la cáscara y la pulpa que no presentaron halos de inhibición significativos (menores a 15 y cero respectivamente), por lo que se concluye la existencia de sustancias con potencial inhibidor de fuente natural en el algarrobo para la industria de alimentos.

Determination of the preservative properties of carob tree's pulp (*Hymenaea courbaril linneaus*) for food industries

Abstract

Introduction. *Hymenaea courbaril Linneaus* is well known because of its anti-bacterial, antifungal and nutritional properties, give its chemical and dietetic characteristics, being an interesting resource for the study of its fruit as a natural source of preservative properties for food industries. **Objective.** To evaluate the antimicrobial capability of the carob tree's fruit on a microorganism taken as an indicator of food quality (*Escherichia coli*, ATCC 25922). **Materials and methods.** Concentrations were defined in the alcoholic and the aqueous extract of the pulp, the peel and the seeds, in order to inhibit the microorganism's growth. By the use of the well diffusion technique, with some modifications, the *E. coli* strain was subjected to the different extracts. **Results.** In the preliminary tests, the best results were obtained with the seed in the alcoholic extract. Therefore, the pulp, the peel and the aqueous extract of the seed were disregarded, due to their small or null inhibitory action. The anti bacterial spectrum was determined by the use of Minimum Inhibitory Concentration at 20% for the alcoholic extract of the seed. This was achieved with the tests in which the extract was used in intervals of a week. **Conclusions.** According to the results, it is possible to say that the part of the carob tree's fruit that has the highest antimicrobial activity is the seed, with diameters between 15 and 25 mm, compared to those of the peel and the pulp, which did not have significant inhibition values (under 15 and zero, respectively), Therefore, it is concluded that there are substances with a high inhibitory potential

Introducción

Algunos de los componentes de la pulpa de la algarroba (*Hymenaea courbaril Linneaus*) tienen, en la industria farmacéutica, propiedades terapéuticas (antidiarreas y catarral) y en la industria alimentaria, propiedades quimioprolácticas. Estas propiedades están relacionadas con su composición química y bromatológica.

La tendencia al uso de conservantes naturales en la industria alimenticia se ha incrementado en los últimos años como reemplazo de los de origen sintético

cuyo uso por encima de las dosis permitidas puede ocasionar efectos antitiroideos, efectos sobre el comportamiento, sobre la reproducción, efectos mutágenos, productos de carácter cancerígeno, ocasionar desórdenes en el organismo tipo alergias e hiperactividad en los niños¹ y en la actualidad son los de mayor empleo. Por ello, esta investigación representa un paso muy importante para la industria de alimentos, en el sentido en que se podrán ofrecer alternativas saludables de conservación de los alimentos y, como consecuencia inherente, la protección de las personas que consuman los productos que los contengan.

La presente investigación pretendió evaluar la capacidad antimicrobiana de la fruta del algarrobo midiéndola sobre *Escherichia coli* ATCC 25922, un microorganismo indicador de calidad en alimentos.

Para lo anterior, se ensayaron los extractos acuosos y alcohólicos de la pulpa, cáscara y semilla a diferentes concentraciones sobre el microorganismo, utilizando la técnica modificada de difusión en pozos.

El algarrobo, cuya domesticación comenzó hace unos cuatro milenios, puede servir de ilustración para un relato ejemplar que exponga cómo el hombre, desde los comienzos de la agricultura, a lo largo de los siglos, supo utilizar con discernimiento recursos vivos de la naturaleza.

Debido a las características químicas y bromatológicas halladas en sus diferentes partes y que pueden considerarse como antimicrobianos naturales, la presente investigación pretendió evaluar la capacidad antimicrobiana de la fruta sobre *Escherichia coli* ATCC 25922, un microorganismo indicador de calidad en alimentos. Para la realización de este trabajo se ensayaron los extractos acuosos y alcohólicos de la pulpa, cáscaras y semillas a diferentes concentraciones sobre el microorganismo, utilizando la técnica modificada de difusión en pozos.

En el presente trabajo, como primera etapa de una serie de investigaciones, se determinó que el fruto del algarrobo contiene propiedades antimicrobianas, cuya caracterización química será objeto de la siguiente etapa de investigación.

Por la revisión bibliográfica, se esperaba obtener excelentes resultados en la pulpa, sin embargo, se obtuvieron mejores inhibiciones en la semilla triturada y molida.

El objetivo de descubrir un conservante natural que pueda reemplazar a los conservantes de origen químico utilizados actualmente en la industria de alimentos, cuyo uso por encima de las dosis permitidas puede ocasionar la aparición de enfermedades como el cáncer, representa un paso muy importante para la industria de alimentos, en el sentido que se podrán ofrecer alternativas saludables de conservación de los alimentos, y como consecuencia inherente, la protección de las personas que consuman los productos que lo contengan.

Marco referencial

Aditivos alimentarios

Los aditivos son sustancias añadidas intencionalmente a los alimentos para mejorar su estabilidad o sus propiedades organolépticas o nutritivas².

Los aditivos más importantes son los edulcorantes, las sales, los acidulantes, los antimicrobianos que suelen llamarse “conservadores”, los antioxidantes, los emulgentes, los colorantes, los nutrientes y los aromas y sabores.

Conservantes

Los conservantes son los aditivos más utilizados y los de uso más justificado porque impiden que los alimentos se deterioren, prolongan su vida útil, mejoran su conservación y preservan sus propiedades iniciales evitando que los microorganismos o los procesos de oxidación los alteren. Los conservantes pueden ser de origen sintético o de origen natural³.

El uso de antimicrobianos está muy restringido por las leyes, solo pueden usarse los de una corta lista (lista positiva) y éstos sólo en casos determinados en las reglamentaciones específicas, y en ningún caso pueden utilizarse para enmascarar malas técnicas sanitarias².

Conservantes sintéticos. Son moléculas que no existen en la naturaleza, sino que han sido diseñadas y sintetizadas por el ser humano³.

Actualmente se conocen varios tipos de conservadores de origen químico, entre los que se encuentran:

- Anhídrido sulfuroso y bisulfitos.
- Ácido benzoico.
- Ácido acético.
- Ácido propiónico.
- Ácido sórbico.
- Esteres del ácido p-hidroxi-benzoico.
- Nitritos y nitratos².

Conservantes naturales. Son sustancias no sintéticas que proceden de extractos vegetales y que poseen compuestos fenólicos u otras sustancias cuya acción tiene un efecto negativo sobre el crecimiento de ciertos microorganismos patógenos o tienen acción antioxidante sobre los alimentos³.

Por lo anterior, la estabilidad de algunos alimentos frente a la invasión por algunos microorganismos se explica por la presencia en aquéllos de dichos conservantes naturales. Se sabe, por ejemplo, que algunas especias contienen aceites esenciales que poseen actividad antimicrobiana. Entre estos aceites esenciales

están el eugenol en el clavo, la alisina en el ajo, el adehído cinámico y eugenol en la canela, el isotiocianato de alilo en la mostaza, el eugenol y el timol en la salvia, y el carvacrol (isotimol) y el timol en el orégano. Los derivados del ácido hidroxicinámico (ácido *p*-cumárico, ácido ferúlico, ácido cafeico y ácido clorógeno) que se encuentran en las frutas, en las hortalizas, en el té, en la melaza, y en otras fuentes vegetales, todos ellos presentan actividad antibacteriana y, algunos, actividad antifúngica⁴.

Los extractos de la semilla de toronja y de otros cítricos también se emplean; tienen un espectro amplio de actividad debido a que alteran las membranas celulares⁵.

Conservantes de extracción biotecnológica. Son productos extraídos a partir de bacterias, entre los que se encuentran:

- Nisina.
- Natamycina o piramicina⁶
- Polylysinas
- Lysosymas
- Tetraciclinas⁷.

Además de los agentes antes mencionados, que son los más empleados en la industria alimentaria, existen muchos compuestos que igualmente restringen el crecimiento microbiano mediante diferentes mecanismos. El anhídrido carbónico (CO₂) se ha usado en la conservación de derivados cárnicos, bebidas, leche y otros productos. Algunos países emplean el peróxido de hidrógeno en leche, carne y pescado. Los ácidos orgánicos como el cítrico, el tartárico, el fumárico, entre otros, influyen en el control microbiano. Los ésteres del glicerol, como el monolaurato de glicerilo, actúan en concentraciones elevadas y en productos altos en lípidos. Los ácidos grasos y varios antioxidantes fenólicos han mostrado igualmente tener un efecto inhibitor, así como el eritorbato de sodio⁵.

Descripción del algarrobo

Nombre científico: *Hymenaea courbaril* Linneaus

Familia: *Fabaceae* / *Caesalpinaceae* (Leguminosae)⁸.

Nombre común: algarrobo, copal, guapinol, jatoba

Nombre comercial: Brazilian cherry, jatoba⁹

Botánica. Los algarrobos presentan enormes variaciones de forma biológica y de tipo floral. Los árboles pueden alcanzar los 40 metros de altura, y son interesantes debido a la cantidad y a las propiedades de sus frutos y semillas. Su corteza es pardo rojiza con manchas blancuzcas horizontales amorfas, ramifica a partir de la mitad del fuste y tiene ramas muy retorcidas. Posee hojas bifoliadas, alternas, asimétricas, con puntos translúcidos y una venación poco prominente¹⁰. Sus

flores son blancas o cremas, miden cerca de 3.5 cm de diámetro. Cada flor con cinco sépalos de color verde, cinco pétalos blanco amarillentos con finas rallas purpúreas y 10 estambres con anteras de color rojo, densas y muy aromáticas¹¹. En la Fotografía 1, se puede apreciar un árbol del algarrobo, localizado en el Jardín Botánico de Medellín, “Joaquín Antonio Uribe”.



Fotografía 1. Árbol del Algarrobo, Jardín Botánico “Joaquín Antonio Uribe”, Medellín

Fuente: Fotografía tomada por las autoras.

Los frutos son tipo legumbre con una cáscara o pericarpo que es muy dura y leñosa, mide 0.5 cm de espesor y es de color rojizo a marrón oscuro, y entre la cáscara y las semillas tiene un polvo blanco o mesocarpo, pulpa harinosa, comestible, dulce, agradable de color pardo crema a verdoso, que los indígenas usaron como ingrediente de la mazamorra; estos frutos miden como 13 cm de largo por 6 de ancho y 2.5 cm de grosor, y se les puede ver maduros colgando en el árbol por un período prolongado^{10, 12}. Un solo árbol de *H. courbaril* puede producir 100 vainas en un año, pero no necesariamente cada año¹³.

En las fotografías 2, 3, 4 y 5, tomadas por las autoras, se pueden observar de *Hymenaea courbaril* L, un fruto o vaina, la pulpa, las semillas aún cubiertas de un poco de pulpa y las semillas que han sido lavadas, respectivamente.



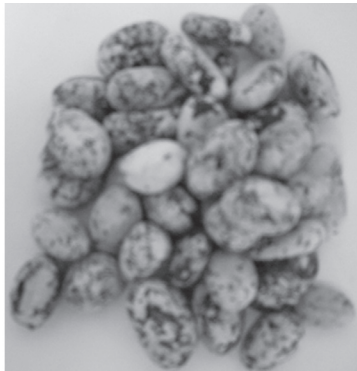
Fotografía 2. Fruto de algarrobo

Fuente: Fotografía tomada por las autoras.



Fotografía 3. Pulpa de algarrobo

Fuente: Fotografía tomada por las autoras.



Fotografía 4. Semillas de algarrobo sin lavar

Fuente: Fotografía tomada por las autoras.



Fotografía 5. Semillas de algarrobo lavadas

Fuente: Fotografía tomada por las autoras.

Sinónimos. El algarrobo, *Hymenaea courbaril* Linneaus, se le conoce también con los siguientes sinónimos:

- *Hymenaea animifera* Stokes
- *Hymenaea candolleana* Kunth
- *Hymenaea multiflora* Klein hoonte
- *Hymenaea resinifera* Salibs
- *Hymenaea retusa* Wild. Ex Hayne
- *Hymenaea stilbocarpa* Hayne
- *Inga megacarpa* M.E. Jones^{14,15,16,17}.

Nombres vulgares. La palabra “algarrobo” deriva del árabe “*al carub*”, que significa el árbol por antonomasia¹⁸ y es el nombre más común con que se conoce en diferentes lugares de América Latina. Sin embargo, dependiendo del país se han encontrado diferentes denominaciones como se mencionan a continuación.

- Algarrobillo, copal, guapinol nazareno y pecueco (Colombia)
- Courbaril, algarrobo (Panamá)
- Cuapinol, guapinol (Costa Rica)
- Hoja de cuchillo, palito colorado, pacay (Guatemala)
- Palca, laka, guapinol (Honduras)
- Nancitón (Guatemala)
- Locust, kawanari (Guyana Francesa)
- Yutahy, jataí, guapinole (México)
- Jatobá, jatahy (Brasil)
- Lokustbaum, johannesbrotbaun (Alemania)
- Pecueca, azúcar huayo o copal (Ecuador)
- Corobore (Venezuela)
- Caguairan (Cuba)
- Abatí, timbary (Paraguay)
- Pampa estoraque (Perú)
- Garrofer, garrofera, garrove (Cataluña)
- Carrubo (Italia)
- Alfarrobeira (Portugal)
- Caroubeir (Francia)
- Copinol (España)
- Kharroub (Arabia)
- Karob tree (Inglés)^{8,19,20}

Existen otros nombres vulgares como Jatobá, stinking toe, algarrobo, azúcar huayo, jataí, copal, brazilian copal, courbaril, cayenne copal, demarara copal, gomme animee, pois confiture, guapinol, guapinole, loksi, South American locust²¹.

Usos del algarrobo. Se menciona entre las especies frutales, aunque no sea su uso más frecuente, con fines de enfatizar el extraordinario valor nutritivo de la pulpa comestible que rodea las semillas. Es uno de los alimentos vegetales más ricos que se conocen por su alta concentración en almidón y proteínas, y constituía una parte importante de la dieta de muchos pueblos indígenas. La pulpa es dulce, se consume cruda, se incorpora como harina en galletas y sopas, o se mezcla con agua para preparar una bebida llamada atole, y a los niños se les da con leche por ser un excelente alimento. También puede constituir un alimento

concentrado de primera calidad para animales. La madera es de excelente calidad, dura y pesada. El tronco produce una resina llamada copal, que tiene usos medicinales y es usada también para hacer barnices e inciensos. La corteza contiene taninos y propiedades medicinales así como las hojas. Su savia, acabada de extraer, tiene color vinoso y se recomienda en casos de debilidad pulmonar, falta de apetito, digestiones difíciles, boca amarga, estado nervioso, bronquitis, asma, cistitis, beriberi, laringitis y blenorragia^{8, 20, 22}. Las semillas medicinalmente se han usado en casos similares a la savia; adicionalmente, se ha usado para tratar bronquitis, catarros, cistitis, diarrea, dispepsia, fracturas, indigestión, laringitis, malaria, reumatismo, úlceras, enfermedades venéreas, dolores de cabeza, artritis, magulladuras, espasmos, como expectorante, licor, purgativo, sedativo, tónico estomacal, vermífugo y antiséptico²³.

Características químicas. El análisis químico de *Hymenaea courbaril* L muestra que es rico en compuestos biológicamente activos, incluyendo diterpenos, sesquiterpenos, flavonoides y oligosacáridos. Los fitoquímicos de *Hymenaea courbaril* L son muy similares a otros árboles de bosque tropical productores de resina como el árbol copaiba. Algunos de esos químicos están en ambas plantas, tales como el ácido copálico, delta-cadineno, cariofilina y alfa-humuleno, que han mostrado una significativa actividad anti-inflamatoria, antibacterial, antifúngica y antitumoral en estudios clínicos. En otras investigaciones otro fitoquímico de *Hymenaea courbaril* L, la astilbina, en un estudio clínico en 1997, mostró propiedades antioxidantes y protectoras del hígado²¹.

Hymenaea courbaril L también contiene terpenos, y químicos fenólicos, los cuales son responsables de proteger el árbol del ataque de hongos en la selva; de hecho, el árbol de jatobá es uno de los pocos árboles en la selva que luce una corteza completamente limpia, sin ninguno de los mohos y hongos encontrados usualmente en muchos otros árboles en ambientes húmedos. Estos terpenos y fenoles antifúngicos han sido documentados en varios estudios y precisamente la actividad antifúngica del jatobá es atribuida a estos químicos²¹.

Los principales químicos encontrados en *Hymenaea courbaril* L incluyen alfa-copaeno, alfa-cubebeno, alfa-himachaleno, alfa-humuleno, alfa-muuroleno, alfa-selineno, astilbina, beta-bisaboleno, beta-bourboneno, beta-copaeno, beta-cubebeno, beta-grjuneno, beta-humuleno, beta-selineno, beta-sitosterol, calareno, ácidos carboxílicos, cariofilina, catequinas, clerodane diterpenos, ácido comúnico, copacamfeno, ácido copalico, cubebeno, ciclosativeno, cipereno, delta-cadineno, gamma-muuroleno, gamma-cadineno, ácido halimadienoico, heptasacáridos, ácido kovalenico, ácido labdadieno, octasacáridos, oligosacáridos, ácido ozico, polisacáridos, selinenos y taxifolina²¹.

Se han reportado flavonoides, terpenoides en diferentes partes de *Hymenaea courbaril*, como astilbina, beta-bourboneno, omega-cadineno, gama-cadineno,

cariofilina, isoenantiometilester del ácido comúnic, copacanfeno, alfa-copaeno, beta-copaeno, alfa-cobebeno, ciclosativeno, *Hymenaea courbaril* diterpeno, beta-gurjeneno, alfa himachaleno, humuleno, alfa y gama muuroleno, ácido 1, 2, 3-naftaleno-5-carboxílico, alfa y beta-selineno, beta-citosterol, un repelente de insectos hedichineno²⁴.

Farmacología y actividad biológica. El extracto etanólico demostró actividad antimicótica contra un patógeno vegetal *Pestalotia subculturalis*, en una concentración de 3.0 mg/mL. La decocción de la corteza seca en dosis de 1g/kg en ratas tiene efecto diurético. El extracto etanólico y la resina han demostrado actividad antimicrobiana contra *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aureuginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Aspergillus niger* y *Candida albicans*²⁴.

Además de las propiedades antimicóticas, se ha documentado también que *Hymenaea courbaril* tiene actividad contra un amplio rango de levaduras incluyendo *Candida*. Otros estudios clínicos que han sido desarrollados desde los 70 han mostrado que tiene propiedades antimicrobianas, molusquicidas (mata y controla caracoles y babosas), y actividades antibacteriales, incluyendo acciones *in vitro* contra organismos tales como *E. coli*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus* y *Bacillus*. Además de esto un extracto acuoso de hojas de *Hymenaea courbaril* ha demostrado una significativa actividad hipoglucémica, produciendo una reducción significativa de los niveles de azúcar en la sangre, lo cual valida otros usos tradicionales²¹.

La corteza es astringente; contiene taninos con propiedades medicinales; el fruto es laxante; las semillas, capaces de producir abundante mucílago, por lo que se emplean así mismo como laxantes en preparaciones farmacéuticas industrializadas. Las hojas producen una resina tóxica con efectos repelentes sobre insectos comedores de hojas. Es una planta melífera¹².

La corteza de algarrobo en infusión tiene propiedades antidiarreicas, mientras que las algarrobas enteras en infusión se usan como laxante²⁵. La harina de algarrobo se emplea en el tratamiento sintomático de diarreas del lactante y del niño y para tratar vómitos, digestiones pesadas, intolerancia al gluten y enterocolitis por *Salmonella spp*²⁶.

Los taninos del algarrobo tienen un efecto astringente en el tracto gastrointestinal, lo que los hace útiles para tratar la diarrea. También se unen a las toxinas bacterianas, inactivándolas, e inhiben el crecimiento de las bacterias. Los azúcares forman la goma de algarrobo y se usan como espesantes, para absorber agua, un efecto que también puede ayudar a controlar la diarrea²⁷.

En Rain Tree Nutrition se reportan algunos de los efectos medicinales del algarrobo o Jatobá que se describen a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Propiedades herbolarias y medicinales del algarrobo

Acción Principal	Otras acciones	Dosificación estandarizada
Mata mohos y levaduras	Reduce los espasmos	Corteza:
Mata <i>Candida</i>	Descongestiona los bronquios	Decocción: ½ a 1 taza, una a tres veces al día
Incrementa la energía	Seca secreciones	
Mata bacterias	Incrementa la orina	
Estimula la digestión	Protege el hígado	Tintura: 1 a 3 mL dos veces al día
Medianamente laxante	Elimina parásitos intestinales	
Elimina radicales libres		

Fuente: RAIN TREE NUTRITION. Jatobá. [on line] Carson city: Rain Tree, s.f, rev. enero 18 de 2007. [citado el 24 de junio de 2008] URL disponible en: <http://www.rain-tree.com/jatoba.htm>

Métodos de evaluación de la capacidad antimicrobiana de los extractos de plantas

No existe una reglamentación ni estandarización de la metodología para la evaluación de la capacidad inhibitoria de extractos de plantas, como sí existe para los antibióticos. La mayoría de los métodos están basados en los utilizados para evaluar resistencia y/o susceptibilidad a los antibióticos. Los métodos usados para evaluar la actividad de extractos de plantas sobre bacterias y hongos son similares; se varía la forma de preparación del inóculo, el tipo de medio de cultivo, la temperatura y el tiempo de incubación²⁸.

Los métodos más comúnmente utilizados en el laboratorio por su sencillez y rapidez son:

- Técnica por difusión en agar con discos impregnados²⁹
- Técnica por difusión en pozos
- Método de dilución en medio líquido o en medio sólido^{28, 30}

Técnica por difusión en agar con discos impregnados. Genera datos cualitativos. Este método consiste en la adición de una cantidad determinada de un antimicrobiano u otra sustancia en un sustrato, (usualmente discos de papel) en la superficie del agar sobre el cual se ha distribuido un inóculo del microorganismo en estudio; cuando se coloca el disco impregnado en el agar, la sustancia capta humedad y se difunde radialmente hacia afuera del agar, formándose así un gradiente de concentración del producto alrededor del disco y la sensibilidad del microorganismo estará indicada por el tamaño de la zona de inhibición del crecimiento bacteriano. La sustancia está presente a una concentración alta cerca del disco y afecta a microorganismos mínimamente sensibles; los micro-

organismos resistentes crecen hasta el disco. A medida que aumenta la distancia desde el disco, disminuye la concentración de la sustancia y solo los patógenos más sensibles resultan dañados. Si el agente inhibe el crecimiento bacteriano en torno al disco, se forma un anillo claro; cuanto más ancha es la zona que rodea el disco, más sensible es el patógeno. El diámetro del anillo es también función de la concentración inicial del antimicrobiano, de su solubilidad y de su tasa de difusión a través del agar^{28, 29} y dependerá de la sensibilidad del microorganismo, la carga del disco, el espesor de la capa de agar, el pH, y la composición del medio del cultivo, la capacidad de difusión del producto en el medio, la temperatura de incubación, la velocidad de duplicación bacteriana, el tamaño del inóculo y la fase de crecimiento del microorganismo en estudio²⁸.

En la actualidad, la prueba de difusión en agar más empleada es el *método de Kirby- Bauer*, desarrollada en 1960. Con un asa o aguja de inoculación, se tocan de cuatro a cinco colonias del patógeno a analizar que crece en agar y se inoculan en un caldo de cultivo; este se incuba durante unas pocas horas a 35° C hasta que se enturbia ligeramente, y se diluye hasta lograr una turbidez igual a un estándar. Se sumerge un hisopo de algodón estéril en la suspensión y se inocula con este en forma homogénea toda la superficie de un agar. Una vez que se ha secado la superficie de éste, aproximadamente unos cinco minutos, se colocan sobre ella los discos con el antimicrobiano en estudio con pinzas estériles o un aplicador. La placa se incuba a 35° C por 16 a 18 horas; transcurrido este tiempo se miden los diámetros de inhibición en milímetros²⁹.

Para la evaluación de los extractos de plantas se pueden emplear diversos medios de cultivo, como los agares Müeller Hinton, Triptona soja, Nutritivo e Infusión Cerebro Corazón²⁸.

Método de dilución en agar o en medio sólido. En este método se incorpora el producto a evaluar en un medio de cultivo. El antimicrobiano se añade cuando el medio aún está líquido. Se inocula una suspensión estandarizada de bacterias en una serie de placas de agar, cada una de las cuales contiene una concentración diferente del antimicrobiano³¹. Se incuba a 37° C durante 24 horas. La menor concentración de antimicrobiano capaz de inhibir el crecimiento de microorganismos es la CMI, que se observará en cada placa³⁰.

Métodos en medio de cultivo líquido. Estos métodos se basan en la determinación del crecimiento del microorganismo en presencia de concentraciones crecientes de la sustancia antimicrobiana que se encuentra diluida en el medio de cultivo líquido o caldo²⁸. El crecimiento de los microorganismos se observa mediante la aparición de turbidez en el medio o mediante su cambio de color debido al viraje del indicador de pH previamente añadido al medio³⁰.

Para esta prueba se requiere una serie de diluciones por cada antimicrobiano en estudio³⁰.

Método de difusión en pozos. Este método fue planteado en 1971 por los investigadores Tagg y McGiven para determinar la capacidad antimicrobiana de las bacteriocinas que liberan algunas bacterias ácido-lácticas con poder inhibitorio sobre otras bacterias³².

El método consiste en realizar una serie de pozos o hendiduras en un agar nutritivo de cinco milímetros de espesor contenido en una caja de petri empleando un sacabocado estéril de 4 mm de diámetro. El número de pozos depende del halo de inhibición esperado. La base de cada pozo se sella con 0.05 mL de agar nutritivo derretido, y luego se añaden a cada pozo cantidades estandarizadas (1, 2 ó 3 gotas) de la preparación de bacteriocinas³².

El medio inoculado se incuba a 37° C por una o dos horas para permitir la difusión de la bacteriocina en el medio. El agar entonces se afloja del borde de la caja de petri con una espátula estéril; el medio es invertido de modo que baje a la tapa, exponiendo el fondo del agar. Se aconseja el uso de las cajas de petri de vidrio en lugar de las de plástico para facilitar el retiro del gel. Se incuba nuevamente a la misma temperatura y tiempo para permitir el secado de la superficie expuesta, tiempo después del cual, esta superficie es inoculada con un cultivo líquido del microorganismo indicador en fase logarítmica de crecimiento. Las cajas son drenadas, secadas e incubadas con la base hacia arriba hasta que aparezca la zona de inhibición. La ventaja de este método es que permite que la bacteriocina se difunda en el medio antes de que el microorganismo indicador sea inoculado³².

Métodos modificados de difusión en pozos. Existen variantes o modificaciones a este método como los empleados por Paik y colaboradores en 1997 y Federico Sinche y colaboradores en 2005, en el cual el microorganismo indicador es adicionado al agar previamente derretido y mantenido a 45° C y luego es depositado en las cajas de petri estériles a las cuales se les hace cuatro agujeros o pozos de 6 u 8 mm de diámetro empleando una pipeta pasteur estéril. En los pozos se deposita la sustancia que se presume tiene actividad inhibitoria sobre el microorganismo indicador^{33, 34}.

Existe otra modificación al método utilizada por los investigadores Montville y Chen en 1999 y retomada por las investigadoras Gutiérrez y Acosta en 2008 en la cual se vierte agar en una caja de petri, al que se le realizan 4 pozos en la superficie solidificada (sin perforar completamente el agar). A los pozos se les adiciona la sustancia inhibidora a ensayar. El microorganismo de prueba se mezcla con agar semisólido derretido y se vierte sobre el agar formándose una doble capa. Se incuba a la temperatura y tiempo requeridos por el microorganismo de prueba^{35, 36}.

Concentración mínima inhibitoria. Los resultados de las pruebas se expresan como Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) que representa la mínima cantidad de antimicrobiano capaz de inhibir el crecimiento de un microorganismo^{29, 30}.

Escala de McFarland. Consiste en una serie de patrones de turbidez previamente calibrados, en donde se utilizan varios tubos de vidrio cerrados y enumerados de 0.5 a 10 (los cuales deben ser nuevos, con tapa rosca y de igual tamaño y diámetro; limpios y enjuagados de manera cuidadosa) de acuerdo con la concentración de microorganismos que se requiera y utilizándolos como patrón de referencia por medio de comparación visual aproximada o por espectrofotometría haciendo coincidir la absorbancia, (a 625 nm debe ser de 0.08 a 0.10 para el estándar de 0.5)^{30, 31, 37}.

Los estándares se preparan agregando los reactivos cloruro de bario (BaCl_2) 0.048 M (1.175% p/v) a ácido sulfúrico (H_2SO_4) químicamente puro 0.36 M (solución acuosa al 1% v/v) formándose en cada tubo un precipitado blanco de sulfato de bario (SO_4Ba), responsable de la turbidez^{30, 31, 37}. Los tubos se preparan adicionando las cantidades de reactivos indicados en la tabla 2.

Tabla 2. Estándares de McFarland

Patrón de turbidez N°	BaCl_2 al 1% (ml)	H_2SO_4 al 1%(ml)	Densidad aproximada de células (millones/ ml)
0.5	0.05	9.95	150
1	0.1	9.9	300
2	0.2	9.8	600
3	0.3	9.7	900
4	0.4	9.6	1200
5	0.5	9.5	1500
6	0.6	9.4	1800
7	0.7	9.3	2100
8	0.8	9.2	2400
9	0.9	9.1	2700
10	1.0	9.0	3000

Fuente: MACFADDIN, Jean F. Pruebas Bioquímicas para la Identificación de Bacterias de Importancia Clínica. 3ª ed. Buenos Aires: Panamericana, 2004. 850 p.

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. Guías de prácticas de Microbiología. Práctica 11: Antibiograma por difusión en Agar. Departamento de Microbiología. España: Universidad Complutense, 2005. p. 18.

Estandarización del inóculo para métodos de evaluación de la capacidad antimicrobiana. El inóculo se estandariza utilizando una escala turbidimétrica como el patrón de McFarland. Se parte de un cultivo en caldo que ha sido incubado de cuatro a seis horas, cuando se considera que el crecimiento se encuentra en fase logarítmica. Se deben tomar muestras de varias colonias de aspecto similar para disminuir la variación en la población bacteriana. La densidad de la suspensión se ajusta hasta aproximadamente 10^8 unidades formadoras de colonia (UFC) por mililitro, comparando la turbidez con el estándar de McFarland de 0.5 y proceder a su inoculación en la prueba elegida^{31, 38}.

El inóculo también puede prepararse por el método de suspensión directo de colonias, el cual consiste en tomar colonias jóvenes de la superficie de una placa de agar que ha sido incubada durante toda la noche y diluida hasta la densidad adecuada³¹.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en los laboratorios de Ciencias Biológicas (Microbiología y Biotecnología) de la Corporación Universitaria Lasallista de Caldas, Antioquia.

El microorganismo elegido fue *Escherichia coli* ATCC 25922 liofilizada. La cepa se rehidrató con la solución procedente de fábrica, se sembró luego en agar sangre y se incubó a 37°C durante 24 horas, pasadas.

La cepa indicadora utilizada para los ensayos se almacenó en crioviales a -20°C para mantenerla en óptimas condiciones de viabilidad antes de los ensayos respectivos.

Se emplearon como medios de cultivo agar nutritivo y caldo cerebro corazón de Merck y agar sangre preparado por MDM Científica.

Cada vez que se realizó un ensayo se tomó una perla criovial, se sembró en caldo cerebro corazón y se incubó a 37°C durante 24 horas. Se empleó el método de suspensión directo de colonias tomando una asada del cultivo en caldo cerebro corazón e inoculando un agar sangre que se incubó en las mismas condiciones. Pasado el tiempo de incubación se tomaron algunas colonias para diluirlas en agua peptonada al 0.1% hasta llevar a una concentración de 10^8 células, de acuerdo con el estándar de McFarland de 0.5. Se empleó este método, debido a que la coloración amarilla del caldo cerebro corazón de la primera incubación no permitía la comparación por turbidez. Luego este patrón se diluía hasta una concentración de 10^6 células.

Se realizaron los respectivos análisis microbiológicos al fruto del algarrobo con el fin de garantizar que las posibles propiedades antimicrobianas de este se deban a su composición química y no a la presencia de microorganismos que puedan aportar sustancias bioconservantes.

La pulpa fue mezclada con el respectivo solvente en un homogeneizador marca AES, modelo MIX2 de los laboratorios de Ciencias Biológicas de la Corporación Universitaria Lasallista para lograr una mejor calidad de la muestra.

Las semillas y las cáscaras se desinfectaron previamente con amonio cuaternario y luego se secaron a 60 °C en una estufa por 24 horas. Pasado este tiempo fueron molidas y trituradas en un molino de martillos en el laboratorio de operaciones unitarias de la Facultad de Ingeniería de La Universidad Pontificia Bolivariana y luego mezcladas en el homogeneizador AES MIX2 con cada extracto a trabajar y en las concentraciones determinadas. Luego de preparados los extractos se dejaban en agitación en el SHAKER por 24 horas, pasadas las cuales se guardaban en refrigeración a 7 °C para realizar los diferentes ensayos.

Los extractos fueron preparados con agua y con etanol al 90% y en concentraciones de 10 a 90%. Los extractos desde 50% en adelante no se dejaron trabajar por exceso de sustancia y apelmazamiento de la muestra, dejando solo los extractos bajos para los ensayos.

Por los resultados preliminares, se escogió el extracto alcohólico de las semillas para realizar los ensayos definitivos.

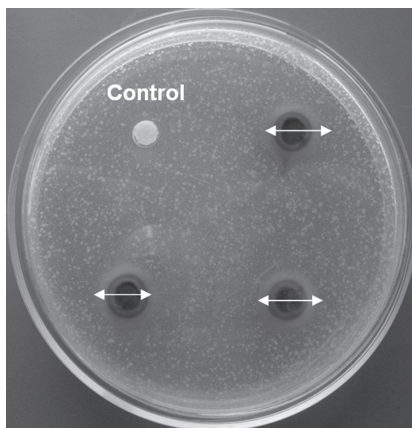
Determinación de la capacidad antimicrobiana. Por las consultas bibliográficas, la entrevista con la MSc Luz Adriana Gutiérrez Ramírez y la experiencia de las investigadoras, se definió realizar siete modificaciones a los métodos de difusión en pozo y discos impregnados con las pruebas preliminares para buscar el mejor comportamiento en cuanto a la difusión del extracto.

En todos los ensayos preliminares, se realizaron cuatro pozos en el agar de los cuales dos eran pozos para control, uno con agua destilada estéril y otro con alcohol al 90% (solventes empleados en la preparación de los extractos).

La interpretación de los resultados se realizó a las 24 horas de incubación. El diámetro del halo de inhibición se midió con una regla graduada considerando la zona que está libre de crecimiento, tal como se aprecia en la Fotografía 6, donde las líneas indican el diámetro del halo de inhibición. En caso de bacteriostáticos es aceptable un ligero velo dentro del halo. La presencia de colonias en el interior del halo indica contaminación, cultivo mixto o aparición de resistencia. Se considera que hay sensibilidad a una sustancia en el caso de Enterobacterias como la *Escherichia coli* si se presentan halos entre 15 y 25 mm³⁸.

En la prueba de pozos sencilla, no se obtuvieron buenos resultados de difusión de los extractos, razón por la cual se decidió ensayar algunas modificaciones, para mejorar dicha difusión como se explica a continuación:

Difusión en pozos con doble capa. En la primera capa se realizaron los pozos a los cuales se les adicionó el extracto en estudio y en la doble capa se adicionó el microorganismo de prueba.



Fotografía 6. Prueba de determinación de capacidad antimicrobiana

Fuente: Fotografía tomada por las autoras.

Discos impregnados con doble capa. En la primera capa, sin realizar pozos se depositaron discos de papel de filtro impregnados con el extracto y en la doble capa se adicionó el microorganismo.

Microorganismo en pozo y doble capa con el extracto. En la primera capa se realizaron los pozos y a ellos se les adicionó el microorganismo de prueba; en la doble capa se adicionó un mililitro del extracto en prueba.

Discos impregnados con doble capa modificado 1. En la primera capa sólida se adicionó 0.1 ml de microorganismo de prueba y se esparció con una espátula driglasky y luego se hicieron los pozos en donde se adicionó el extracto a ensayar impregnado en un disco de papel filtro; la segunda capa se adicionó sola.

Discos impregnados con doble capa modificado 2. A la primera capa, aún líquida, se le adicionó 1 ml del microorganismo indicador. Una vez se solidificó se adicionó el extracto investigado impregnado en un disco de papel filtro. De la misma manera que el anterior, la segunda capa se empleó sola.

Difusión en pozo del extracto sin doble capa. A la primera capa, aún líquida, se le adicionó 1 ml del microorganismo indicador. Una vez solidificada, se realizaron los pozos a los cuales se les adicionó el extracto. No se utilizó doble capa de agar.

Discos impregnados en difusión de pozos. Se trabajó igual al anterior, adicionándole a los pozos discos de papel de filtro y luego sobre el pozo se adicionó el extracto con una micropipeta. Con esta modificación se trabajaron los ensayos posteriores correspondientes al diseño experimental.

Los ensayos finales que se utilizaron en el diseño de experimentos, se realizaron con semilla molida, en concentraciones de 10 a 45%, debido a que en las

concentraciones mayores hubo absorción completa del solvente. El extracto empleado fue el alcohólico pues con el agua los resultados no fueron consistentes.

La prueba finalmente elegida fue la de difusión en pozos sencilla modificada por los discos impregnados, trabajando con el factor de McFarland 0.5, haciendo siembra en profundidad con 1 mL de *E. coli* ATTC 25922 en 20 ml de agar cuenta gérmenes. Se hicieron 4 pozos, se colocó un disco de papel en cada uno y se añadió a tres de ellos 30µl de la solución a estudiar en la concentración indicada y en el otro el solvente empleado para elaborar el extracto como control.

Diseño de experimentos

Definición de las variables independientes

- Concentración del extracto de las semillas
- Tipo de solvente: etanol o agua
- Tiempo que dura el extracto con actividad inhibitoria

Variables fijas

- Tipo de microorganismo: *Escherichia coli* ATCC 25922
- Concentración de microorganismos: Un millón
- Temperatura de operación (Incubación): 37 °C

Variable de respuesta

Diámetro del halo de Inhibición. Puesto que no existe una reglamentación ni estandarización de la metodología para la evaluación de la capacidad inhibitoria de extractos de plantas, como sí existe para los antibióticos, los halos de inhibición de referencia para determinar la capacidad inhibitoria de la algarroba fueron también los que se emplean en pruebas para antibiogramas. Se considera que hay sensibilidad a una sustancia en el caso de Enterobacterias como la *Escherichia coli* si se presentan halos entre 15 y 25 mm^{38, 39}.

Rangos de operación

Se trabajó con un diseño de experimentos factorial en donde las variables fijas son los solventes, y las variables independientes son el diámetro del halo de inhibición y la concentración del extracto.

Concentración del extracto. 10% a 90%, con avances de 5% en 5%

Tipo de solvente. Etanol y agua.

Este es un experimento de 2², donde la base son las variables fijas que son los tipos de solventes, alcohol y agua; el exponente son la variables independientes que son el diámetro del halo de inhibición y concentración del extracto.

Tiempo de acción inhibitoria. Los ensayos en este paso se realizaron con el solvente escogido según los rangos de operación establecidos y se consignaron en la tabla correspondiente.

Resultados

Análisis microbiológico a la materia prima

Los resultados de los análisis microbiológicos realizados a la materia prima se describen en la tabla 3.

Tabla 3. Resultado de análisis microbiológicos a materia prima

Parámetro	Polvo	Cáscaras	Semillas
Mésofilos UFC/ gr	<10	<10	<10
Coliformes fecales NMP/gr	<3	<3	<3
Coliformes totales NMP/gr	<3	<3	<3
Mohos y levaduras UFC	<10	<10	<10

Fuente: Elaborada por las autoras.

Definición de los extractos

Los primeros ensayos fueron realizados con los extractos de la pulpa de la fruta del algarrobo, tanto en fase acuosa como alcohólica, sin obtenerse ningún halo de inhibición, por lo que se desecharon los consecutivos análisis con esta parte de la fruta. Para los ensayos siguientes y bajo los mismos parámetros, se trabajó con los extractos acuosos y alcohólico tanto de las cáscaras como de las semillas.

Los resultados con las cáscaras fueron también desechados debido a que no se obtuvieron halos de inhibición significativos (entre 15 y 25 mm) o los resultados fueron inconsistentes.

Finalmente, se realizó el diseño de experimentos con el extracto alcohólico y acuoso de las semillas; sin embargo, con el primer ensayo se pudo descartar el extracto acuoso para las siguientes pruebas debido a que no se obtuvieron halos de inhibición.

Estandarización de la prueba de determinación de la capacidad antimicrobiana

Con los ensayos preliminares se pudo determinar que el método en el cual presentaba mejor difusión el extracto fue en el que se combinó la difusión en pozos con discos impregnados sin utilizar doble capa.

Determinación de la capacidad antimicrobiana

De acuerdo con el diseño de experimentos realizado, se obtuvieron los resultados que pueden observarse en las tablas 4 y 5. En la tabla 4 se observan los datos obtenidos para diferentes concentraciones y extractos de la semilla; en las concentraciones de 25–50% en el extracto acuoso no se pudieron realizar los ensayos debido a que el agua absorbió toda la semilla y no queda fase acuosa para la prueba. Los datos de la tabla 4 fueron graficados mediante el programa MATLAB 7.0, tal como se aprecian en las gráficas 1 y 2.

Tabla 4. Resultados según el solvente utilizado

Concentración del Extracto (%)	Diámetro del halo de inhibición (mm)					
	Extracto en Agua			Extracto en Etanol		
Control	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	15	15	17
15	0	0	0	17	20	14
20	0	0	0	16	15	14
25				14	17	15
30				20	23	17
35				11	13	17
40				21	15	19
45				21	22	20
50				24	20	25

Fuente: Elaborada por las autoras.

El control utilizado fue agua para los extractos acuosos y etanol para los extractos alcohólicos.

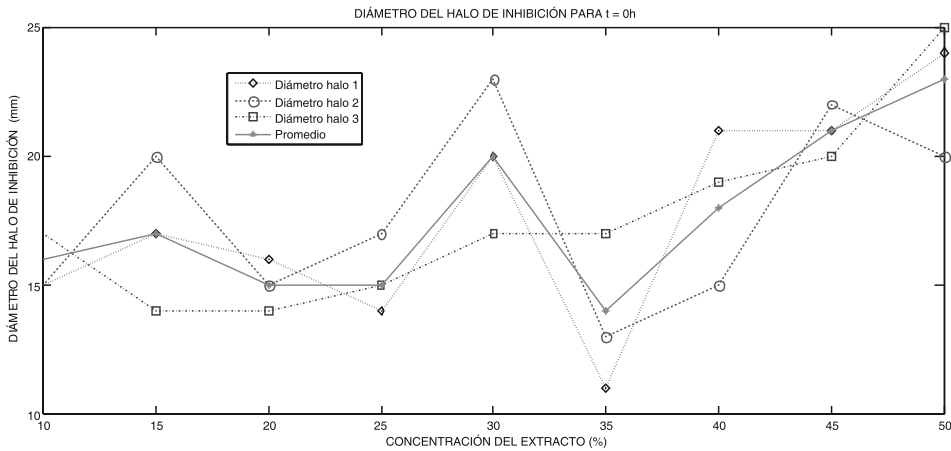
Tabla 5. Diámetro del halo de inhibición para Tiempo = t horas

Extracto (%)	Diámetro Halo Inhibición																							
	Tiempo = 0 horas	Tiempo = 168 horas	Tiempo = 360 horas	Tiempo = 528 horas	Tiempo = 696 horas	Tiempo = 864 horas	Tiempo = 1032 horas	Tiempo = 1032 horas	Tiempo = 1032 horas	Tiempo = 1032 horas														
Blanco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
10	15	15	17	12	16	19	11	13	12	14	14	13	10	10	10	10	10	10	10	13	12	14	15	13
15	17	20	14	17	20	12	*	*	*	12	13	13	12	10	10	11	13	12	12	17	14			
20	16	15	14	15	21	20	14	13	14	15	14	14	11	10	12	10	12	12	12	13				
25	14	17	15	19	20	18	13	16	14	15	16	16	13	15	12	13	15	13	12	13				
30	20	23	17	21	20	23	15	15	16	15	16	15	13	15	14	13	16	14	15	17	16			
35	11	13	17	13	23	20	16	15	16	15	15	17	17	15	14	14	15	15	16	17	15			
40	21	15	19	20	19	17	20	26	21	16	17	16	18	15	17	17	16	19	14	12	12			
45	21	22	20	22	17	25	14	18	20	18	17	17	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

* La bacteria creció alrededor del pozo y en el resto del agar no se presentó crecimiento.

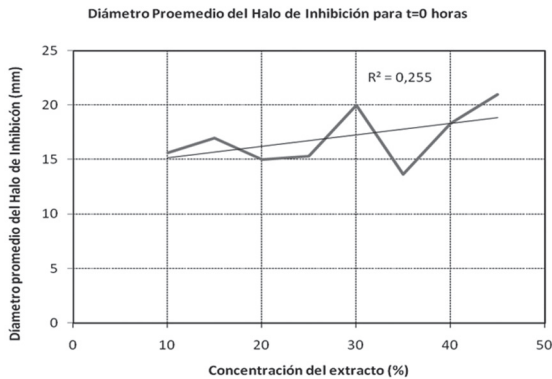
** No se hizo porque se absorbió toda la fase líquida.

Fuente: Elaborada por las autoras.



Gráfica 1 Diámetros de halos de inhibición obtenidos en t=0 horas

Fuente: Elaborada por las autoras.



Gráfica 2. Coeficiente de determinación (R^2) para t = 0

Fuente: Elaborada por las autoras.

Determinación de la capacidad inhibitoria de los extractos a través del tiempo

La prueba que se realizó tuvo como variable el tiempo con la finalidad de determinar si los extractos conservaban sus actividades antimicrobianas después de pasar algunos días de su preparación, tiempos que se tomaron desde cero horas hasta 1032. Se presenta el coeficiente de determinación como la prueba de causa efecto entre las variables diámetro del halo y tiempo en horas.

El diámetro del halo de inhibición tiende a disminuir a los pocos días de preparación del extracto, pero vuelve a aumentar después de varios días. Esto puede deberse a que el solvente continúa con su acción extractora a través del tiempo, siendo mejor su resultado a mayor número de horas, en este caso, después de las 1032 horas.

Determinación de la propiedad inhibitoria en concentraciones menores al 10%

Para determinar si había una concentración mínima inhibitoria menor al 10%, se realizó un ensayo adicional con concentraciones entre 1 al 9%. Los resultados de dicho ensayo se pueden apreciar en la tabla 6.

Tabla 6. Diámetro del halo de inhibición para tiempo = 0 horas, de los extractos entre el 1 y el 9 %

Concentración del Extracto (%)	Diámetro del halo de inhibición (mm)		
	Extracto en Etanol		
Blanco	0	0	0
1	9	10	8
2	9	10	9
3	11	12	13
4	12	13	10
5	14	12	13
6	13	12	12
7	15	15	12
8	16	15	13
9	14	14	18

Fuente: Elaborada por las autoras.

Conclusiones

La pulpa no posee actividad inhibitoria, la cáscara presenta una discreta actividad inhibitoria en el extracto alcohólico y el extracto de semillas de algarrobo tiene un alto poder inhibitorio.

Es posible que exista una CMI menor al 20% debido a que el principio activo que da la característica inhibitoria no ha sido identificado ni purificado.

Se presume que las sustancias químicas con poder antimicrobiano presentes en las semillas del algarrobo no son hidrosolubles ya que sólo se lograron resultados positivos en los extractos alcohólicos.

Estadísticamente se concluye que los promedios de las réplicas no son representativos debido a una desviación estándar alta, la cual es posible resultado de una distribución aleatoria de la sustancia inhibitoria en el extracto, motivo por el cual se presentan halos de inhibición diferentes entre las repeticiones a iguales condiciones.

Los resultados del coeficiente de determinación (R^2) indican que hay una relación causa-efecto entre la concentración del extracto investigado y el poder inhibitorio.

En este caso en particular, el método de difusión en pozos modificado no permitió una réplica uniforme por lo cual se obtiene una desviación estándar alta. Sin embargo, por los resultados positivos de los halos y su tamaño mayor a 15 mm, la tesis queda demostrada: la fruta del algarrobo tiene propiedades conservantes.

Puesto que no existe una reglamentación ni estandarización de la metodología para la evaluación de la capacidad inhibitoria de extractos de plantas, como sí existe para los antibióticos, los ensayos preliminares se realizaron basados en estas pruebas con varias modificaciones, y se llegó a la conclusión de que la mejor modificación para el extracto del algarrobo es la combinación de difusión en pozos con discos impregnados.

Los halos de inhibición de referencia para determinar la capacidad inhibitoria de la algarroba fueron también los que se emplean en pruebas para antibiogramas.

Bibliografía

1. VALLEJO, María del Carmen. Toxicología y seguridad de los alimentos. Fondo Nacional Universitario, Bogotá: 1993. 227 p.
2. PRIMO YÚFERA, Eduardo. Química de los Alimentos. Síntesis: Madrid, 2000. 461 p.
3. PELAYO, Maite. Conservantes naturales. [En línea] España: CONSUMER EROSKI, 18 de enero de 2008 [citado en 14 de enero de 2009] Disponible en internet: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2008/01/18/173886.php>
4. JAY, James. Microbiología moderna de los alimentos. 4ª ed. Zaragoza: Acribia, 2002. 615 p.
5. BADUI DERGAL, Salvador. Química de los Alimentos. Pearson: México, 2006. 716 p.
6. PIRAMICINA. Catalogo de ventas. [En línea] Barcelona España: VGP Pharmachem, 2007 [Citado en 15 de enero de 2009] Disponible en internet: <http://www.pimaricina.com>
7. ECOBIO BIOTECH. Green Science for human Health. Catálogo de ventas. [En línea] China: TianJin Ecobio Biotech co., Ltda. 2007 [Citado en 15 de enero de 2009] Disponible en internet: <http://www.ecobio.com.cn/en/products/polylysine.htm>
8. RAMOS P., Yan Arley et al. El Algarrobo (*Hymenaea courbaril L.*) y el castaño (Compsonneura atopa (A.C. Sm.): dos especies alimenticias del Departamento del

- Chocó en peligro de extinción. En: Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó. N° 15, (2002); p. 72-77.
9. RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, Lucía. *Hymenaea courbaril* L. [on line] Costa Rica: Finca Leola S.A., copyright 2003-2006. [citado el 30 de julio de 2008] URL Disponible en: http://www.fincaleola.com/guapinol_espa.html
 10. CATARINO, Fernando. El algarrobo: Una planta ejemplar. En: Naturota. Council of Europe. N° 73, (1993), p. 14-15.
 11. BARÓN P., Teresita y MORALES S., León. Árboles del valle de Aburrá. Medellín: Área Metropolitana, 2005. p. 63.
 12. Azúcar Huayo. [on line] Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, s.f. [citado el 13 de junio de 2008] URL disponible en: www.unapiquitos.edu.pe/.../docentes/archivos/AZUCAR%20HUAYO.doc?PHPPHPSES=002265285e96190d918f597b9d470091
 13. VOZZO, J.A. *Hymenaea courbaril* L. [on line] USA: USDA Forest Service, s.f. [citado el 30 de julio de 2008] URL Disponible en: <http://www.rngr.net/Publications/ttsm/Folder.2003-07-11.4726/PDF.2004-03-03.4932/file>
 14. Documento N° 6871. [on line] Colombia: Ministerio de protección Social, s.f. [citado el 31 de julio de 2008] URL Disponible en: <http://www.minproteccionsocial.gov.co/VBeContent/library/documents/DocNewsNo17421DocumentNo6871.PDF>
 15. *Hymenaea courbaril*. . [On line] sine loco: Species Plantarum 2., s.f. [citado el 3 de julio de 2008] URL disponible en: www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/20-legum21m.pdf –
 16. *Hymenaea courbaril* L. [on line] Colombia: CENICAFE, s.f. [citado el 31 de julio de 2008] URL Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=FLORA.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mnfn=000633>
 17. *Hymenaea courbaril*. [On line] sine loco: herbaria.plants.ox.ac.uk, s.f. [citado el 3 de julio de 2008] URL disponible en: http://herbaria.plants.ox.ac.uk/ad314s/downloads/capitulos_especies_y_anexos/hymenaea_courbaril.pdf
 18. GALERA, F.M. Las especies del género *Prosopis* (algarrobos) de América Latina con especial énfasis en aquellas de interés económico.[on line] Argentina: FAO, 2000. [citado el 30 de julio de 2008] URL disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/ad314s/ad314s00.HTM>
 19. TOUS MARTI, Joan y BATLLE CARAVACA, Ignacio. El algarrobo. Madrid: Mundiprensa; 1990. p. 13.
 20. BARRERO BARRERO, Delfín et al. Vegetación del Territorio CAR: 450 Especies de sus Llanuras y Montañas. Bogotá: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, 2004. p. 32-33.
 21. RAIN TREE NUTRITION. Jatobá. [on line] Carson city: Rain Tree, s.f, rev. enero 18 de 2007. [citado el 24 de junio de 2008] URL disponible en: <http://www.rain-tree.com/jatoba.htm>

22. ACERO DUARTE, Luis Enrique. Plantas útiles de la cuenca del Orinoco. Bogotá: Ecopetrol y Corporinoquia, 2005. p. 206.
23. ZAMORA, Nelson. *Hymenea courbaril*. [on line] Costa Rica: Instituto nacional de la biodiversidad, 2004. [citado el 15 de junio de 2008] URL disponible en : <http://darnis.inbio.ac.cr/FMPPro?-DB=UBIpub.fp3&-lay=WebAll&-Format=/ubi/detail.html&-Op=bw&id=1444&-Find>
24. MAHABIR P, Gupta. 270 Plantas Medicinales Iberoamericanas. Bogotá: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo CYTED, 1995. p. 359-361.
25. FONT QUER, Pío. Plantas Medicinales: Dioscórides renovado. 4ª ed. Barcelona: Península, 2002. p. 350-35.
26. Algarroba. [On line] sine loco: La Herbloguistería, s.f. [citado el 8 de mayo de 2008] URL disponible en: <http://laherbloguisteria.blogspot.com/feeds/posts/default>
27. Algarrobo (Carob). [en línea] Sine loco: Healthnotes, Copyright © 2004 [citado en 3 de julio de 2008] Disponible en internet: http://www.puritan.com/vf/healthnotes/HN_Live/Spanish/Es-Herb/Carob.htm
28. SHIVA RAMAYONI, Carlos Martín. Estudio de la actividad antimicrobiana de extractos naturales y ácidos orgánicos. Posible alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento. Tesis Doctoral. [en línea] Departamento de Sanidad y anatomía animal, Facultad de Veterinaria, Barcelona, Universidad de Barcelona, 11 de julio de 2007. [citado en 16 de enero de 2009] Disponible en internet: http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/29598985.html
29. PRESCOTT, Lansing M. et al. Microbiología. 5ª ed. Madrid : Mc Graw Hill; 2004. 1240 p.
30. GRANADOS PEREZ, Raquel y VILLAVARDE PERIS, María Carmen. Microbiología. Tomo 2. Madrid: Paraninfo/Thomson Learning; 2002. 365 p
31. KONEMAN, Elmer W., et al. Koneman: Diagnóstico Microbiológico, Texto y Atlas en Color. 6ª ed. Argentina: Panamericana, 2008. 1475 p.
32. TAGG, J.R and McGIVEN, A. R. Assay System for Bacteriocins. [en línea] Revista Applied microbiology. Estados Unidos. AMERICAN SOCIETY FOR MICROBIOLOGY. 15 de marzo de 1971 [citado en 22 enero de 2009] V.21 N.5, p.943. Disponible en internet: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/picrender.fcgi?artid=377313&blob type=pdf>.
33. SINCHE, Federico. Estudio morfológico y funcional de las células circulantes de la concha prieta *Anadara similis*. [CD-ROM]. Revista Tecnológica ESPOL. Octubre de 2005, Vol. 18, N. 1, s.l., s.n. p.119-125, ISSN : 0257-1749.
34. PAIK, H.D. et al. Identification and partial characterization of tochicin, a bacteriocin produced by *Bacillus thuringiensis subsp tochigiensis*. [CD-ROM] Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology. Society for Industrial Microbiology miércoles, 01 de octubre de 1997, Volume 19, Number 4, s.l., Springer Berlin / Heidelberg, p. 294-298.
35. MONTVILLE, T. J. and CHEN, Y. Mechanistic. Action of pediocin and nisin: recent progress and unresolved questions En: Applied Microbiology and Biotechnology. Noviembre de 1999, vol. 50, no. 5., p.511-519.

36. GUTIÉRREZ RAMÍREZ, Luz Adriana y ACOSTA OTÁLVARO, Elly Vanesa. Determinación del potencial bactericida In vitro de un aislado nativo de *Lactobacillus casei* frente *E. coli*. En: REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN. Septiembre de 2008, vol. 5 no. 2, p. 68-73.
37. MACFADDIN, Jean F. Pruebas Bioquímicas para la Identificación de Bacterias de Importancia Clínica. 3ª ed. Buenos Aires: Panamericana, 2004. 850 p.
38. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. Guías de prácticas de Microbiología. Práctica 11: Antibiograma por difusión en Agar. Departamento de Microbiología. España: Universidad Complutense, 2005. p. 18.
39. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. Guías de prácticas de Microbiología clínica. Práctica 6: Antibiograma por difusión en Agar. Departamento de Microbiología. España: Universidad Complutense, 2006-2007. p. 27 y 28

Aprovechamiento de residuos de la agroindustria de cítricos: extracción y caracterización de flavonoides

Julián Alberto Londoño-Londoño*

Resumen

El aprovechamiento industrial de los cítricos se ha convertido en una actividad intensiva en donde participan empresas dedicadas a toda la cadena productiva (cultivadores, procesadoras, centros de distribución y exportadores), produciendo jugos, pulpas, concentrados y frutas en fresco; sin embargo, a medida que la producción crece, se aumenta también la generación de residuos sólidos y líquidos, los cuales están compuestos principalmente de agua, azúcares solubles, fibra, ácidos orgánicos, aminoácidos, minerales, aceites esenciales, flavonoides y vitaminas. Específicamente, los flavonoides son constituyentes de amplia distribución en el reino vegetal, han mostrado una amplia variedad de actividades biológicas y presentan alto valor agregado debido a sus aplicaciones industriales. Sin embargo, el interés cada vez más creciente por sustancias bioactivas de origen natural impone la necesidad de desarrollar métodos de extracción menos contaminantes y con el máximo rendimiento de sustancias bioactivas, en un corto período de tiempo y con bajo costo. Precisamente, este trabajo presenta una descripción de los flavonoides presentes en residuos de cítricos, haciendo énfasis en los métodos para su extracción y caracterización.

* Químico farmacéutico, doctor en Ciencias Químicas, docente del Programa de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingenierías, Corporación Universitaria Lasallista. Director Grupo de Investigación en Ingeniería de Alimentos (GRIAL).

Use of waste from the citrus agro industry: extraction and characterization of flavonoids

Abstract

The industrial use of citrus fruits has become an intensive activity in which there are companies dedicated to work for all the productivity chain (farmers, processors, distributors and traders) producing juice, pulp, concentrates and fresh fruits. Nevertheless, as production increases, the production of solid and liquid waste, especially water, soluble sugars, fiber, organic acids, amino acids, minerals, essential oils, flavonoids and vitamins creates a problem. Flavonoids, specifically, are widely distributed among vegetables, have showed a great variety of organic activities and have a great added value, given their possible industrial applications.

As the interest in bioactive substances from a natural origin is increasing, it becomes imperative to develop extraction methods with fewer pollutants and with a maximum performance by those bioactive substances, with a shorter period of time and with a lower cost. This research work, precisely, introduces a description of flavonoids in citrus fruits remains, emphasizing the methods for extracting and characterizing them.

Introducción

En el mundo, la preocupación acerca del aprovechamiento de residuos ha tomado gran fuerza entre la comunidad científica y sobre todo en la industria, en donde los procesos de transformación generan desechos y subproductos que pueden ser útiles en otras actividades; sin embargo, los residuos generados en las transformaciones agroindustriales no han sido aprovechados eficientemente, en parte, porque su valor es aún desconocido; de tal manera que estudios recientes han centrado su atención en la necesidad de identificar y recuperar sustancias de interés farmacéutico o alimentario presentes en residuos de manzana, cítricos, bagazos de yuca y caña de azúcar entre otros. Es así como se han diseñado procesos para utilizar estos materiales en la generación de productos de alto valor comercial como etanol, enzimas, ácidos orgánicos, amino-ácidos y metabolitos secundarios biológicamente activos.

Los flavonoides son constituyentes de amplia distribución en el reino vegetal, implícitamente se encuentran en todas las plantas, pero su distribución cuantitativa varía entre diferentes órganos y en diferentes poblaciones de una misma planta, explicado por la regulación de la expresión génica y la interacción con factores ambientales (clima, altitud, nutrición y prácticas agrícolas)¹.

Los flavonoides presentan una gran variedad estructural, con un esqueleto común de núcleo flavon (2-fenilbenzopirano) que contiene dos anillos bencénicos

(A) y (B) combinados por un anillo pirano (C) con oxígeno como heteroátomo, donde las modificaciones sobre el anillo C generan una variedad de tipos de flavonoides como se muestra en la figura 1.

En los cítricos, los flavonoides más abundantes son aquellos pertenecientes a los grupos de las flavonas, flavanonas, chalconas y dihidrochalconas. Estos compuestos tienen una distribución restringida, lo cual hace que sean descritos como flavonoides minoritarios a pesar de estar presentes en concentraciones significativas en algunos alimentos de alto consumo.

Las estructuras químicas de los flavonoides más representativos de cítricos se muestran en la figura 2. Estructuralmente, las flavanonas tienen el anillo C saturado, mientras que las flavonas presentan una insaturación en los carbonos 2–3. Por su parte, las chalconas y dihidrochalconas tienen una estructura abierta, y desaparece virtualmente el anillo C.

En cuanto a las modificaciones en los anillos A y B, la glicosilación es un fenómeno común. En general, en los cítricos, las flavanonas se presentan como glicósidos, generalmente rutinósidos (1→6 ramnosil-glicósidos) y neohesperidinósidos (1→6 ramnosil-glicósidos) unidos casi siempre por un enlace O-glicósido al carbono 7 de la aglicona ².

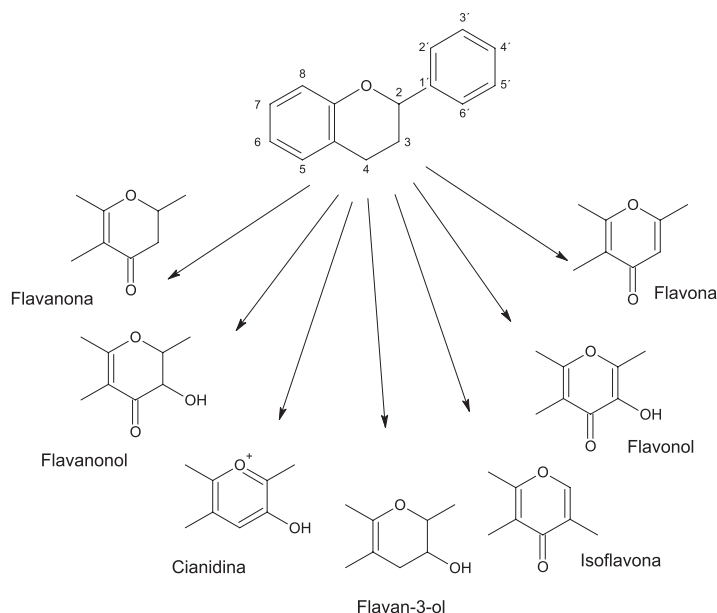


Figura 1. Esquema de la clasificación de los flavonoides basado en las modificaciones estructurales en el anillo C, modificado de Tiwari y colaboradores ³.

Muchos cultivadores comerciales de limón, lima, mandarina y naranja dulce han sido caracterizados químicamente demostrando que poseen un patrón de flavonoides principalmente del tipo rutinósido (compuestos menos amargos)⁴, mientras que naranja amarga y pomelo contienen principalmente neohesperidinósidos (compuestos amargos). Por su parte, la toronja, por tratarse de un híbrido, presenta un perfil mezclado de rutinósidos y neohesperidinósidos. Este hecho es importante, pues los perfiles cromatográficos de los flavonoides glicosilados en cítricos se han convertido en una herramienta útil para quimiotaxonomía de materiales híbridos y para el control de calidad y de adulteraciones en productos derivados⁵.

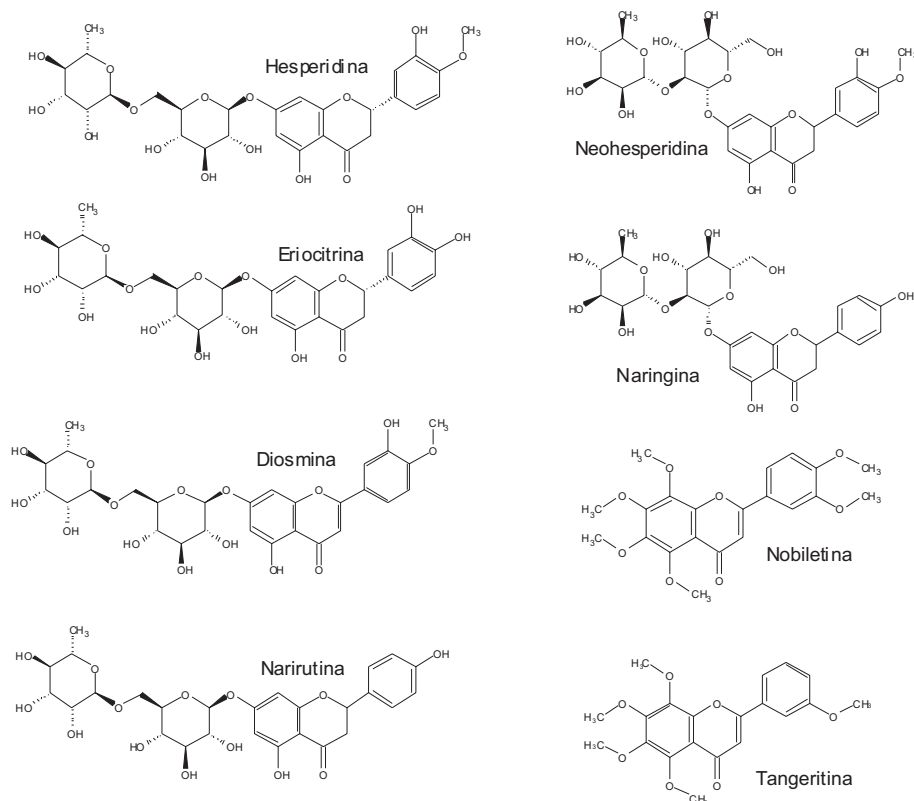


Figura 2. Estructuras químicas de los flavonoides más frecuentes encontrados en cítricos.

En Colombia, un país netamente agrícola, con un sector agropecuario que aporta aproximadamente el 13% del producto interno bruto (PIB), se ha fortalecido la idea de diversificación de cultivos y se han establecido otros productos

de amplia visión comercial como las frutas, entre las que se cuentan los cítricos. Colombia figura en el puesto 29 de la producción mundial de cítricos, con una participación en el total del 0,37%, y una tasa de crecimiento anual de 5,06% lo que muestra un desarrollo dinámico de este sector agrícola. En el país, el 31% del área sembrada en frutales corresponde a los cítricos, de las cuales, el 71% corresponde a naranja, el 15% a mandarina, el 12% a lima ácida y el 2% a toronja. Los principales productores de naranja son los departamentos de Cesar, Tolima y Antioquia⁶.

El aprovechamiento industrial de estas especies de cítricos se ha convertido en una actividad intensiva en donde participan empresas dedicadas a toda la cadena productiva (cultivadores, procesadoras, centros de distribución y exportadores), produciendo jugos, pulpas, concentrados y frutas en fresco; pero a medida que la producción crece, se aumenta también la generación de residuos sólidos y líquidos, los cuales están compuestos principalmente de agua, azúcares solubles, fibra, ácidos orgánicos, aminoácidos, minerales, aceites esenciales, flavonoides y vitaminas, estando en cantidades diferentes dependiendo de la fracción de la fruta (jugo, cáscara, pulpa, mesocarpio), su estado de madurez y el sistema empleado para la extracción del jugo⁷⁻¹¹.

Específicamente, en cuanto a los flavonoides, la naringina es el mayoritario en la toronja, la hesperidina lo es en la naranja, mientras que rutina, hesperidina y diosmina son abundantes en el limón y la mandarina¹². Otros metabolitos importantes en los cítricos son las cumarinas y ácidos orgánicos como el ácido cítrico y el ascórbico¹³.

En general, los flavonoides pertenecen al grupo de los compuestos fenólicos, un grupo de metabolitos ampliamente distribuidos que abarcan aproximadamente 8.000 sustancias, divididas en 22 grupos con una estructura común, determinada por un anillo aromático unido al menos a un sustituyente hidroxilo (grupo fenol) y frecuentemente se encuentran como derivados de ésteres, éteres y glicósidos. Los compuestos fenólicos han mostrado una amplia variedad de actividades biológicas: antioxidante, antimicrobiana, antiinflamatoria, inmunomoduladora, antiviral, antiproliferativa, antimutagénica, anticarcinogénica, acciones vasodilatadoras, y prevención de enfermedades coronarias y desórdenes neurodegenerativos^{14, 15}.

Las aplicaciones terapéuticas de algunos de estos compuestos son ya conocidas y utilizadas en el ámbito clínico. La mezcla micronizada de flavonoides Daflón®, que contiene 90% de diosmina y 10% de hesperidina es utilizada como un potente medicamento flebotónico para el tratamiento de la insuficiencia venosa crónica¹⁶. Además, son numerosos los productos fitoterapéuticos y alimentos funcionales comercializados en el mundo que contienen, totalmente o como parte de sus principios activos, una fracción flavonoide, comúnmente llamada bioflavonoides e incluso denominada genéricamente como vitamina P.

Es tan promisoría la obtención de compuestos con alto valor a partir de residuos de cítricos, que en el estado de la Florida (EUA), una región productora de cítricos, ha surgido el Laboratorio de Investigación en Cítricos y Productos Subtropicales (Citrus and Subtropical Products Research Laboratory, por su nombre en inglés) precisamente con el interés de recuperar, a partir de residuos de cítricos, productos importantes para uso en la salud humana y en alimentos. Ellos han estimado que el aprovechamiento de los residuos generados por la industria procesadora de cítricos en los Estados Unidos de América, podría suministrar más de 10.000 toneladas de hesperidina por año, muy por debajo de la demanda mundial para esta materia prima¹⁷.

Gorinstein y colaboradores¹⁸ reportaron que el contenido total de polifenoles fue más alto en las cáscara de cítricos comparado con los frutos pelados (tabla 1). Efectivamente, varios estudios muestran que los flavonoides están presentes principalmente en la cáscara y el bagazo, siendo hesperidina, naringina, narirutina y eriocitrina los más abundantes⁹ de ellos; el primero es más característico de residuos sólidos y el segundo de residuos líquidos¹⁹.

Tabla 1. Contenido de polifenoles totales en frutas de cítricos peladas y sus cáscaras, modificado de Gorenstein y colaboradores

Contenido de polifenoles totales (mg/100 g)	
Limones pelados	164 ± 10.3
Cáscara de limón	190 ± 10.6
Naranjas peladas	154 ± 10.2
Cáscara de naranja	179 ± 10.5
Pomelos pelados	135 ± 10.1
Cáscara de pomelo	155 ± 10.3

Métodos de extracción de flavonoides a partir de residuos de cítricos

La extracción de compuestos bioactivos a partir de fuentes vegetales utilizando solventes es una operación clásica aplicada en muchos procesos industriales, especialmente en la industria farmacéutica y de alimentos; sin embargo, el interés cada vez más creciente por sustancias bioactivas de origen natural impone la necesidad de desarrollar métodos de extracción menos contaminantes y con el máximo rendimiento de sustancias bioactivas, en un corto período de tiempo y con bajo costo.

De hecho, se cree que una de las principales razones para el escaso aprovechamiento de los residuos de la agroindustria citrícola es la falta de métodos de

extracción efectivos para obtener sustancias con la calidad requerida para servir como materia prima en otros procesos. No obstante, son cada vez más crecientes las exigencias de calidad e inocuidad para este tipo de materias primas. De hecho, la Guía 467 de la Farmacopea Norteamericana (USP), armonizada con la Farmacopea Europea, exige el análisis de trazas de más de 57 solventes utilizados en procesos convencionales de extracción. De tal manera que el método de extracción para sustancias que pretenden ser usadas en la industria farmacéutica o de alimentos debería ser extracción acuosa, sin embargo, no siempre es posible lograr altos rendimientos por procesos convencionales de extracción acuosa, incluso aumentando la temperatura.

En este sentido, surgen procesos alternativos que se han desarrollado siguiendo la tendencia de extracción limpia; entre ellas las más destacadas son la extracción con fluidos supercríticos (EFS), la extracción acelerada con microondas (EAM) y la extracción asistida por ultrasonido (EAU).

EAU es una de las herramientas utilizadas para evitar los problemas presentados con las técnicas de extracción convencional; esta técnica utiliza vibraciones mecánicas en frecuencias superiores al rango audible para el oído humano (1–16kHz). Aplicando estas frecuencias en un medio líquido, se generan ciclos de expansión, que a su vez forman presiones negativas y burbujas que crecen y colapsan, dando lugar a un fenómeno de mecánica de fluidos conocido como cavitación²⁰. La importancia de este proceso de extracción radica en los eventos que ocurren cuando la burbuja colapsa; en algún punto, la burbuja no puede absorber la energía del ultrasonido eficientemente, por lo que implosiona y se genera una rápida compresión de gases, produciendo un aumento de temperatura y presión, pero debido al tamaño tan pequeño de las burbujas en comparación con el volumen total del líquido, no hay cambios drásticos en las condiciones ambientales del mismo; además, cuando ocurre el proceso de implosión en una estructura sólida como un material vegetal, el líquido se expande a altas velocidades, ocasionando fuertes impactos sobre la superficie sólida, lo cual incrementa la penetración del solvente en la superficie del material vegetal y la liberación de los productos intracelulares por rotura de las paredes de la célula²⁰.

En cuanto a los métodos de extracción de flavonoides, han surgido procedimientos para obtención a partir de cáscara de cítricos aplicados en industrias farmacéuticas y de alimentos²¹. Estos métodos están basados en el tratamiento alcalino de las cáscaras de cítricos y posterior precipitación de hesperidina desde soluciones acidificadas, con posteriores pasos de recristalización para aumentar la pureza del producto comercial. Varios trabajos se han publicado en este sentido: López-Sánchez extrajo hesperidina de cáscaras de mandarinas Santsuma utilizando una mezcla de óxido e hidróxido de calcio para evitar la formación de geles y permitir la filtración²². Lo Curto y colaboradores desarrollaron un tratamiento

en medio ácido para hidrolizar la pectina de cáscaras de naranja antes de la extracción alcalina de flavonoides ²³. Inaba y colaboradores degradaron la pectina en cáscaras frescas de mandarina Santsuma utilizando una preparación enzimática de *Aspergillus niger* ²⁴. El-Nawawi incrementó el rendimiento en la extracción de hesperidina recirculando las aguas de extracción de un proceso de extracción alcalina²⁵. Di Mauro y colaboradores utilizaron resinas de estirenodivinilbenceno para concentrar las soluciones alcalinas de hesperidina extraídas de cáscaras de naranja por solubilización en medio alcalino²⁶.

recientemente, Ma y colaboradores desarrollaron un método utilizando extracción asistida por ultrasonido (EAU) para la obtención de hesperidina a partir de la cáscara de cítricos; utilizaron tres tipos de solvente (etanol, metanol e isopropanol), tres temperaturas de extracción (30, 40 y 50°C), tres frecuencias (20, 60 y 100 kHz), cuatro intensidades de operación del sonicador (3.2, 8, 30 y 56 W) y diferentes tiempos de extracción (entre 20 y 160 minutos con lecturas cada 20 minutos); encontraron que el tipo de solvente, la frecuencia de operación del sonicador y la temperatura fueron los factores más importantes que influyeron en la extracción de hesperidina, y definieron como condiciones óptimas de extracción: metanol, como solvente; frecuencia, 60 kHz; temperatura, 40°C, y tiempo de extracción, 60 minutos, aunque se observó que un mayor tiempo de extracción no degrada el producto extraído. Un esquema del equipo utilizado para la extracción se muestra en la figura 3 ²⁷.

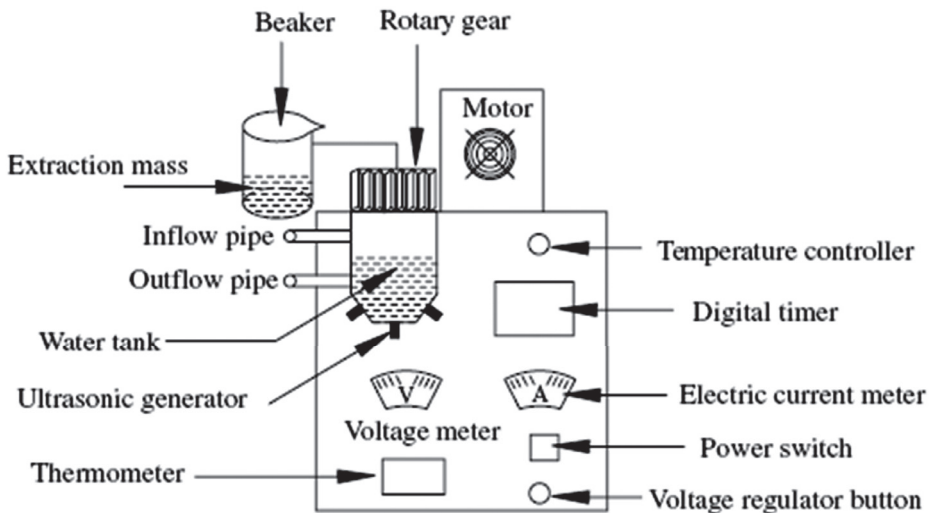


Figura 3. Esquema del equipo propuesto por Ma y colaboradores para la extracción de hesperidina asistida por ultrasonido ²⁷

En la tabla 2, se muestra una recopilación de métodos de extracción que buscan la obtención de polifenoles a partir de cáscaras de cítricos. Se puede apreciar el tipo de material vegetal utilizado, las condiciones de extracción, el tipo de solvente y el rendimiento obtenido.

Son varias las metodologías de extracción de antioxidantes a partir de cáscaras de cítricos, entre ellas, la extracción con solventes, extracción en medio alcalino, extracción asistida por ultrasonido y extracción enzimática. En la **tabla 2** están descritas las condiciones de cada uno de estos métodos y a continuación se detallan sus características:

Guimarães y colaboradores²⁸ presentan un estudio comparativo de la composición (compuestos fenólicos totales, flavonoides totales, ácido ascórbico, carotenoides totales, azúcares reductores) y la capacidad antioxidante (DPPH, CRHF, decoloración de β -caroteno, inhibición de peroxidación lipídica medida como SRAT) de extractos metanólicos de cáscaras de cítricos (toronja, lima, limón, naranja). El trabajo no profundiza en el proceso de extracción, pues éste presenta condiciones fijas aplicadas a todos los materiales vegetales.

Zia-ur-Rehman²⁹ evaluó el rendimiento (g extracto/100 g cáscaras secas) en la obtención de extractos de diferente polaridad a partir de cáscaras de cítricos. Si bien, el autor no reporta ningún dato acerca de la composición de estos extractos, evalúa el extracto metanólico sobre un modelo de oxidación de aceite de maíz, y encuentra que este extracto presenta una protección 8–10 veces mayor que los antioxidantes utilizados como control (Butilhidroxitolueno (BHT), Butilhidroxianisol (BHA)).

Anagnostopoulou y colaboradores³⁰ evaluaron el uso de diferentes solventes (diclorometano, metanol y fraccionamiento del extracto metanólico con dietiléter, acetato de etilo, n-butanol y agua) para la obtención de extractos a los cuales se les midió el contenido total de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante por los métodos de DPPH y estabilización de radical hidroxilo. Los resultados mostraron que la fracción de acetato de etilo presenta el mayor contenido de compuestos fenólicos totales y la mayor actividad antioxidante.

En cuanto a la extracción acuosa, Xu y colaboradores³¹, evaluaron la eficiencia de una infusión de cáscaras de dos variedades de cítricos (Satsuma y Ponkan) para obtener extractos acuosos ricos en minerales, flavanonas glicosiladas, polimetoxiflavanos y ácidos fenólicos; adicionalmente, evaluaron la capacidad antioxidante de las infusiones utilizando los métodos DPPH y CRHF (expresado como TEAC). En general, los resultados mostraron que entre los flavonoides, hesperidina fue extraída en menor proporción, comparada con narirutina, nobiletina y tangeritina. El trabajo muestra también que una segunda extracción resulta necesaria para obtener una mayor cantidad de compuestos fenólicos; asimismo, se evidencia que la prolongación del tiempo de extracción o el aumento en la

temperatura del agua no aumentan el rendimiento de extracción ni la actividad antioxidante.

Por su parte, Li y colaboradores³² evaluaron las condiciones para la extracción de compuestos fenólicos a partir de cáscaras de cítricos utilizando extracción acuosa con diferentes tipos de celulastas comerciales (Cellulase MX[®], Cellulase CL[®] y Kleepase AFP[®]). El trabajo utilizó inicialmente limón Mayer como un modelo para evaluar el efecto del tiempo y la temperatura de extracción, y encontró que el uso de celulasa reduce a la mitad (de 6 a 3 horas) el tiempo necesario para la extracción de alrededor de 0.4–0.5 mg EGA/g de cáscaras secas. Adicionalmente, una temperatura de 50°C fue considerada apropiada para el funcionamiento de todas las celulastas probadas. Todas las enzimas fueron probadas sobre cáscaras de limón Ben Yen, limón Meyer, toronja, naranja y mandarina, y se concluyó que las cáscaras de toronja presentan el mayor contenido de compuestos fenólicos, seguida de mandarina, limón Ben Yen, naranja y limón Meyer. En todos los casos, excepto naranja, la Cellulase MX[®] presenta la mayor eficiencia en la extracción de compuestos fenólicos. Adicionalmente, se evaluó la capacidad antioxidante de los extractos obtenidos por el método de CRHF y se mostró que la extracción con celulastas incrementa ligeramente la actividad antioxidante, al compararla con extractos obtenidos con agua y para algunos extractos se alcanza una actividad comparable a la obtenida con un extracto etanólico de las cáscaras.

Con respecto a la extracción en medio alcalino, Di Mauro y colaboradores²⁶ desarrollaron un procedimiento para la obtención de hesperidina a partir de residuos (cáscaras) generadas en una industria de procesamiento de jugo de cítricos. La metodología está fundamentada en la extracción de hesperidina a partir de las cáscaras utilizando hidróxido de calcio, lo cual permite la solubilización de la forma abierta de hesperidina (hesperidin chalcona) a la vez que ocurre la precipitación de la pectina en forma de pectato de calcio. Luego, la hesperidina es diluida en medio ácido, se carga sobre una resina de estirenodivinilbenceno y es desorbida con soluciones alcalinas diluidas (NaOH 0.5N con 10% de etanol). El extracto resultante es precipitado por acidificación para recuperar la hesperidina.

En cuanto a la extracción asistida por ultrasonido, Ma y colaboradores³³ comparan la extracción asistida con ultrasonido y la extracción por maceración, además muestran el efecto de algunos parámetros de la extracción asistida por ultrasonido (potencia (3.2, 8, 30 y 56 W), temperatura (15, 30 y 40°C) y tiempo (10, 20, 30, 40, 50 y 60 minutos)) sobre el contenido de compuestos fenólicos determinados individualmente (ácido cafeico, ácido *p*-coumarico, ácido ferúlico, ácido sinápico, ácido protocatecuico, ácido *p*-hidroxibenzoico, ácido vanillico, narirutina y hesperidina), el contenido total de compuestos fenólicos medidos por el método de Folin-Ciocalteau y la actividad antioxidante medida por el método de CRHF.

Los resultados muestran que la extracción asistida por ultrasonido genera rendimientos más altos en tiempos más cortos, comparada con la extracción convencional. Adicionalmente, en la extracción asistida por ultrasonido, se evidencia que el aumento de la temperatura entre 15 y 30°C, el aumento del tiempo de extracción entre 10 y 40 minutos y el aumento de la potencia entre 3.2 y 8W, generan un efecto positivo sobre la extracción de los compuestos fenólicos; sin embargo, valores superiores parecen degradar algunos de los compuestos fenólicos (ácido cafeico, ácido *p*-coumárico, ácido ferúlico, ácido sinápico, ácido *p*-hidroxibenzoico). No obstante, cuando se evalúa el contenido total de compuestos fenólicos, se observa que el aumento de la temperatura hasta 40°C no afecta negativamente la extracción, mientras que el comportamiento del tiempo y la potencia fue el mismo que se presentó al evaluar los compuestos individualmente.

Este hecho se explica debido a que es posible que a temperaturas de 40°C se degraden algunos de los compuestos extraídos, pero que a esta misma temperatura se extraigan más eficientemente algunos compuestos fenólicos que no están siendo cuantificados individualmente, pero que son detectados por el método de Folin-Ciocalteu.

En otro trabajo, Ma y colaboradores³⁴ muestran la optimización de la extracción de compuestos fenólicos a partir de cáscaras de mandarina del cultivar Penggan, utilizando un diseño Box Behnken para evaluar el efecto de la potencia del baño ultrasónico (medida en W), la temperatura (°C) y el tiempo de extracción (minutos) sobre el contenido total de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante medida por los métodos CRHF y DPPH.

Los resultados muestran que, en general, los factores evaluados presentan un efecto positivo sobre las variables respuesta, sin embargo, por encima de 45W, 34°C y 25 minutos, el efecto es negativo, lo cual puede ser atribuido a que en esas condiciones se generan altas presiones y temperaturas localizadas que provocan la degradación de los compuestos fenólicos. Las condiciones óptimas se obtuvieron mediante análisis de superficie de respuesta y posteriormente el modelo fue verificado para confirmar que los parámetros seleccionados maximizan todas las respuestas.

Otro trabajo, publicado también por Ma y colaboradores²⁷, evaluó el efecto de las principales condiciones de extracción asistida por ultrasonido sobre el rendimiento de hesperidina. Las variables evaluadas fueron: potencia del baño ultrasónico (3.2, 8, 30, 56W), frecuencia del baño ultrasónico (20, 60, 100 kHz), tipo de solvente (metanol, etanol, isopropanol), temperatura (30, 40, 50°C) y tiempo de extracción (20–160 minutos). Los resultados mostraron que el tipo de solvente, la frecuencia y la temperatura, fueron las variables que más afectaron positivamente el rendimiento de extracción.

Adicionalmente, Khan y colaboradores³⁵ mostraron la extracción de hesperidina y naringina a partir de cáscaras de naranja. En un estudio preliminar de-

terminaron el tamaño de partícula en el material vegetal que genera el mayor rendimiento en la obtención de flavonoides, siendo 2 cm² el tamaño óptimo. Posteriormente ejecutaron un diseño central compuesto para determinar el efecto de algunas variables del proceso de extracción sobre el rendimiento de flavonoides (temperatura (10, 25, 40°C), potencia del baño ultrasónico (50, 100, 150 W) y proporción etanol:agua (20, 50, 80%). Las condiciones óptimas de extracción fueron determinadas mediante un análisis de superficie de respuesta, que mostró unos parámetros óptimos de temperatura de extracción a 40°C, potencia del baño ultrasónico de 150W y proporción etanol:agua 4:1.

Por otra parte, nosotros³⁶ mostramos recientemente el desarrollo de un método que combina la extracción acuosa en medio alcalino con la extracción asistida por ultrasonido. El método fue optimizado utilizando cáscaras de mandarina para evaluar el efecto sobre el rendimiento de extracción y el contenido total de compuestos fenólicos, de la humedad del material vegetal (0 y 75%) y el tiempo de extracción (30 y 90 minutos) y manteniendo fijas las demás condiciones (material vegetal/solvente: 1/10 g/mL, agente basificante: hidróxido de calcio (Ca(OH)₂) 0.25M, frecuencia del baño ultrasónico: 60 kHz). El método se aplicó en cáscaras de mandarina, lima y naranja, se evaluó el contenido total de compuestos fenólicos y se caracterizaron las fracciones obtenidas por HPLC/MS. Se evaluó también la capacidad antioxidante de las fracciones obtenidas sobre un modelo de oxidación de LDL humana, profundizando en la actividad antioxidante de la fracción flavonoide de mandarina. Adicionalmente, se mostró la capacidad antioxidante diferencial de los flavonoides presentes en las fracciones.

Métodos para caracterización de flavonoides

Se ha desarrollado una gran cantidad de procedimientos aplicados al análisis de flavonoides, lo cual refleja la complejidad de las matrices de análisis y la diversidad de escenarios que se presentan en el reto analítico. En algunos casos, basta conocer el perfil de flavonoides presentes en la muestra con el fin de concluir sobre las variaciones en la composición; en otros casos será necesario aplicar procedimientos que permitan la cuantificación, mientras que en algunas circunstancias, cuando se trata de sustancias desconocidas, se requiere el aislamiento y caracterización estructural.

Por lo tanto, el diseño del procedimiento analítico dependerá del interés del análisis. Por ejemplo, en estudios de perfil y cuantificación de flavonoides, la aproximación más útil ha sido la cromatografía, preferiblemente cromatografía de alta eficiencia (HPLC) debido a la complejidad de la matriz que normalmente se analiza y a la diversidad estructural de los compuestos presentes allí. Por otro lado, cuando se requiere identificación, se hace necesario el uso de técnicas espectrométricas (Resonancia Magnética Nuclear–RMN y Espectrometría de Masas–

EM), en algunos casos acopladas a métodos de separación cromatográfica (técnicas hífenadas).

La cromatografía líquida de alta eficiencia combina las ventajas de la separación, cuantificación e identificación, esta última cuando se acopla a espectrometría de masas (EM), permitiendo así la resolución incluso de flavonoides isoméricos³⁷.

En los últimos 20 años, la EM ha mostrado ser una de las técnicas más efectivas en investigación, principalmente en el análisis de mezclas complejas que requieren alta sensibilidad, especificidad, combinación con técnicas de separación, y posibilidad de miniaturización para analizar gran cantidad de muestras en poco tiempo, utilizando la menor cantidad de muestra posible³⁸.

Sin embargo, antes que esto sucediera, debió superarse el mayor obstáculo que impedía el acople de la cromatografía líquida a espectrometría de masas, el cual radicaba en el reto de convertir la fase móvil de la separación, generalmente mezclas de agua y solventes orgánicos, en una fase gaseosa con especies iónicas, preferiblemente sin la aplicación de calor. Este problema solo se resolvió hasta finales del siglo XX con la aparición de las interfaces de ionización a presión atmosférica (IPA), específicamente la interfaz de ionización por electro spray (IES)³⁸.

El proceso IES es altamente dependiente de la química en solución y del comportamiento superficial de los iones del analito; de hecho, la presencia de especies iónicas preformadas en el eluente de la separación cromatográfica es esencial para la formación de iones en la fase gaseosa, por lo tanto, los cambios de fase móvil, pH y condiciones de ionización determinan la posibilidad de obtener éxito en un análisis por HPLC/MS³⁹.



Figura 4. Equipo de HPLC/MS marca Agilent® serie 1200

Tabla 2. Comparación de métodos de extracción aplicados a cáscaras de cítricos para la obtención de compuestos fenólicos (¹ PF: Peso Fresco, ² PS: Peso Seco, ³ CFT: Compuestos Fenólicos Totales).

Material vegetal	Condiciones de extracción	Solvente y relación sól:líqu	Rendimiento/composición	Ref.
Extracción con solventes				
Cáscaras de toronja, lima, limón y naranja valencia, liofilizadas y pulverizadas	Agitación a 25°C, 150 rpm, 12 horas	Metanol 3/50	<i>(g extracto /100 g cáscara PF¹)</i>	28
			Toronja 50.13	
			Lima 15.18	
			Limón 44.68	
			Naranja 37.27	
			CFT (mg EGA /g extracto)	
			Toronja 55.88	
Lima 124.63				
Limón 87.77				
Naranja 79.75				
Cáscaras de cítricos, secas, molidas y tamizadas (tamaño>0.18 mm)	Agitación toda la noche a temperatura ambiente	Etanol, Metanol, Acetona, Hexano, Éter de Petróleo, Dietil éter	<i>(g extracto /100 g cáscara PS²)</i>	29
			Etanol: 11.00	
			Metanol: 19.87	
			Acetona: 15.00	
			Hexano: 9.12	
			Éter de Petróleo: 7.88	
Dietil éter: 12.75				
Cáscaras (flavado) de naranja, secas y molidas	3 extracciones sucesivas de las cáscaras (277.4g) en Soxhlet (1L) con diclorometano y posteriormente metanol. Fraccionamiento del extracto metanólico (108 g) disuelto en agua (2L) y extraído con dietil éter, acetato de etilo, n-butanol y agua (6 extracciones x 150 mL de cada solvente).		CFT³ (mg EGA/g extracto)	30
			Diclorometano: 10.0	
			Dietil eter: 17.2	
			Acetato de etilo: 105	
			n-butanol: 42.7	
			Agua: 7.9	
			CFT (mg EGA/g cáscara PS)	
Diclorometano: 10.1				
Dietil eter: 8.0				
Acetato de etilo: 66.9				
n-butanol: 188				
Agua: 254				

Tabla 2. Continuación

Extracción acuosa			
			<i>mg HD/g cáscara PS</i>
			Primera extracción
			2.47 (Sat)
			3.55 (Pon)
			Segunda extracción
			1.55 (Sat)
			2.45 (Pon)
Cáscaras de mandarina Satsuma (Sat) y Ponkan (Pon), secas y molidas	Dos extracciones por infusión con agua caliente durante 30 minutos	Agua 1/20	CFT (mg EGA/g cáscara PS)
			31
			Primera extracción
			31 (Sat)
			32 (Pon)
			Segunda extracción
			10 (Sat)
			12 (Pon)
			CFT (mg EGA/g cáscara)
			Extracción acuosa
			limón Benyen: 0.89
			limón Meyer: 0.37
			Toronja: 0.93
			Naranja: 0.73
			Mandarina: 1.12
			1.5% enzima
			limón Benyen: 0.97
			limón Meyer: 0.53
			Toronja: 1.51
			Naranja: 0.86
			Mandarina: 1.35
			32
Extracción en medio alcalino			
Cáscaras de naranja sanguina provenientes de un extractor de jugos, trituradas hasta alcanzar un tamaño menor a 3mm	Cáscaras tratadas durante 1h a 60°C con una solución saturada de Ca(OH) ₂ hasta alcanzar pH 12. El extracto fue neutralizado y cargado en una columna con resina de SDVB y la HD eluida con NaOH y precipitada a pH 3.5	200 g de cáscara, 50 g Ca(OH) ₂ , 1000 g agua.	18.6 mg HD/g cáscara PS
			26

Tabla 2. Continuación

Extracción Asistida por Ultrasonido				
cáscaras de mandarina Penggan, secas, molidas, tamizadas a 0.45–1 mm	Potencia: 42–45W, Tiempo: 23–25 min, Temperatura: 31–34°C.	Metanol. 1:40.	19.12 mg EGA/g cáscara PS	33
Cáscaras de mandarina satsuma, secas, molidas, tamizadas a 0.45–1 mm	Intensidad: 20kHz, Potencia: 8W, Tiempo: 40 min, Temperatura: 40°C.	Metanol 80% 1:20.	22 mg EGA/g cáscara PS	34
Cáscaras de mandarina Penggan, secas, molidas, tamizadas a 0.45–1 mm	Intensidad: 60 kHz, Potencia: 30W, Tiempo: 60 min, Temperatura: 40°C.	Metanol 1:20.	57 mg HD/g cáscara PS	27
Cáscaras de naranja, frescas, cortadas a un tamaño de 2 cm ²	Intensidad: 25 kHz, Potencia: 150 W, Tiempo: 30 min, Temperatura: 40°C	Etanol:Agua 80:20 1:4.	2.33 mg EGA /g cáscara PF 0.70 mg NAR y 2.05 mg HD/g PF	35
Cáscaras de mandarina, secas, molidas, tamizadas a 0.2 mm	Intensidad: 60 kHz, Tiempo: 30 min, Temperatura: 40°C.	Agua 1:10.	19.60 mg EGA /g cáscara PS 40.25 mg Fracción Flavonoide/g cáscara PS	36
Cáscaras de lima, mandarina y naranja, secas, molidas, tamizadas a 0.2 mm	Intensidad: 60 kHz, Tiempo: 30 min, Temperatura: 40°C.	Agua 1:10.	mg EGA/g extracto Lima 74.8 Naranja 58.7 Mandarina 66.4	

Para optimizar los parámetros de la ionización es necesario cambiar un parámetro a la vez para detectar su efecto sobre la abundancia de iones formados. Para esto, se ha utilizado ampliamente una aproximación llamada Análisis por Inyección en Flujo (AIF) (FIA, del inglés Flow Injection Analysis), el cual consiste en

la inyección continua de pequeños volúmenes de muestra en el espectrómetro de masas, cambiando cada vez un parámetro en una matriz experimental, lo cual permite obtener las mejores condiciones de ionización ⁴⁰. Los parámetros que pueden ser modificados para aumentar la ionización son:

- **Temperatura del nebulizador.** La fase móvil de la separación cromatográfica entra a una cámara a presión atmosférica a través de una aguja que nebuliza el solvente, formando gotas cargadas que se evaporan gracias a un gas de secado con flujos alrededor de 13 L/min y calentado alrededor de 350°C. Cuando las gotas alcanzan un tamaño crítico donde la repulsión entre las cargas es mayor que la fuerza de tensión superficial, la gota explota y libera, en forma de clústeres, las especies cargadas en la fase gaseosa.
- **Voltaje del capilar.** En la gota cargada, los iones se mueven por migración electrofórica hacia la superficie para ser transferidos a la fase gaseosa, y es necesario un campo eléctrico para deflectar las gotas hacia una cámara de vacío a través de un capilar de sílica fundida cuyas funciones son: 1) separar el ambiente de presión atmosférica de la cámara de ionización y el ambiente de alto vacío del espectrómetro y 2) iniciar la separación de los iones de las gotas cargadas. El voltaje del capilar es un parámetro que puede ser ajustado normalmente entre 1 y 5 kV, y su valor depende de otras condiciones como composición de la fase móvil y peso molecular de los analitos.
- **Voltaje del cono o fragmentor.** Los iones generados en la interfase y pasados por el capilar, necesitan ser transferidos al espectrómetro a través de un orificio, lo cual se logra aplicando una diferencia de potencial entre el orificio y la etapa siguiente (preanálizador cuadrupolar); esta diferencia de potencial (llamada voltaje del cono) disocia los clústeres de iones formados en la fuente de ionización y logra una disociación inducida por colisiones (DIC). A altos voltajes (50–150 V), se genera una fragmentación de los iones, iniciada incluso desde el final del capilar. El valor del voltaje del cono depende principalmente del peso molecular del analito, su carga, estabilidad y el grado de fragmentación que se desea.

El espectro de masas generado por un sistema de IES se caracteriza por un ion pseudo molecular dominante, con poca o ninguna fragmentación, de tal manera que, en muy pocas ocasiones, un análisis por IES logra generar información suficiente para una completa caracterización estructural. No obstante, otras aproximaciones como espectrometría en tándem (EM/EM o EMⁿ) han logrado caracterizar químicamente muchas sustancias, entre ellas flavonoides de cítricos presentes en residuos agroindustriales, formulaciones farmacéuticas, jugos y fluidos biológicos ⁴¹.

En general, los análisis por HPLC/MS con DIC pueden generar información estructural para caracterizar flavonoides glicosilados, proporcionando información acerca de la secuencia de carbohidratos, el tipo de enlace diglicosídico y el tipo de aglicona, de acuerdo con el patrón de fragmentación que se observa en la **figura 5**.

En la **figura 6**, el aumento en el voltaje de fragmentación genera cambios considerables en el espectro de masas de la hesperidina. En general, a bajos voltajes de fragmentación se observa la presencia del ion molecular [M+H]⁺ que

aparece a m/z 611, acompañado de aductos con sodio $[M+Na]^+$ a m/z 633 y potasio $[M+K]^+$ a m/z 649; adicionalmente se observa una escasa fragmentación, dominada principalmente por rompimientos en el azúcar donde se destacan los iones m/z 449 y 465, correspondientes a los los fragmentos $[Z_1+H]^+$ y $[Y_1+H]^+$, respectivamente, los cuales se deben a la pérdida del azúcar terminal (ramnosa).

A medida que aumenta el voltaje de fragmentación, desaparece el ion molecular y aparece el ion m/z 303 equivalente a la porcion aglicona del flavonoide $[Y_0+H]^+$, característico de la pérdida simultánea de los azúcares glucosa y ramnosa.

Finalmente, a altos voltajes de fragmentación no se generan rompimientos entre los azúcares, prevalecen los iones m/z 649, 633, 303 y aparecen iones $[^{1,4}B_0-H_2+H]^+$ a m/z 153 y $[^{1,3}A_0+H]^+$ a m/z 177, característicos de rompimientos tipo Retro Diels-Alder en el del anillo C de la aglicona.

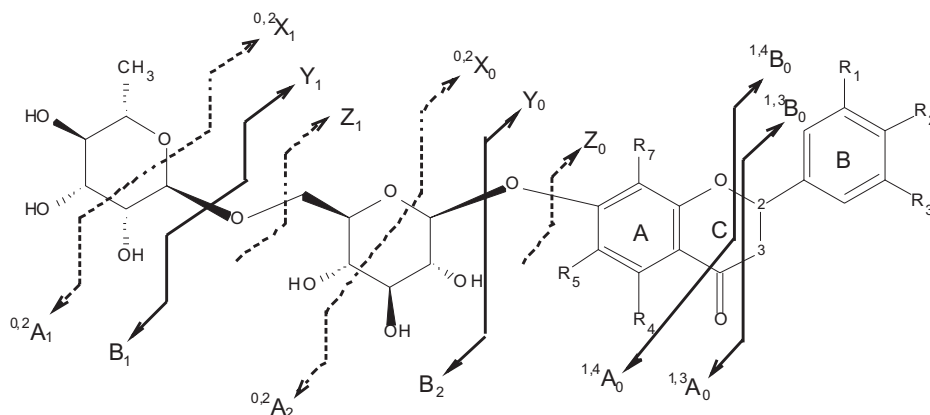
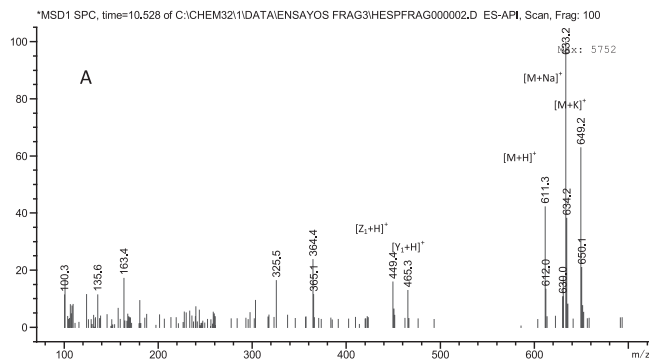


Figura 5. Patrón de fragmentación y nomenclatura de los iones generados por un flavonoide diglicosilado en espectrometría de masas



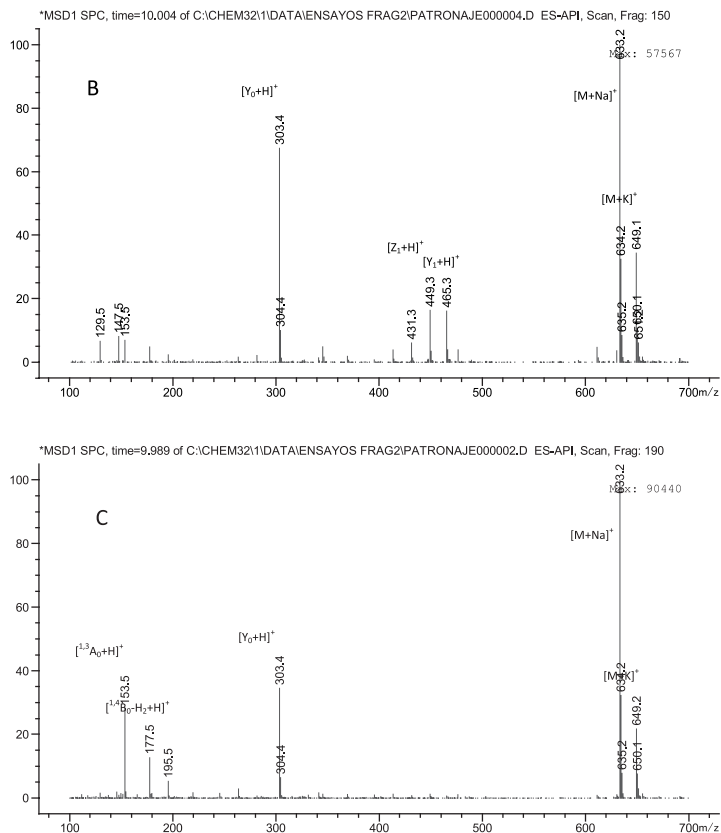


Figura 6. Espectros de masas de hesperidina obtenidos bajo diferentes voltajes de fragmentación (voltaje del cono). A: 100V, B: 150V, C: 190V.

Conclusiones

Una de las principales razones para el escaso aprovechamiento de los residuos de la agroindustria cítrica es la falta de métodos de extracción efectivos para obtener sustancias con la calidad requerida para servir como materia prima en otros procesos. En este sentido, la extracción acuosa asistida por ultrasonido es una de las herramientas con mayor perspectiva en la extracción de compuestos bioactivos, minimizando los problemas presentados con las técnicas de extracción convencional.

La obtención de flavonoides a partir de residuos agroindustriales implica, no solo el desarrollo de una metodología de extracción limpia y con alto rendimiento, sino también el montaje de procedimientos analíticos que permitan una valoración de las sustancias obtenidas, ya sea mediante la caracterización individual de los componentes (HPLC/MS) o la estimación del contenido total de compuestos.

Referencias

1. WINKEL-SHIRLEY B. Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. *Current opinion in plant biology* 2002;5:218-23.
2. TOMÁS-BARBERÁN F, MICHAEL NC. Flavanones, chalcones and dihydrochalcones - nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2000;80:1073-80.
3. TIWARI A. Imbalance in antioxidant defence human diseases: Multiple approach of natural antioxidant therapy. *Current Science* 2001;81:1179-87.
4. ROUSEFF RL, MARTIN SF, YOUTSEY CO. Quantitative survey of narirutin, naringin, hesperidin, and neohesperidin in citrus. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2002;35:1027-30.
5. ROBARDS K, ANTOLOVICH M. Analytical Chemistry of Fruit Bioflavonoids: A Review. *Analyst* 1997;122:11-34.
6. MADR MDAYDR. Documento de trabajo 107: La cadena de citricos en colombia. Observatorio de competitividad - agrocadenas 2005:8-25.
7. BRADDOCK RJ. By-products of citrus fruits. *Food Technology* 1995;49:74-7.
8. PANDEY A, SOCCOL CR, NIGAM P, SOCCOL VT. Biotechnological potential of agro-industrial residues. I: sugarcane bagasse. *Bioresource Technology* 2000;74:69-80.
9. SCHIEBER A, STINTZING FC, CARLE R. By-products of plant food processing as a source of functional compounds - recent developments. *Trends in Food Science and Technology* 2001;12:401-13.
10. PANDEY A, SOCCOL CR, NIGAM P, SOCCOL VT, VANDENBERGHE LPS, MOHAN R. Biotechnological potential of agro-industrial residues. II: cassava bagasse. *Bioresource Technology* 2000;74:81-7.
11. BALASUNDRAM N, SUNDRAM K, SAMMAN S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry* 2006;99:191-203.
12. KAWAII S, TOMONO Y, KATASE E, et al. Quantitative study of flavonoids in leaves of citrus plants. *Journal of agricultural and food chemistry* 2000;48:3865-71.
13. OGAWA K, KAWASAKI A, YOSHIDA T, et al. Evaluation of auraptene content in citrus fruits and their products. *Journal of agricultural and food chemistry* 2000;48:1763-9.
14. RICE-EVANS C, MILLER N, PAGANGA G. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science* 1997;2:152-9.
15. HAVSTEEN BH. The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology & therapeutics* 2002;96:67-202.
16. LYSENG-WILLIAMSON KA, PERRY CM. Micronised purified flavonoid fraction: a review of its use in chronic venous insufficiency, venous ulcers and haemorrhoids. *Drugs* 2003;63:71-100.

17. GROHMANN K, MANTHEY JA, CAMERON RG. Acid-catalyzed hydrolysis of hesperidin at elevated temperatures. *Carbohydrate Research* 2000;328:141-6.
18. GORINSTEIN S, MARTN-BELLOSO O, PARK YS, et al. Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits. *Food Chemistry* 2001;74:309-15.
19. COLL MD, COLL L, LAENCINA J, TOMÁS-BARBERÁN F. Recovery of flavanones from wastes of industrially processed lemons. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A* 1998;206:404-7.
20. LUQUE-GARCA JL, LUQUE DE CASTRO MD. Ultrasound: a powerful tool for leaching. *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 2003;22:41-7.
21. HIGBY RH. Method of manufacturing hesperidin. US Patent 1946;2400693.
22. LOPEZ SANCHEZ M. Procedure for obtaining hesperidin from citrus. Spanish Patent 1986;545275.
23. LO CURTO R, TRIPODO MM, LEUZZI U, GIUFFRE D, VACCARINO C. Flavonoids recovery and SCP production from orange peel. *Bioresource Technology* 1992;42:83-7.
24. INABA N, AYANO S, OZAKI Y, MIYAKE M, MAEDA H, IFUKU YH. Extraction and recovery of hesperidin from peel residue of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu*, Marc) using enzymes. *J Jpn Soc Food Sci Technol* 1993;40:833-40.
25. EL-NAWAWI SA. Extraction of citrus glucosides. *Carbohydrate Polymers* 1995;27:1.
26. DI MAURO A, FALLICO B, PASSERINI A, RAPISARDA P, MACCARONE E. Recovery of hesperidin from orange peel by concentration of extracts on styrene-divinylbenzene resin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 1999;47:4391-7.
27. MA Y, YE X, HAO Y, XU G, XU G, LIU D. Ultrasound-assisted extraction of hesperidin from Penggan (*Citrus reticulata*) peel. *Ultrason Sonochem* 2008;15:227-32.
28. GUIMARÃES R, BARROS L, BARREIRA JCM, SOUSA MJ, CARVALHO AM, FERREIRA ICFR. Targeting excessive free radicals with peels and juices of citrus fruits: Grapefruit, lemon, lime and orange. *Food and Chemical Toxicology*;48:99-106.
29. ZIA UR R. Citrus peel extract - A natural source of antioxidant. *Food Chemistry* 2006;99:450-4.
30. ANAGNOSTOPOULOU MA, KEFALAS P, PAPAGEORGIOU VP, ASSIMOPOULOU AN, BOSKOU D. Radical scavenging activity of various extracts and fractions of sweet orange peel (*Citrus sinensis*). *Food Chemistry* 2006;94:19-25.
31. XU GH, CHEN JC, LIU DH, ZHANG YH, JIANG P, YE XQ. Minerals, phenolic compounds, and antioxidant capacity of citrus peel extract by hot water. *Journal of food science* 2008;73:11-8.
32. LI BB, SMITH B, HOSSAIN MM. Extraction of phenolics from citrus peels. *Separation and Purification Technology* 2006;48:189-96.
33. MA Y-Q, YE X-Q, FANG Z-X, CHEN J-C, XU G-H, LIU D-H. Phenolic compounds and antioxidant activity of extracts from ultrasonic treatment of Satsuma

- Mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2008;56:5682-90.
34. MA YQ, CHEN JC, LIU DH, YE XQ. Effect of ultrasonic treatment on the total phenolic and antioxidant activity of extracts from citrus peel. *Journal of food science* 2008;73:115-20.
 35. KHAN MK, ABERT-VIAN M, FABIANO-TIXIER A-S, DANGLES O, CHEMAT F. Ultrasound-assisted extraction of polyphenols (flavanone glycosides) from orange (*Citrus sinensis* L.) peel. *Food Chemistry*;119:851-8.
 36. LONDOÑO-LONDOÑO J, LIMA VRD, LARA O, et al. Clean recovery of antioxidant flavonoids from citrus peel: Optimizing an aqueous ultrasound-assisted extraction method. *Food Chemistry* 2010;119:81-7.
 37. ZHOU D-Y, XU Q, XUE X-Y, ZHANG F-F, LIANG X-M. Identification of O-diglycosyl flavanones in *Fructus aurantii* by liquid chromatography with electrospray ionization and collision-induced dissociation mass spectrometry. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis* 2006;42:441-8.
 38. PRASAIN JK, WANG CC, BARNES S. Mass spectrometric methods for the determination of flavonoids in biological samples. *Free Radical Biology and Medicine* 2004;37:1324-50.
 39. ZHOU S, HAMBURGER M. Application of liquid chromatography-atmospheric pressure ionization mass spectrometry in natural product analysis. *Journal of Chromatography A* 1996;755:189-204.
 40. HANSEN EH. The impact of flow injection on modern chemical analysis: has it fulfilled our expectations? And where are we going? *Talanta* 2004;64:1076-83.
 41. DEL RIO JA, FUSTER MD, GOMEZ P, PORRAS I, GARCIA-LIDON A, ORTUNO A. Citrus limon: a source of flavonoids of pharmaceutical interest. *Food Chemistry* 2004;84:457-61.

Obtención de la oleorresina de páprika por medio de tecnologías emergentes en Colombia: un ejemplo de la innovación de producto

Maritza Andrea Gil Garzón*, Carlos Esteban Restrepo Restrepo**, Leonidas de Jesús Milln Cardona***, Benjamín Alberto Rojano****

Resumen

Introducción. La tendencia actual de consumo está enmarcada en el desarrollo y comercialización de productos naturales y libres de contaminantes; en la búsqueda de nuevas tecnologías, para la obtención de estos productos con un valor agregado, se ha logrado la apertura de nuevos mercados nacionales e internacionales cada vez más competitivos, como es el caso del uso de una tecnología de producción más limpia como la extracción por fluidos supercríticos que reemplaza métodos tradicionales de extracción, altamente contaminantes, debido al empleo de solventes tóxicos, y la microencapsulación por medio del secado por aspersión o *spray-drying*, que permite prolongar la vida útil por la protección de las principales componentes y le confieren funcionalidad, en especial a productos de la industria alimenticia y farmacéutica, además, facilita su transporte, almacenamiento y aplicación en otras matrices. **Objetivo.** En el presente trabajo se aplican dos tecnologías de desarrollo incipiente en nuestro país para la obtención de oleorresina microencapsulada de páprika cultivada en Colombia. **Metodología.** La extracción por FSC-CO₂ se llevó a cabo bajo las condiciones de presión de 280 y 350 bar y temperatura de 50C y 70C. Las variables respuesta fueron: el rendimiento (%R), grados ASTA, la determinación de tinción y la relación teórica de

* Ingeniera de Alimentos, magíster en Ciencia-Química. Decana (E) Facultad de Ingenierías Corporación Universitaria Lasallista.

** Ingeniero de Alimentos, Gerente Duan Rodas Colombia

*** Ingeniero Industrial, especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Docente Corporación Universitaria Lasallista

**** Químico, magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos, doctor en Ciencias Químicas. Director del Grupo de Investigación en Química de los Productos Naturales y los Alimentos, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín

la fracción isocrómica (R/Y) de los pigmentos rojos (capsantina y capsorubina) y amarillos (β -caroteno, β -criptoxantina, capsoluteína, zeaxantina, violaxantina). Se empleó la espectroscopía ultravioleta visible UV-Vis para la cuantificación del β -caroteno y la capacidad antioxidante fue evaluada por ABTS. En la microencapsulación las condiciones del secado fueron: temperatura de entrada (180°C), temperatura de salida (90°C), presión de atomización (35 psi) y diámetro de la boquilla (1 mm). La relación oleoresina/encapsulante fue 1:10 utilizando goma arábica o Capsul. **Resultados.** Las mejores condiciones encontradas para la extracción por fluidos supercríticos fueron 350 bar y 60°C. Los resultados del diseño estadístico confirman que la presión afecta las variables respuestas %R, ASTA y relación R/Y; caso contrario sucede con la temperatura, $p > 0.05$. La oleoresina de paprika presenta una concentración de β -caroteno de 1.09 $\mu\text{g/mL}$, lo cual está relacionado con la capacidad antioxidante encontrada por ABTS, con un valor de $4500 \pm 2100 \mu\text{mol trolox/100 g}$ extracto de oleoresina. Se encontró mediante la microscopía de barrido electrónico –SEM– que el mejor encapsulante fue el Capsul (diámetro de microcápsula de 15 μm), el porcentaje de material encapsulado 90% y oleoresina externa 12%. **Conclusión.** El uso de la extracción por fluidos supercríticos y la microencapsulación por *spray-drying* permiten obtener un producto libre de solventes orgánicos y con mayor tiempo de vida útil, con características de calidad que pueden ser competitivas en el mercado nacional e internacional, por alcanzar los estándares de color ofertados con metodologías de extracción tradicional, que pueden ser nocivas por los solventes empleados.

Obtaining paprika oleoresin by the use of emerging technologies in Colombia. a product innovation example

Abstract

Introduction. The current consumption trend is framed in developing and commercializing natural and pollutant free products. In the search for new technologies to obtain such products with added values, new national and international markets have been opened, achieving a higher competitiveness with, for instance, the use of a cleaner production technology like the extraction by the use of supercritical fluids, replacing highly contaminating traditional extraction methods that use toxic solvents, and micro encapsulation by spray-drying, which allows a lengthening of the product's shelf life by protecting its main components, especially in food and pharmaceutical products. Besides, transportation, storage and the application in other matrixes gets easier. **Objective.** Two technologies were applied in this research work. They are just beginning to be applied in Colombia to obtain microencapsulated oleoresin from paprika. **Methodology.** The extraction by FSC-CO₂ was made under 280 y 350 bar and 50°C y 70°C

conditions. The response variables were: performance (%R), ASTA degrees, staining determination and theoretical relation of the isochromic fraction (R/Y) of red pigments (capsanthin and capsorubin) and yellow pigments (β -carotene, β -cryptoxanthin, capsolutein, zeaxanthin, violaxanthin). Visible ultra-violet spectroscopy UV-Vis was used for the quantification of β -carotene and the anti oxidative capability was evaluated by ABTS. In the micro encapsulation, the drying conditions were: Inlet temperature (180°C), outlet temperature (90°C), atomizing pressure (35 psi) and nozzle diameter (1mm). The relation oleoresin/encapsulant was: 1:10 using Gum Arabic or Capsule. **Results.** The best conditions found to extract supercritical fluids were 350 bar and 60°C. The results of the statistic design confirm that pressure affects the %R, ASTA and R/Y relation variables. Just the opposite happens with the temperature, $p>0.05$. Paprika oleoresin has a 1.09 $\mu\text{g/mL}$ β -carotene concentration, and this is related to the anti oxidative capability found by ABTS, with a $4500 \pm 2100 \mu\text{mol trolox/100 g}$ oleoresin extract value. The electronic scanning microscopy allowed us to find that the best encapsulant was the Capsule (micro capsule's diameter: 15 μm), the percentage of encapsulated material 90% and the external oleoresin 12%. **Conclusion.** The use of the extraction by supercritical fluids and spray-drying microencapsulation are useful to have a product free of organic solvents and with a longer shelf life, quality characteristics that can be competitive in national and international markets because they have the color standards offered by those gotten with traditional extraction methodologies, which can be harmful due to the solvents they require.

Introducción

Las tendencias actuales de los consumidores exigen propuestas que promuevan la transformación y comercialización de productos naturales con un valor adicional; por lo tanto, resulta indispensable comprometer la labor de las pequeñas y medianas empresas –PYMES– hacia el desarrollo de productos innovadores que permitan impulsar el sector agrícola colombiano, brindándole a este la posibilidad de acceder a recursos tecnológicos de alto nivel con el fortalecimiento de la productividad y ampliación de la cobertura en mercados nacionales e internacionales¹.

Dentro del sector agrícola, las oleorresinas y aceites esenciales son considerados como una de las principales fuentes naturales con un alto potencial para su producción, que requiere del apoyo e intervención por parte de los diferentes actores económicos, como es el caso específico de la oleorresina de páprika. Existen diferentes factores que justifican la producción de oleorresina de páprika, como: la alta demanda interna y externa, la riqueza geográfica del país para el cultivo de las materias primas como alternativa de reemplazo de cultivos ilícitos y solución

a problemáticas de desarrollo rural y en especial, la oportunidad de apertura de nuevos mercados, entre otras^{2,3}.

Con respecto a la demanda de oleorresinas en Colombia se encuentra que la producción es prácticamente nula, lo que genera grandes volúmenes de importación para satisfacer la industria alimenticia y farmacéutica. Para el 2003 se importaron casi 500 toneladas entre oleorresinas y aceites esenciales, lo que representa casi un 98% del consumo de este tipo de materias primas en el país. El Gobierno, consciente de esta necesidad, ha apoyado la financiación de cultivos de paprika en el norte del país, reto de desarrollo tecnológico e innovador por la viabilidad para la inserción en mercados nacionales e internacionales, en especial, en la industria alimenticia por su uso como colorante, aderezo y/o saborizante, mezcla de especias, entre otras utilizadas en una amplia gama de aplicaciones industriales^{4,5}.

En el ámbito internacional, la demanda de la oleorresina de paprika se concentra en países como España (49%), Estados Unidos (29%), México (19%), considerados como los principales importadores, junto con Israel, Chile y Holanda con una menor demanda⁶. En general, estos países son reconocidos por las altas exigencias en la normativa para la importación de productos naturales de origen agrícola; de allí que el desarrollo de la microencapsulación empleando el secado por aspersión -*spray-drying*, de la oleorresina de paprika cultivada en Colombia y extraída por medio de fluidos supercríticos utilizando el dióxido de carbono como solvente FSC-CO₂, es un proyecto concebido desde el inicio como una oportunidad para la aplicación de dos tecnologías incipientes en Colombia, pero con un alto impacto en el mundo por las ventajas ambientales, técnicas y económicas que permiten el desarrollo e innovación de productos competitivos.

Según lo descrito, la combinación de estas dos tecnologías en la industria de aditivos se convierte en una oportunidad de desarrollo, no sólo para la paprika, sino también para otros productos similares autoctonos de nuestro país. De esta forma, el desarrollo del proyecto "Microencapsulación de oleorresina de paprika cultivada en Colombia extraída mediante la tecnología de fluidos supercríticos" en el cual se enmarcan los resultados descritos a continuación, se crea como una alternativa de industrialización de la oleorresina de paprika para impulsar el sector de los aceites esenciales y oleorresinas en Colombia, motivar el desarrollo tecnológico en las empresas y propiciar una participación académica en la transferencia de conocimiento a través de esta tecnología.

Estado del arte de la investigación e innovación

La obtención de la oleorresina de paprika microencapsulada demanda el conocimiento de aspectos químicos y tecnológicos que se describen a continuación.

Generalidades de la paprika

La paprika (*Capsicum annum L.*) es un pimiento; hortaliza perteneciente a la familia de las Solanáceas. Presenta diferentes especies que han evolucionado

principalmente en América Central y del Sur; es valorada por su sabor y color. La paprika seca y molida es de igual forma un aderezo y un ingrediente saborizante esencial en guisos, aderezos, carnes y rellenos alimenticios¹.

En la década de los cincuenta, los primeros extractos de paprika (pimentón dulce) fueron producidos por la industria alimenticia en respuesta a su demanda por

- Color consistente y fuerte.
- Calidad microbiológica superior.
- Reducido espacio de almacenaje.
- Larga vida de anaquel.
- Compatibilidad con otras especias y extractos colorantes.

La parte que se utiliza son los frutos. Estas son bayas huecas, carnosas, en cuyo interior se encuentran las semillas suspendidas en tabiques. Contiene ácidos grasos, aceites esenciales, pigmentos, compuestos pungentes, resinas, proteínas, celulosas, pentosas, vitaminas y minerales⁶.

La especie *Capsicum annum L.* se comercializa en tres formas: como frutos enteros, frutos deshidratados y molidos y, como oleorresinas. Dentro los estándares internacionales, el más usado para determinar la calidad de la paprika son las Normas ASTA (*American Spice Trade Association*)⁷, que entre otros parámetros, cuantifican la intensidad de color.

Existen tres variedades importantes:

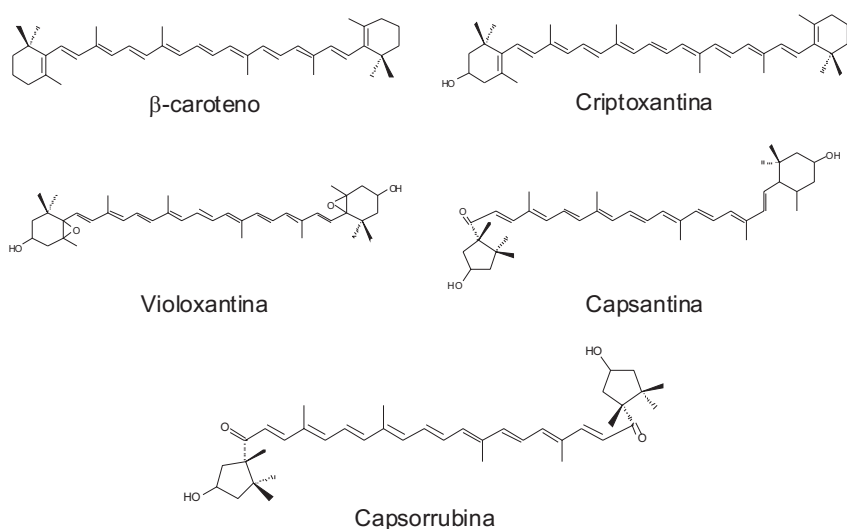
- Pimentón dulce: como su nombre indica, tiene su sabor característico pero no es picante
- Pimentón picante: este producto pica en mayor o menor grado dependiendo del grado de maduración o la variedad
- Pimentón agridulce: no es considerada una variedad distinta, sino una mezcla de las dos anteriores.

Según la materia prima, el pimentón o paprika adquiere, además, diversas propiedades y usos, como:

- Dar color a mantequillas, margarinas y quesos
- En patatas fritas, chips, aperitivos, cereales en hojuelas
- Conserva de pescado en aceite, algunos tipos de sopas y comida congelada
- En fabricación de salsas, ensaladas, embutidos (salchichas, chorizo, mortadela, morcilla), conservas, comidas preparadas, jamones
- Cuando se precisa un color brillante y vivo en la fabricación de alimentos
- En la industria farmacéutica (oleorresina hidrosoluble) para la composición de algunos medicamentos
- Los huevos y carnes de aves se colorean añadiendo oleorresina en sus piensos

- Confituras, jaleas, mermeladas, las cuales son más apetecibles al incorporarles oleoresina
- En helados, pastas, aceites, mayonesas, aderezos, entre otros⁸.

Pigmentos. El matiz amarillo-naranja a rojo-naranja de paprika es creado mediante la mezcla de pigmentos carotenoides biosintetizados en los cromoplastos de su vaina. Las xantofilas están presentes al principio como esteres de ácidos grasos, en las vainas y las preparaciones de oleoresina. Pequeñas cantidades de carotenos libres y pigmentos de xantofila están también presentes. En el gráfico 1, se muestran las estructuras de los principales caroteinodes responsables de color en la paprika⁹.



Gráfico 1. Estructuras de los principales carotenoides presentes en la paprika

Funcionalidad de los carotenoides. Los carotenoides cobran gran importancia dentro de la industria de colorantes naturales, ya que son considerados como uno de los principales pigmentos orgánicos. Existen alrededor de 600 estructuras distribuidas en 52 variedades de planta¹⁰, pero solo alrededor de 24 de las estructuras son encontradas en productos para consumo humano¹¹, como la luteína, β-caroteno, vilanxantina y neoxantina¹².

En recientes estudios los carotenoides han sido reconocidos como potenciales antioxidantes que intervienen en la prevención de enfermedades cardacas¹³ y reguladores de la respuesta del sistema inmune para la inhibición de enfermedades crónicas, tales como: cáncer de varios órganos y enfermedades degenerativas^{10,14-18}. La actividad biológica de los carotenoides es conferida por su estructura, la cual está conformada por unidades de polienos que conforman cadenas hidrofóbicas que

permiten a la molécula absorber la luz y atrapar el oxígeno singulete, neutralizar radicales y estabilizar radicales peroxilo¹⁹.

En la mayoría de los casos, los carotenoides se encuentran en su forma *trans*, lo que facilita su asociación con proteínas, pero dificulta su extracción, identificación y análisis durante la digestión. De all, que los carotenoides sean estables en su ambiente natural, pero durante la maduración son más lábiles. De otra parte, la digestión de los carotenoides es limitada por su biodisponibilidad, de esta forma, los carotenoides suministrados por vía oral como suplementos, solución o suspensión en aceite son mejor absorbidos²⁰ que aquellos que se encuentran en alimentos con un alto contenido de fibra, la cual puede disminuir las concentraciones de carotenoides en el plasma^{21,22}. Por lo anterior, la presentación de los carotenoides disponibles en sus matrices oleosas naturales es la mejor forma para la absorpcin y aprovechamiento de los principios activos.

Debido a las funciones biológicas presentes en los carotenoides son de gran interés en la industria alimentaria o farmacéutica como suplementos, fortificadores de alimentos²³ y aditivos en la industria alimenticia²⁴⁻²⁶.

Los carotenoides comerciales más importantes son los pigmentos rojos disueltos en triacilglicéridos (TAG), conocidos como oleorresinas extraídas de la páprika en polvo (*Capsicum annum L.*) descritos a continuacin²⁷.

Generalidades de la oleorresina de páprika

La oleorresina es una mezcla fluida de resina y aceite esencial. Los aceites esenciales, por su parte, son sustancias volátiles de origen vegetal, químicamente complejas; la mayor parte de las plantas los contienen, pero solo de 200 a 300 especies tienen aplicación comercial; los aceites esenciales pueden encontrarse distribuidos en todas las partes de la planta (hojas, tallos, semillas, flores, raíces y frutos), en diferente proporción y calidad.

La oleorresina es el aceite resultante del proceso de extracción y concentración del pimentón. Tiene un color rojo intenso y gran viscosidad. La oleorresina es uno de los colorantes orgánicos naturales permitido para uso alimentario por las diferentes normativas de cada país. Las técnicas para medir el color en la páprika son parámetros de calidad que le aportan valor comercial. Se puede decir que la intensidad de color de un kilo de oleorresina de pimentón equivale a 100.000 unidades de color ASTA y equivale además a unos 20 kilos de pimienta de primera calidad.

Métodos para determinar el control de la calidad de la páprika y su oleorresina

El color est relacionado con la calidad de los carotenoides presentes en la pprika²⁸⁻³⁰; por consiguiente, el deterioro durante el almacenamiento de la páprika en polvo es un problema en la mayoría de las empresas productoras³¹.

Esta degradación se debe a muchos factores, como la variedad de la páprika, el contenido de humedad³², estado de maduración de la cosecha, estado de salud de los frutos secos antes del proceso de molienda previa a la extraccin³³. Por lo tanto, se han empleado durante los últimos años diversos métodos para la medición del color en este producto y sus derivados. El más utilizado es el método ASTA o capacidad total de coloracin⁷. Otro método utilizado es la determinación del grado de tincin³⁴, que se conoce como un método para determinar la relación entre pigmentos rojos y amarillos en la muestra.

Estos métodos pueden indicar la mayor o menor capacidad que tiene la páprika u oleorresina como pigmento rojo. Mínguez-Mosquera y autores (1984, 1992, 1998) encontraron que estos métodos espectrofotométricos son ineficaces en la identificación de posibles adulteraciones y proponen otros métodos basados en la cuantificación total de cada uno de los componentes responsables del color por cromatografía líquida de alta resolución –HPLC^{25,26,35}, de gran precisión y exactitud, pero es considerada como un método costoso y poco práctico en la caracterización de materias primas, en especial en empresas con un alto volumen de recepción de páprika de distintos proveedores. Sin embargo, recientemente, fue propuesto método espectrofotométrico para estimar la concentración de la fracción isocromtica responsables del color rojo (R) y amarillo (Y) y el total de carotenoides presentes en la oleorresina de páprika, el cual puede ser utilizado como un índice rápido y cuantitativo de su calidad³⁶

Métodos de extracción de la oleorresina de páprika

El proceso de extracción empleado industrialmente para la obtención de la oleorresina de paprika es uno de los principales factores determinantes en la calidad del color del producto final. En la actualidad existen métodos tradicionales como la extracción sólido-líquido por soxhlet o fluidos supercríticos, como se describe a continuación.

Extracción por Soxhlet. La extracción Soxhlet es un método convencional ampliamente empleado en la industria, y se basa en la separación de compuestos que no se pueden volatilizar en fase gaseosa, pero que en presencia de solventes orgánicos y altas temperaturas se puede obtener una óptima separación de los analíticos presentes en el compuestos con un alto rendimiento y alto porcentaje de recuperación del solventes. Este procedimiento no requiere equipos sofisticados. La obtención de la oleorresina de páprika se realiza en un alto grado por este método, y es el hexano el solvente empleado más eficiente por sus propiedades fisicoqumicas³⁷.

El empleo de la extracción por soxhlet para la obtención de la oleorresina de páprika, a pesar de ser la más empleada industrialmente, presenta algunas desventajas como isomerización de los carotenoides presentes o la pérdida parcial de la actividad de la provitamina A, por descomposición debido a las altas tempera-

turas empleadas para la remoción por evaporación de los solventes presentes en el extracto³⁸⁻⁴⁰. Adicionalmente, los solventes empleados se caracterizan por alta inflamabilidad, lo que genera un riesgo en términos de almacenamiento, pero la principal desventaja de la extracción en general por soxhlet con solventes orgánicos, es atribuida a la toxicidad de los solventes y muchas veces no es posible garantizar una total remoción, lo cual puede generar problemas de seguridad alimentaria al ser empleados en la industria alimenticia y farmacéutica, y como consecuencia son productos asociados a problemáticas con la legislación ambiental en la mayoría de los países, que en general no es permitido como solvente residual por encima de 25 mg/kg¹⁴.

Extracción por fluidos supercríticos – FSC. La tecnología de extracción por fluidos supercríticos surge como una alternativa para sustituir métodos convencionales como la extracción sólido-líquido soxhlet. El principio de esta tecnología consiste en el empleo de un gas o un líquido que a condiciones ambientales es calentado y comprimido hasta alcanzar un estado superior a su punto crítico, lo cual es denominado como fluido supercrítico. El proceso se basa en cuatro principios básicos: extracción, expansión, separación y compresión del fluido. Las principales aplicaciones de los fluidos supercríticos consisten en la descontaminación de suelos, lavado de máquinas y textiles, fabricación de polímeros, productos farmacéuticos, cosméticos, alimentos y aceites esenciales. En la tabla 1, se muestran los principales solventes empleados en la extracción por FSC y sus propiedades críticas.

Tabla 1. Propiedades críticas de fluidos de interés en procesos supercríticos

Fluido	Temperatura crítica Tc/K	Presión crítica Pc/bar	Volumen crítico Vc/cm ³ .mol ⁻¹
Dióxido de carbono	304.12	73.7	94.07
Etano	305.3	48.7	145.5
Propano	369.8	42.5	200.0
Agua	647.1	220.6	55.95
Amonio	405.4	113.5	72.47
n- hexano	507.5	30.2	368.0
Metanol	512.6	80.9	118.0

El dióxido de carbono (CO₂) en estado supercrítico es uno de los disolventes más utilizados en este tipo de tecnología, pues abunda en la naturaleza, es barato, fácil de transportar y no es tóxico. En la obtención de la oleoresina de paprika

es el gas más empleado debido al carácter lipofílico de los carotenoides presentes en la páprika, los cuales se solubilizan fácilmente en el CO₂ supercrítico permitiendo su extracción a bajas temperaturas evitando la pérdida de los principios biológicos de estos compuestos termolábiles, además de una posible extracción selectiva al permitir el equipo la variación de las condiciones por encima de sus condiciones crticas⁴¹. Otra de las ventajas del uso del CO₂ durante la extracción de la oleorresina es que después de la etapa de despresurización y aislamiento del producto final, el gas puede ser recogido y reciclado, lo que reduce la contaminación ambiental y representa reducción de costos operativos dentro del proceso. De igual forma al eliminar los solventes orgánicos dentro del proceso de extracción, existe la ventaja de que la oleorresina se encuentre bajo condiciones apropiadas para el consumo humano directo.

El primer estudio que reporta el empleo de FSC-CO₂ para la extracción de la oleorresina de páprika fue realizada por Jaren- Galen y colaboradores³⁸. Ellos establecieron el empleo de co-solventes como el etanol o acetona al 1%, que dio como resultados un alto rendimiento. El rango de presiones empleado fue entre 137.9 - 482.6 bar, donde encontraron una mayor cantidad de b-caroteno a bajas presiones, mientras las fracciones con mayor carotenoides rojos fueron obtenidas a presiones más altas³⁸. Las siguientes investigaciones trabajaron en rangos diferentes de presión y temperatura: Gnafeed, Daood y Biacs (2001) confirmaron que la solubilidad de los pigmentos presentes en la páprika y su rendimiento se mejoran con el aumento de la presión entre 100 - 200 hasta 400 bar (ambos en 40°C)⁴²; Daood y colaboradores (2002) evaluaron el efecto de la presión, la temperatura y el uso del propano como solvente y concluyeron que el rendimiento es ineficiente (12%), pero la máxima extracción de carotenoides se realizó a 400 bares⁴³; Ambrogi, Cardarelli, y Eggers (2002) también confirmaron una mejor extracción con el aumento de la presión en el proceso (300 – 500 bar), y reportaron una solubilidad de 7.5 g oleorresina/kg CO₂ en 60°C y 300 bar⁴⁴. Uquiche y colaboradores (2004) estudiaron la cinética de extracción en 40° C en función del tamaño de partícula del sustrato pletizado evidenciando un aumentó en la densidad evidente bajo condiciones de altas presiones⁴⁵. En 2009, Rutkowska y Stolyhwo propusieron el uso de dióxido de carbón líquido (LCO₂) en estado subcrítico para extracción, una técnica menos costosa; de all dedujeron que el incremento de la polaridad del LCO₂ se debe al decrecimiento de la temperatura facilitando el fraccionamiento de los pigmentos de acuerdo a la polaridad, en orden creciente, de los pigmentos. Los principales triacilglicerol y β-caroteno se obtuvieron entre +6°C y -6°C. A -16°C se obtuvieron los pigmentos más polares (capsorubina, capsantina, zeaxantina) y sus respectivos ésteres grasos cidos⁴⁶.

Microencapsulación de la oleorresina de páprika

La microencapsulación es una técnica de recubrimiento de compuestos formados por uno o diferentes tipos de compuestos de tamaño micro o nano con

una película o barrera delgada continua o discontinua de polímeros que es diseñada para proteger el contenido de efectos adversos bajo condiciones establecidas predeterminadas. El material protector puede estar conformado por una capa simple o compuesta⁴⁷.

La microencapsulación tiene una amplia aplicación en la industria de alimentos, como las vitaminas, sabores, aromas, colores u oleorresina. Por medio de la microencapsulación, además de proteger los compuestos antes mencionados del deterioro, permite un mejor manejo del producto final, ya que lo convierte en un polvo fluido facilitando la incorporación de esta en diferentes matrices, evita la interacción indeseable de sabores y aromas o facilita la absorpcion de compuestos bioactivos en el organismo^{48,49}.

Existen varios métodos para llevar a cabo la microencapsulación como son: el secado por aspersión, la aspersión por enfriamiento, la extrusión, la cobertura por lecho fluidizado, el atrapamiento en liposomas, la inclusión de complejos, la coacervación y la polimerización interfacial, pero la técnica más empleada en la industria es el secado por aspersión. La técnica ha sido aplicada en el encapsulamiento de aceites, oleorresinas y jugos⁵⁰⁻⁵³.

Fernández y Trujillo (2007) describieron los trabajos realizados sobre microencapsulación de oleorresina de páprika, donde refieren los diferentes encapsulantes empleados como goma arabiga⁵⁴, almidones modificados⁵⁵, maltosa, dextrina, almidón de arroz y gelatina, con resultados de tamaño de partícula óptimos entre 16 y 20.3 μm ⁵⁶.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en tres aspectos:

- Extracción: influencia de presión y temperatura sobre los parámetros de calidad del color, por medio de la determinación de la tinción, los grados ASTA, relación teórica de las fracciones isocromatica roja y amarilla (R/Y), evaluados en la oleorresina de páprika obtenida por extracción utilización supercrítica CO_2 .
- Capacidad antioxidante: evaluación de la actividad de antioxidante por medio de método de ABTS en función del b-caroteno presente en la oleorresina de páprika.
- Microencapsulación: determinación de las condiciones de microencapsulación con dos compuestos encapsulantes y el sobre efecto en la vida útil del producto final.

Materiales y métodos

Material vegetal y reactivos

La páprika fue suministrada por la empresa CODINAL Ltda. (Antioquia, Colombia).

La molienda fue realizada en un molino de pines T-17, donde los aspectos tenidos en cuenta para el diseño experimental contemplaron dos variables y dos niveles, correspondientes a un diseño factorial balanceado 2^2 con tres réplicas.

La caracterización bromatológica (cenizas, grasa, humedad y proteína) y microbiológica (aerobios mesófilos, coliformes, recuento de mohos y levaduras, salmonella) se realizaron bajo las normas estándar AOAC⁵⁷.

Los reactivos empleados para el desarrollo de los métodos espectrofotométricos para determinar el control de calidad fueron grado analítico (MERCK). El estándar de β -caroteno empleado para la cuantificación en la oleoresina de paprika (Fluka, catálogo No22040). Durante la extracción con FSC se empleó dióxido de carbono suministrado por la empresa AGAFANO (Medellín, Colombia) al 99.99% de pureza.

Extracción por fluidos supercríticos con dióxido de carbono – FSC-CO₂

Descripción técnica del equipo de extracción por fluidos supercríticos. La extracción por fluidos supercríticos se realizó en un equipo de escala semi industrial. En la tabla 2 se presentan los datos técnicos del equipo seleccionado.

Tabla 2. Información técnica del equipo de extracción por fluidos supercrítico

Característica	Límites
Capacidad Máxima del extractor	12 litros x 2
Presion del extractor	45Bar
Temperatura maxima del extractor	90C
Presión máxima de la columna de separación	22 Bar
Temperatura máxima de la columna de separación	90C
Capacidad máxima de la columna de separación	4 L
Presión del separador	9.8 Bar
Temperatura máxima del separador	90C
Capacidad máxima del separador	90C
Capacidad máxima del separador	5 L
Solvente	Dióxido de Carbono (CO2) Pureza> 99.5% Humedad< 0.2%

Determinación de las variables de operación durante la extracción. Para la elección de los niveles de trabajo de la presión se tuvieron en cuenta los valores óptimos de presión reportados por Jaren-Galán *et al.*, 1999 y las temperaturas evaluadas por Daood *et al.*, 2002. Por lo anterior, se eligieron las presiones de 280 y 350 bares y las temperaturas de 40 y 50C^{38,43}.

La metodología seguida para la extracción consiste en la presurización del CO₂ líquido, hasta las condiciones deseadas y este es llevado al cilindro de extracción; simultáneamente se pasa el gas supercrítico y la oleorresina por la válvula de regulación de presión a los cilindros de separación. Para las diferentes condiciones establecidas se emplean aproximadamente 5000 g el pimiento rojo seco, el cual es cargado en un cilindro de acero equipado con filtros de red de 13 mL. Durante el proceso de extracción, la presión, la temperatura de extracción y el caudal CO₂ fueron controlados por ajuste en las válvulas sobre el panel de control. Cuando el tiempo previsto fue alcanzado (90 minutos), el proceso es detenido, el cilindro de extracción es despresurizado y la oleorresina es recogida solo del primer cilindro de separación, ya que en el segundo cilindro no se obtuvo producto; el producto es reposado en el cilindro durante 20 minutos para permitir la evaporación del solvente. La oleorresina obtenida es almacenada en recipientes con protección de rayos ultravioleta y mantenida bajo refrigeración, hasta el momento de evaluación.

Evaluación del color

Grados ASTA. Los grados ASTA, presentes en la muestra de oleorresina, son determinados por el método de la norma internacional ASTA⁷.

Determinación de la tinción. El grado de tinción presente en la muestra de oleorresina es determinado por el método de Mínguez y Pérez-Galvez³⁰ donde 0.025 g del extracto es disuelto en 50 mL de acetona y la absorbancia de la solución es medida a 470 y 454 nm en un UV-Vis Agilent con arreglo de diodos, modelo 8453E. El grado de tinción es determinado por la relación de las absorbancias A_{470}/A_{454} .

Relación teórica de las fracciones isocromaticas roja y amarilla, R/Y. Los carotenoides se unen en cadenas proporcionando una fracción roja (R) conformada por capsantina y capsorubina y una fracción amarilla (Y) que reúne el β -caroteno, β -criptoxantina, capsoluteina, zeaxantina y violaxantina. Cada una de las fracciones pueden ser cuantificadas por HPLC con el uso de estándares o por medio del método de la cuantificación isocromatica de las fracciones R/Y, propuesta por Mínguez-Mosquera and Pérez-Gálvez (1998). Esta última metodología se crea con la finalidad de dar una respuesta rápida y precisa de aplicación industrial, la cual consiste en la saponificación de los carotenoides que durante la maduración se esterifican, para una posterior lectura de la absorbancia por UV-Vis y con el uso de los coeficientes de extinción reportados por los autores, se puede definir la concentración de cada una de las fracciones con un error máximo de 4% con respecto a la cuantificación por HPLC³⁰.

$$E_{1\text{cm}}^{1\%} = A_{\text{valor}}(\text{FD})/CMm \quad (1)$$

Donde A es la absorbancia de la muestra a 456 (fracción total) y 525 (fracción roja), por diferencia se determina la fracción amarilla, FD es el factor de dilución empleado, C, la concentración que se hallará con los valores de E (coeficiente de extinción) que según la literatura son para la fracción roja ($E_{OR}=1041 \pm 51.033$) y amarilla ($E_{OY}=1613 \pm 47.850$) y Mm es la masa de muestra empleada.

El cálculo de la relación teórica R/Y es estimada usando el valor medio de las absorbancias de cada fracción previamente separadas por cromatografía de columna semipreparativa – TCL y expresadas como $A_{525}/A_{456-525}^{30}$.

La separación por columna es realizada en una placa de 20 x 20 cm y 0.7 mm de grosor, con silica gel 60 GF₂₅₄ marca Merck (Darmstadt, Germany). El extracto de carotenoides sin saponificar es aplicado sobre la columna y separado con una mezcla de solventes de hexano/acetato de etilo/etanol/acetona (95:3:2:2)⁵⁸. La fracción amarilla está comprendida en una banda con un tiempo de retención de 0.78 a 0.58. Ambas fracciones son retiradas del plato y disueltas en acetona. La fracción colectada es disuelta hasta 50 mL de acetona y almacenadas a -30°C, antes de ser analizada³⁶.

Diseño de experimentos

El diseño central compuesto llevado a cabo en el software STATGRAPHICS (XV) tomó como respuesta para los factores de entrada o variables independientes (presión y temperatura), tres aspectos de importancia relacionados con la calidad y eficiencia del método empleado:

- Rendimiento: expresado en (g de olerresina extraído/g de paprika x 100)
- Grados ASTA: capacidad total de coloración. Rango esperado entre 500 y 3500 color ASTA.
- Determinación del grado de tinción y la relación teórica, R/Y: relación de las fracciones de las cadenas de los pigmentos que conforman la páprika, proporcionados por la presencia de carotenoides (rojo y amarillo, R/Y). Rango esperado entre 1.2 y 1.5

En la tabla 3 se muestran los factores o variables y sus respectivos niveles empleados en el diseño de experimentos, para la extracción por fluidos supercríticos.

Tabla 3. Factores y niveles evaluados para el diseño experimental

Variables independientes	Variable Codificada			Variable Natural		
	-1	0	+1	Niveles		
Presión (Bar)	-1	0	+1	280	315	350
Temperatura (�C)	-1	0	+1	50	60	70

Para optimizar la variable respuesta se utilizó la metodología de la pendiente ascendente (técnica de optimización que tiene como objetivo encontrar el y/o los puntos que maximizan o minimizan la ecuación de superficie de respuesta). Este proceso permite recorrer secuencialmente la trayectoria de la máxima o mínima pendiente que conduce a la dirección del máximo o mínimo aumento de la respuesta⁵⁹.

Cuantificación del β -caroteno

La cuantificación del β -caroteno presente en la oleoresina de páprika se realiza a partir de una curva de calibración de un estándar del caroteno diluido en acetona, en concentraciones obtenidas en un rango entre 0.96 y 3.9 $\mu\text{g/mL}$. Cada solución estándar es analizada por triplicado. La cuantificación se realiza por medio de la determinación de la absorbancia en un espectrofotómetro *Agilent*, con arreglo de diodos, modelo 8453E a 460 nm.

Determinación de la capacidad antioxidante por ABTS

El método reportado por Re, et al., (1999) con algunas modificaciones es empleado para la determinación de la capacidad antioxidante del extracto de páprika, donde el reactivo 2,2'-azinobis(cido 3-ethylbenzothiazolina-6-sulfnico) es disuelto en agua desionizada hasta una concentración de 7mM, seguida de una adición de persulfato de potasio 2.45 mM. La reacción se realiza a temperatura ambiente y en ausencia de luz entre 12 y 16 horas. El radical catión de ABTS es diluido en una solución buffer salina de fosfato (PBS) 0.01 M y pH 7.4 hasta alcanzar una absorbancia de 0.7 aproximadamente, a 734 nm. El extracto es preparado en etanol y diluido con 980 μL del radical catión obtenido; la reacción toma 30 minutos en completarse antes de ser medida la absorbancia final en un espectrofotómetro Jenway Model 6320D a 734 nm. Todas las absorbancias se realizaron por triplicado y con sus respectivas soluciones de referencia o blancos⁴⁷.

Microencapsulación

Las pruebas de microencapsulación se realizaron en un equipo de secado por aspersión Mini Spray Dryer, B-290. De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada, se encontr que las variables: temperatura de entrada, T_o , Temperatura de salida, T_p , presión de atomización, P_a y diámetro de boquilla, \varnothing_b , son constantes; sólo en el caso de aquellos trabajos donde se requiere realizar la cinética, se varía la temperatura de entrada. Por esta razón, se tomaron los valores más usados que presentaron buenos rendimientos^{55,60}, se modificaron las concentraciones de los componentes de la emulsión y se compar la calidad de encapsulación con diferentes materias primas, ya que en trabajos previos, se utilizaron relaciones con valores muy bajos de oleoresina con respecto al encapsulante y esto no es aplicable a escala industrial, a pesar de haber generado buenos resultados en la superficie y tamaño de la microcápsula.

Determinación de las variables óptimas de operación. Se consideraron las siguientes variables:

- Temperatura de entrada (T_e): 180°C
- Temperatura de salida (T_p): 90°C
- Presión de atomización (P_a): 35 psi
- Diámetro de la boquilla (\varnothing_b): 1 mm

Los encapsulantes utilizados fueron:

- Goma arábiga
- Almidón modificado, Capsul

La relación establecida para la emulsión se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. Componentes de la emulsión para microencapsular oleorresina de paprika

Materias primas emulsión	Cantidad
Oleorresina	4 g
Material encapsulante	40 g
Emulsificante (Tween 80)	0.5 mL

Caracterización de la oleorresina microencapsulada. Se realizaron varios análisis que son considerados importantes para la determinación de la calidad del proceso de microencapsulación.

Microscopia de Barrido Electrónico -MEB. El microscopio electrónico de barrido (MEB) utiliza un haz de electrones de alta energía para generar una variedad de señales en la superficie de las muestras sólidas. Las señales que se derivan muestran las interacciones de los electrones y revelan información acerca de la muestra incluyendo la morfología externa (textura), composición química y estructura cristalina y la orientación de los materiales que componen la muestra⁶¹. Para la determinación del tamaño de partícula de la microcápsula de oleorresina se empleó un microscopio electrónico de barrido (MEB) Jeol JSM 5910 LV, con una aceleración de tensión de 30 KV, sistema de vacío junto con la bomba mecánica, el filamento de tungsteno, con detector de electrones secundarios (SE), retro proyectadas (EEB) y de rayos X tipo de EDS y WDS.

Determinación de la eficiencia de la microencapsulación. El rendimiento se siguió según el método de Fagen et al., 1955. El porcentaje de oleorresina atrapada se determinó lavando 10 mg de oleorresina con 0.5 mL de etanol absoluto y filtrado en un papel de filtro Whatman No 1; el residuo sólido fue disuelto en

cloroformo y agitado en un sonicador durante 5 minutos; la solución resultante fue leída en un Espectrofotómetro a 460nm⁶².

Estabilidad de la oleoresina atrapada dentro de la microcápsula. Se tomaron muestras en tres momentos (día primero, 15 días y 30 días) y se calculó el porcentaje de de retención del analito por medio de la siguiente ecuación:

$$\% \text{Retención} = (\text{Abs}_{(460\text{nm})} / \text{Abs}_{(t=0)}) \times 100 \quad (2)$$

Donde:

$\text{Abs}_{(460\text{nm})}$: absorbancia de la muestra en los diferentes tiempos (15 días y 30 días)

$\text{Abs}_{(t=0)}$: absorbancia en el tiempo cero

Un gráfico del semi-logaritmo de los porcentajes de retención contra tiempo, para determinar la constante de velocidad (k) de la pendiente del gráfico LN % de retención atrapados o material microencapsulado contra el tiempo expresado en días.

Tiempo de vida media. La vida útil de la oleoresina microencapsulada fue calculada por medio de la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo de vida media} = 0.693/k \quad (3)$$

Donde:

k : es la constante de velocidad⁵²

Seguimiento a la calidad por medio de grados ASTA. La calidad de la microcápsula se siguió por medio de las unidades de color (Grados ASTA), ya que es el parámetro que es tenido en cuenta para determinar el valor comercial.

Análisis y resultados

Caracterización de materia prima: bromatológica y microbiológica

La selección del proveedor de la páprika permitió el aseguramiento de la calidad de esta, y debido al diseño estadístico planteado, se decidió realizar el muestreo de un mismo lote y caracterizar la materia prima para garantizar la reproducibilidad de los resultados.

La tabla 5 muestra la información de los análisis bromatológicos requeridos para la estandarización de los procesos, a los que serán sometidos la muestra y el análisis microbiológico para dar garantía de la calidad y seguridad alimentaria del producto.

Tabla 5. Caracterización bromatológica y microbiológica de la páprika

Análisis Bromatológico		
Grasa	11.93	± 0.30
Cenizas	9.49	± 0.07
Humedad	6.30	± 0.24
Proteína (%N)	2.28	± 0.12
Proteína, %	14.27	± 0.77
Análisis Microbiológico		
	Valor obtenido	Nivel Máx. Permitido
Aerobios mesófilos	< 100	Máx. 1000 UFC/g
Recuento de mohos y levaduras	100	Máx. 100 UFC/g
Coliformes	Ausente	Ausente
Salmonella	Ausente	Ausente

Los resultados obtenidos del diseño experimental para la determinación de las condiciones óptimas de la molienda, empleando un diseño factorial balanceado 2² con tres réplicas, se describen en la tabla 6.

Tabla 6. Factores, niveles y variables respuesta del diseño factorial balanceado de las condiciones de molienda

Factores	Niveles	Respuesta		Respuesta	
		60:10	40:20	60:20	40:10
Tamaño de partícula (ϕ_p , malla)	60 40	(500 ± 10) μ m	(500 ± 10) μ m	(500 ± 10) μ m	(500 ± 10) μ m
Tiempo (t_m , minutos)	10 20	(500 ± 10) μ m	(500 ± 10) μ m	(500 ± 10) μ m	(500 ± 10) μ m

Según los resultados, para la obtención final de un tamaño de partícula requerido de 500 μ m, la malla óptima es de tamaño 40 y el tiempo de tamizado es de 20 minutos. La muestra tamizada (20–30 mesh) es dispuesta para los tratamientos de extracción y microencapsulación.

Extracción de la oleoresina por fluidos supercríticos

La tabla 7 presenta los resultados obtenidos sobre los análisis de color realizados (ASTA, grado de tinción y relación teórica de las fracciones isocromticas roja y amarilla, R/Y) a las diferentes condiciones de presión y temperatura empleadas

durante la extracción y bajo los parámetros del diseño central empleado para el análisis.

Tabla 7. Rendimiento de la oleorresina, ASTA, Determinación de Tinción y Relación teórica de las fracciones de pigmento rojo y amarillo de las oleorresinas extraídas

Tratamiento	Presión (Bar)	Temperatura (C)	Rendimiento de Oleorresina (% de oleorresina extraída/Pprika)
1	350	50	9,7
2	280	50	8,4
3	350	70	10,2
4	280	70	8,2
5	315*	60*	9,4*
6	315*	60*	9,1*
7	315*	60*	9,2*

ASTA	Grado de Tinción (A_{470}/A_{454})	Relación teórica R/Y ($A_{525}/A_{456-525}$)
212	0,9677	1,2368
120	0,9431	1,5395
198	0,9604	1,0310
101	0,9407	0,7542
118	0,9482	1,5467
108	0,9456	1,1226
116	0,9516	1,4413

Fracción Roja (R) = capsantina + capsorubina. Fracción Amarilla (Y) = β -caroteno + β -criptoxantina+ capsoluteina + zeaxantina + violaxantina. *Replicas al centro

El diseño central compuesto utilizado en el presente trabajo permitió elaborar una prueba de bondad de ajuste para la evaluación estadística del modelo matemático ajustado. En la tabla 8, se muestra el análisis de varianza de las variables respuesta definidas (Rendimiento de Oleorresina, ASTA, Grado de Tinción y Relación Teórica R/Y). El término residual que resulta al extraer la variabilidad total correspondiente a los términos del modelo fue, a su vez, utilizado para generar una prueba de bondad de ajuste al descomponerse en un término de error

puramente aleatorio, y en un término de error, debido a la falta de ajuste del modelo. La falta de ajuste no significativa ($p > 0.05$) indica que las superficies de respuesta ajustan bien los datos, por lo tanto, se puede tomar su función polinómica para encontrar las combinaciones óptimas que se deseen analizar de la presión y temperatura. El error cuadrático ajustado indica que los modelos explican un 95.44%, 46.79, 82.92% y 27.35% la variabilidad de las variables respuesta encontradas. Los resultados se muestran en la tabla 8.

Mediante el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas $p < 0.05$ en la presión para las variables respuestas Rendimiento de Oleoresina, ASTA y grado de tinción; caso contrario sucedió con y la Relación Teórica R/Y.

Como se muestra en el gráfico 2, de los resultados obtenidos del efecto de las variables se puede inferir que el rendimiento de oleoresina, grados ASTA y el Grado de Tinción incrementa cuando la presión pasa del nivel inferior al nivel superior y la temperatura no influye sobre estos cambios. La relación teórica R/Y aumenta con el mayor valor de temperatura y un cambio de presión del nivel inferior al nivel superior, pero cuando se encuentra con una temperatura inferior disminuye.

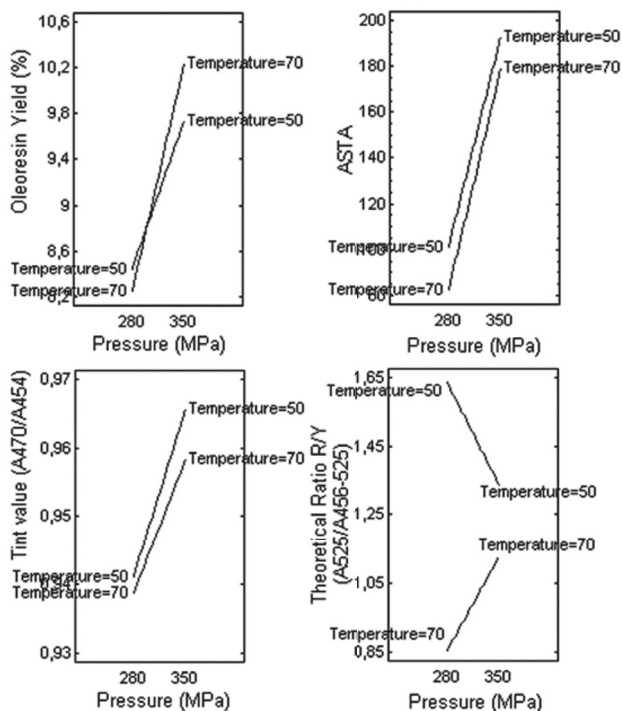


Gráfico 2. Efectos de los variables (Presión y Temperatura) en el Rendimiento Oleoresina, Grados ASTA, Grado de Tinción y Relación Teórica

Tabla 8. Análisis de varianza para modelos refinados de Y (Grados ASTA), Z (Grado de Tinción) W (Relación Teórica R/Y)

Variable	Fuente	Suma de cuadrados	Df	Media cuadrada	F-Relación	P-Valor
Rendimiento Oleorresina	A: Presión	2,7225	1	2,7225	116,68	0,0085
	B: Temperatura	0,0225	1	0,0225	0,96	0,4296
	AB	0,1225	1	0,1225	5,25	0,1490
	Lack-of-fit	0,020119	1	0,020119	0,86	0,4511
	Error puro	0,0466667	2	0,0233333		
	Total (corr.)	2,93429	6			
		R ² = 97.72%		R ² ajustado = 95.44%		
ASTA	A: Presión	8930,25	1	8930,25	318,94	0,0031
	B: Temperatura	301,25	1	301,25	10,75	0,0785
	AB	6,25	1	6,25	0,22	0,6831
	Lack-of-fit	272,25	1	272,25	9,72	0,0893
	Error puro	56,0	2	28,0		
	Total (corr.)	12546,0	6			
		R ² = 73.39%		R ² ajustado = 46.79%		
Grado de Tinción	A: Presión	0,000490623	1	0,000490623	54,19	0,0180
	B: Temperatura	0,0000235225	1		2,60	0,2483
	AB	0,0000060025	1		0,66	0,5010
	Lack-of-fit	0,000034843	1	0,000034843	3,85	0,1888
	Error puro	0,0000181067	2			
	Total (corr.)	0,000573097	6			
		R ² = 90.76%		R ² ajustado = 82.92%		
Relación teórica	A: Presión	0,000167703	1	0,000167703	0,00	0,9586
	B: Temperatura	0,24557	1	0,24557	5,04	0,1540
	AB	0,0839551	1	0,0839551	1,72	0,3198
	Lack-of-fit	0,0905478	1	0,0905478	1,86	0,3061
	Error puro	0,0975132	2	0,0487566		
	Total (corr.)	0,517754	6			
		R ² = 63.67%		R ² ajustado = 27.35%		

A continuación se presenta la ecuación de cada uno de los modelos ajustados, para las variables respuestas consideradas en el estudio:

$$Y_1 = 10,7464 - 0,00642857 * X_1 - 0,15 * X_2 + 0,0005 * X_1 * X_2 \quad (4)$$

$$Y_2 = -169,25 + 1,13571 * X_1 - 1,95 * X_2 + 0,00357143 * X_1 * X_2 \quad (5)$$

$$Y_3 = 0,799768 + 0,000526429 * X_2 + 0,00086 * X_2 - 0,0000035 * X_1 * X_2 \quad (6)$$

$$Y_4 = 10,607 - 0,0250207 * X_1 - 0,155165 * X_2 + 0,000413929 * X_1 * X_2 \quad (7)$$

Donde

- X_1 : Presión
- X_2 : Temperatura
- Y_1 : Rendimiento Oleorresina
- Y_2 : Grados ASTA
- Y_3 : Grado de Tinción
- Y_4 : Relación teórica

Con la metodología de la pendiente ascendente se obtuvieron los valores de los factores que optimizan las variables respuesta teniendo en cuenta los rangos límite esperados. Los resultados encontrados se muestran en el gráfico 3.

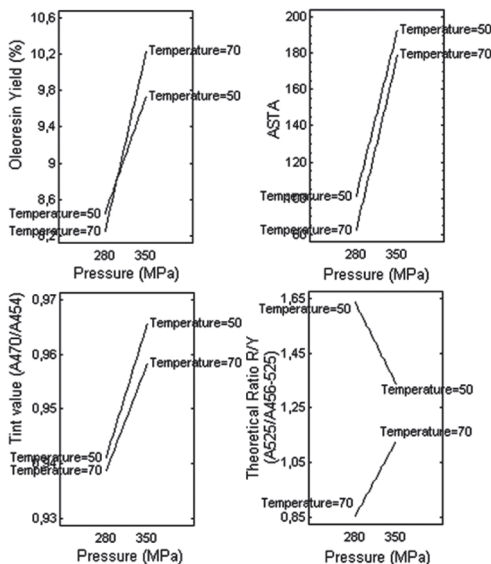


Gráfico 3. Superficies de respuesta que relaciona la Presión (Bar) y Temperatura (°C) con: Rendimiento Oleorresina, Grados ASTA, Grado de Tinción y Relación Teórica (R/Y)

Los valores máximos encontrados en cada uno de los análisis se describen en la tabla 9.

Tabla 9. Valores máximos de los análisis de rendimiento y color de acuerdo a las variables de presión y temperatura empleadas en la extracción por FSC

Variable respuesta	Valor Máximo	Condiciones	
		Presión (bares)	Temperatura (C)
Rendimiento, %	10.24	350	70
Grados ASTA, (Unidades de color, UC)	212	350	50
Grado de tinción (A_{470}/A_{454})	0.9604	350	70
Relación teórica de la fracciones isocromaticas roja y amarilla (R/Y)	Entre 1.2 y 1.5	280 a 315	55 a 60

Como se observa en los resultados, el rendimiento se encuentra en las condiciones máximas de presión y temperatura, como es reportado en los trabajos anteriores, al igual que los grados ASTA⁶³. De otro lado, el grado de tinción no alcanzó el rango óptimo entre 1.2 y 1.5, para ser clasificado como una oleoresina de alta calidad por su relación equilibrada entre el color rojo y el amarillo; el resultado por debajo del rango pudo presentarse debido al deterioro o degradación de los carotenos en las condiciones más extremas que se emplearon (350 bares y 70C); de allí que esta prueba no sea muy recomendada en la industria, por la cercanía de las longitudes de onda empleadas en el analisis⁵⁸.

Los resultados obtenidos mediante la relación teórica de las fracciones isocromatica roja y amarilla, prueba clasificada según las evaluaciones previas como el método más exacto, obtuvo por medio de las variables propuestas un rango más amplio de operación, y en condiciones no tan extremas como los anteriores, respuesta que es más consecuente con las características termolábiles de los carotenoides presentes; además, los resultados de esta técnica en el rango de presión y temperatura evaluados corresponden a los datos reportados en la literatura.

Finalmente, el diseño de experimentos fue creado en función de encontrar un equilibrio entre los valores máximos en el rendimiento de la oleoresina, grados ASTA y la relación teórica isocromatica, el cual puede ser encontrado a una presión de 350 bares y una temperatura de 60 C, y de acuerdo con el análisis de varianza, la presión afecta las variables respuesta rendimiento de la oleoresina, los grados ASTA y la relación teórica R/Y; caso contrario sucede con la temperatura la cual no fue significativa $p > 0.05$.

La determinación de la concentración es el último parámetro de control de calidad reportado en la tabla 10, el cual es de gran importancia para la industria.

Tabla 10. Concentraciones de las fracciones isocromática R/Y

Tratamiento	Concentración (g/kg)		
	Fracción Roja A_{525} (EOR=1041±51.033)	Fracción Amarilla (EYR=EOT - EOR=1613 ± 47.850)	Fracción Total A_{456} (EOR=2654±84.868)
1	11.83	9.57	21.40
2	7.16	4.65	11.80
3	8.15	7.91	16.06
4	4.04	5.36	9.40
5	8.88	5.74	14.62
6	6.59	5.87	12.45
7	6.79	4.71	11.50

Los valores se encontraron dentro de los reportados por trabajos previos, excepto por los resultados de la muestra obtenida con el cuarto tratamiento (280 bares y 70°C), el cual presenta una concentración mayor de la fracción amarilla que la fracción roja, lo cual en la realidad es contrario, porque a pesar de que la páprika presenta mayor número de compuestos de la fracción amarilla, estos se encuentran en menor concentración que la capsantina y capsorrubina responsables del color rojo. De otro lado, estos resultados son importantes porque coinciden reportes anteriores, donde confirman que a menores valores de presión y temperatura durante la extracción se puede obtener mayor contenido de β -caroteno, el cual hace parte de la fracción amarilla.

Cuantificación del β -caroteno

De acuerdo con la curva de calibración que presentó un coeficiente de correlación de 0.9979, la concentración del β -caroteno es de 1.09 $\mu\text{g/mL}$. Según estudios realizados por la Ciencia Nacional Academia de Estados Unidos, existe una equivalencia del carotenoide en unidades de actividad de la vitamina A, la cual es llamada Equivalencia de Actividad Retinol (RAE), donde 1 RAE=1.2 μg de β -caroteno de alimento (Solomons, 2003), lo cual muestra que esta cantidad puede ser comparable con algunos alimentos con alto contenido de vitamina A, como el perejil; además, el β -caroteno se absorbe fácilmente en el organismo, lo cual permite una valoración mayor en la interpretación nutricional debido a su rápida y efectiva absorpci n.

Determinación de la capacidad antioxidante

La presencia de carotenoides como β -caroteno y criptoxantina se convierte en la principal causa de la capacidad de antioxidante del pimentón dulce o páprika, en particular β -caroteno, porque es el único carotenoide que durante la maduración de la planta no se esterifica, conservando de esta forma su actividad biológica en el fruto final y por consiguiente en cualquiera de sus derivados. Esto es una de las razones para soportar los valores resultantes de la capacidad antioxidante evaluada por el método de ABTS y expresada en equivalentes Trolox –TEAC, como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Valores de capacidad antioxidante de la oleorresina de páprika determinada por medio de ABTS y expresada en TEAC

	Valor expresado en Trolox
TEAC (μ Mol trolox/100g extracto de oleorresina)	4500 \pm 2100

Los valores obtenidos son comparables con frutos naturales en sus primeras etapas de maduración, pero que están clasificados como un referente por alta capacidad antioxidante, como es el caso del mortiño.

Por lo anterior, se puede inferir que aunque la mayoría de los compuestos de la oleorresina de páprika son esterificados durante su maduración, lo que origina la pérdida de su actividad biológica, la presencia del β -caroteno es representativa para proporcionarle a este producto un valor funcional, que no había sido reportado antes para la oleorresina de páprika.

Microencapsulación

Caracterización de la oleorresina microencapsulada

Las microcápsulas obtenidas bajo las condiciones antes mencionadas fueron evaluadas por SEM, para determinar la forma definida globular de las microcápsulas y el tamaño de la partícula. Los resultados obtenidos están cercanos a los reportados en la literatura⁵⁴. En los gráficos 4 y 5, se muestran las fotografías de las microcápsulas obtenidas goma aguar y almidón modificado, Capsul.

Según los resultados obtenidos la microcápsula obtenida con Capsul (Almidón Modificado) tiene menor tamaño de partícula, superficie mejor definida y baja aglomeración del material encapsulante sin forma definida; caso contrario con la Goma Aguar, aunque el tamaño de la partícula todavía se encuentra dentro de los límites reportados.

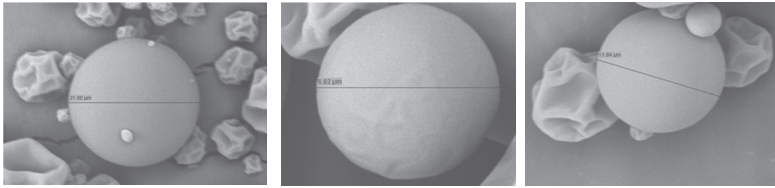


Gráfico 4. Microscopia de Barrido Electrónico de la microcápsula con Capsul

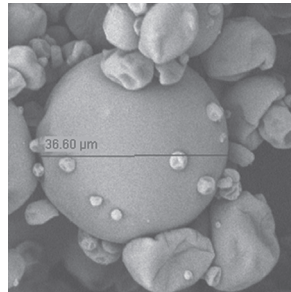


Gráfico 5. Microscopia de Barrido Electrónico de la microcápsula con Goma Aguar

Efectividad de la microencapsulación

Con el fin de verificar la efectividad de la microencapsulación total, se realizaron los análisis para determinar el porcentaje de oleorresina atrapada o microencapsulada y el porcentaje de oleorresina externa. Los resultados se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. Porcentaje de material encapsulado y oleorresina externa resultado del uso de dos encapsulantes

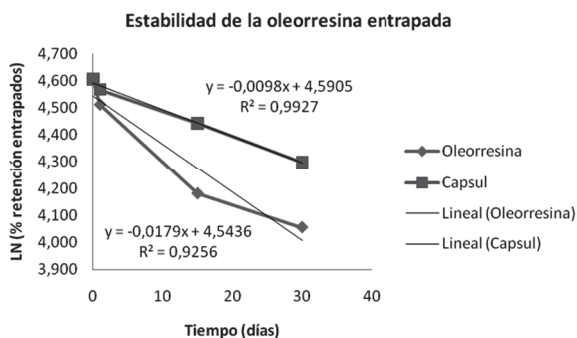
	% Material Encapsulado	% Oleorresina Externa
Microcapsula – Capsul	90	12
Microcapsula – Goma Aguar	82	16

El porcentaje de oleorresina encapsulada con Capsul fue superior al porcentaje que se alcanzó con la Goma Guar, lo cual es coherente con los análisis de MEB, que presentan un menor tamaño de partícula. Estos dos parámetros o pruebas de calidad están relacionados. Para los análisis de tiempo de vida media, se empleó la oleorresina microencapsulada con el almidón modificado, Capsul, por haber presentado menor tamaño de partícula.

Tiempo de vida media

Uno de los principales objetivos de la microencapsulación es la protección de los compuestos bioactivos termolábiles; de allí que la evaluación de la estabilidad de las microcápsulas bajo condiciones de temperaturas extremas (condiciones climáticas de la costa colombiana) fueron evaluados a diferentes tiempos.

En el gráfico 6 se muestra la representación de los datos obtenidos, por el seguimiento del porcentaje de efectividad de la microencapsulación.



Gráfico 6. Estabilidad de la oleorresina atrapada

La gráfica muestra una disminución de la concentración del compuesto activo que se puede dar por la presencia de compuestos volátiles, que en una próxima investigación deben ser calculados por cromatografía gaseosa. De otro lado, se puede observar que la oleorresina microencapsulada es más estable que la oleorresina sin encapsular, siguiendo una cinética de primer orden⁵².

Este análisis fue de gran importancia para saber la relación de oleorresina encapsulada que efectivamente proporcionara color al producto final donde sea incorporado.

El tiempo de vida media fue calculado de la constante de velocidad como $0.693/k$. En la tabla 13 se muestran los resultados del tiempo de vida media de la oleorresina sin microencapsular y microencapsulada con el almidón modificado, Capsul⁵².

Tabla 13. Tiempo de vida media de la oleorresina y microcapsula

Tiempo de vida media (días)	
Oleorresina	4
Capsul	77

El tiempo de vida media está determinado como el tiempo en que disminuye el 50% de las propiedades de interés, en este caso la concentración de la oleorresina entrapada y como se puede ver en la tabla, se nota la diferencia significativa entre la oleorresina microencapsulada que puede alargar su tiempo a condiciones de temperatura extrema (60°C) y humedad, a un tiempo de 77 días, opuesto a los resultados de la oleorresina sin la protección de una barrera o pared que solo conservaría su 50% de acción durante 4 días.

La calidad del color también fue evaluada en el período para el estudio de estabilidad. En la tabla 14 se muestran los resultados.

Tabla 14. Grados ASTA de la oleorresina microencapsulada

	1 día	15 días	30 días
Capsul	119	55	28

El color se ve afectado por las condiciones de temperatura y humedad a las cuales se sometió la microcápsula, pero se debe tener en cuenta que la concentración de la oleorresina se encuentra en una relación 1:10, lo cual afecta significativamente el resultado y sólo hasta introducirlo a una matriz alimenticia, se podrá calcular la capacidad de coloración de la oleorresina y su estabilidad en el tiempo dentro del alimento, comparado con la oleorresina líquida.

Conclusiones

El CO₂, empleado en la extracción por fluidos supercríticos es una fuente alternativa, no toxica, inerte, no inflamable, con alta pureza y bajo costo, empleado para la obtención de productos naturales libres de solventes orgánicos altamente tóxicos como el hexano, entre otros, que no son recuperables y su tratamiento es altamente contaminante, perjudicial para la salud los vapores generados en su incineración y, principalmente, los efectos colaterales que mínimas cantidades residuales que permanezcan en el producto final extraído y empleado para consumo directo por humanos puede desencadenar en enfermedades como cáncer. Por esta razón, la alternativa de fluidos supercríticos reutilizables es una de las mejores propuestas ambientales en la obtención de la oleorresina de paprika con características de alta calidad por la conservación de sus propiedades bioactivas y ser un producto natural y con altos estándares de calidad.

La microencapsulación de la oleorresina de paprika es una tecnología que permite alargar la vida útil del producto final y facilita el manejo en polvo de u producto, ya que actualmente la oleorresina presenta dificultades para el transporte y la incorporación en matrices alimenticias o cosméticas por su alta viscosidad.

Referencias

1. RESTREPO, Mauricio. Oleoresinas de *capsicum* en la industria alimentaria. En: Revista Lasallista de Investigación. Vol 3. No 2 (2007); p. 43- 47.
2. SAUER, J. D. Geografía histórica de plantas de cultivo. CRC Press, Boca Ratón, Florida, 1993.
3. KLEIN, W., & KLEIN, D. El fortalecimiento de las dimensiones económicas de consolidación de la paz. Londres, (2009).
4. VAN WYK, B.E. Fábricas de Alimentos del Mundo - Identificación, usos culinarios y valor nutricional. Briza, Pretoria (2005).
5. ARIAS, J. & MELGAREJO, L. M. Aj. Historia, diversidad y usos. En: Instituto Amazónico de investigaciones científicas Sinchi. Minambiente y Colciencias. Vol. 29, (2000).
6. BOSLAND P. W. Chiles: a diverse crop. En: Hort Technol. Vol. 2. (1992); p. 6–10.
7. Determination of total natural couloring matter content, ASTA. 1989.
8. BOSLAND, P. W. *Capsicums*: Innovative uses of an ancient crop. En: Progress in new crops, 479-487. Ed. ASHS Press, Arlington, VA, E.E.U.U. (1996).
9. NAGY, V; AGOC S, A; TURCSI, E; MOLNÁR, P; SZABO, Z AND DELI, J En: Tetrahedron Letters. Vol. 17 (2007); p. 9012-9014.
10. STAHL, W.; SIES, H. Antioxidant activity of carotenoids. Molecular Aspects of Medicine. Vol. 24,(2003); p. 345–351.
11. SOUTHON, S., & FAULK S, R. Predicting the bioavailability of antioxidants in food: the case of carotenoids. En: Antioxidants in food. Norwich, UK: Woodhead Publishing Ltda. (2001).
12. BRITTON, G. Carotenoids. Methods in Plant Biochemistry. Vol. 7 (1991); p. 473–518.
13. KOHLM EI ER, L., & HASTINGS, S. B. Epidemiological evidence of a role of carotenoids in cardiovascular disease prevention. En: Am. J.Clin. Nutr. (1995); p. 1370S-1376S.
14. SHEKELLE, R. B., LIU, S., RAYNOR, W. J., LEPPER, M., MALIZA, C., ROS-SOF, A. Dietary vitamin A and risk of cancer in the western electric study. En: Lancet. Vol. 2 (1981); p.1185–1190.
15. BLOCK G, PATERSON B AND SUBAR A. Fruit, vegetables and cancer prevention: A review of the epidemiological evidence. En: Nutr. Cancer. Vol. 18 (1992); p. 1–29.
16. FORMAN, M. R., LANZA, E., YONG, L. C., HOLDEN, J. M., GRAUBARD, B. I., BEECHER, G. R., MELTIZ, M., BROWN, E. D., SMITH J. C. The correlation between two dietary assessments of carotenoid food-composition database. En: Am. J. Clin. Nutr. Vol. 58 (1993); p. 519-524.
17. PALACE, V.P. Antioxidant potentials of vitamin a and carotenoids and their relevance to heart disease. En: Free Radical Biology & Medicine. Vol. 26 (1999); p. 746–761.

18. TAPIERO, H.; TOWNSEND, D. M.; TEW, K. D. The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. En: *Biomedicine and Pharmacotherapy*. Vol. 58 (2004); p. 100–110.
19. KRINSKY, N. I. Antioxidant functions of carotenoids. En: *Free Radic. Biol. Med.* Vol. 7 (1989); p. 617–635.
20. FAULKS, R. M.; HART, D. J.; WILSON, P. D. G.; SCOTT, K. J.; SOUTHON S. Absorption of all trans and 9-cis b-carotene in human ileostomy volunteers. En: *Clin. Sci.* Vol. 93 (1997); p. 585–591.
21. OLSON, J. A. Absorption, transport and metabolism of carotenoids in humans. En: *Pure and Applied Chemistry Biochemistry and Biophysics*. Vol. 301 (1994); p. 217-223.
22. PARKER, R. S. Carotenoid and tocopherol composition of human adipose tissue. En: *Am. J Clin. Med.* Vol. 47 (1988); p. 33-36.
23. RUTKOWSKA, J.; STOLYHWO, A. Application of carbon dioxide in subcritical state (LCO_2) for extraction/fractionation of carotenoids from red paprika. En: *Food Chemistry*. Vol. 115 (2009); p. 745–752.
24. SOMOS, A. The paprika, *Akadémiai Kiadó, Budapest*. (1984); p. 30–44.
25. MÍNGUEZ-MOSQUERA, M. I.; JARÉN-GALÁN, M.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, J. Color Quality in Paprika. En: *J. Agric. Food Chem.* Vol. 40 (1992); p. 2384-2388.
26. MÍNGUEZ-MOSQUERA, M. I.; HORNERO-MÉNDEZ, D. Separation and Quantification of the Carotenoid Pigments in Red Peppers (*Capsicum annum* L.), Paprika, and Oleoresin by Reversed-Phase HPLC. En: *J. Agric. Food Chem.* Vol. 41 (1993); p. 1616-1620.
27. JARÉN-GALÁN, M.; PÉREZ-GÁLVEZ, A.; MÍNGUEZ-MOSQUERA, M. I. Prediction of decoloration in paprika oleoresins. Application to studies of stability in thermodynamically compensated systems. En: *J. Agric. Food Chem.* Vol. 47 (1999); p. 945-951.
28. COSTA, J. Pimiento pimentonero. Selección y mejora. En: *H. Técnica 27; Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias: Madrid* (1979).
29. Soriano, M. C.; Navarro, F; Costa, J. Caracterización de nuevos cultivares de pimiento para pimentón. En: *Agríc. Vergel.* (1990); p. 630-632.
30. MÍNGUEZ-MOSQUERA, María Isabel, PÉREZ-GÁLVEZ, P. Color Quality in Paprika Oleoresins. En: *J.Agric. Food Chem.* Vol. 46 (1998); p. 5124-5127.
31. BIACS, P.A.; CZINKOTAN, B.; HOSCHKE, A. Factors affecting stability of colored substances in paprika powders. En: *J. Agric. Food Chem.* Vol. 40 (1992); p. 363.
32. MALCHEV, E.; LONCHEVA, N.; TANCHEV, S.; KALPAKCHIEVA, H.; NAHRUNG, D. Quantitative Changes in Carotenoids during the Storage of Dried Red Pepper and Red Pepper Powder. En: *Die Nahrung*. Vol. 26 (1982); p. 415-420.
33. LOPERA, M. R. & MONTOYA, R. Obtención de oleorresina de pimentón (*Capsicum annum* L.). En: *Vitae.* (2006); p. 5-9.

34. [AFEXPO (Asociación de Fabricantes y Exportadores de Pimenton, Oleoresina Derivados), private communication, 1993]
35. MINGUEZ-MOSQUERA, M. I.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, J.; PEREDA-MARRIN, J. Pepper for paprika (*Capsicum annuum*). Ratio between the red and yellow carotenoid pigments. En: Grasas Aceites. Vol. 35 (1984); p. 4-10.
36. HORNERO-MÉNDEZ, Damaso, MINGUEZ-MOSQUERA, María Isabel. Rapid Spectrophotometric Determination of Red and Yellow Isochromic Carotenoid Fractions in Paprika and Red Pepper Oleoresins. En: J. Agric. Food Chem. Vol. 49 (2001); p. 3584-3588.
37. FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J P. Extracción convencional de oleoresina de pimenton dulce y picante I. Generalidades, composición, proceso e innovaciones y aplicaciones. En : Grasas y Aceites. Vol. 58. No 3 (2007); p. 252-263.
38. JAREN-GALAN, M.; NIENABER. U.; SCHWARTZ, S. J. Paprika (*Capsicum annuum*) Oleoresin Extraction with Supercritical Carbon Dioxide. En: J. Agric. Food Chem. Vol. 47 (1999); p. 3558 - 3564.
39. SWEENEY, J. M.; MARSH, A. C. Liver storage of Vitamin A in rats fed with carotene stereoisomers. En: J. Nutr. Vol. 103 (1973); p. 20-25.
40. WILSKA-JESZKA, J. F. Chemical and functional properties of food components. Boca Raton, Londres, New York, Washington: CRC Press. (2002).
41. HAN, B.; ZHANG, J. Supercritical CO₂-continuous microemulsions and compressed CO₂-expanded reverse microemulsions. En: Journal of Supercritical Fluids. Vol. 47 (2009); p. 531-536.
42. GNAYFEED, M. H.; DAOOD, H. G.; ILLES, V.; BIACS, P. A. Supercritical CO₂ and subcritical propane extraction of pungent paprika and quantification of carotenoids, tocopherols, and capsaicinoids. En: Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol. 49 (2001); p. 2761-2766.
43. DAOOD, H.G.; ILLES V.; GNAYFEED, M.H.; MEZSAROS, B.; HORVÁTH, G.; BIACS, P.A. Extraction of pungent spice paprika by supercritical carbon dioxide and subcritical propane. En: Journal of Supercritical Fluids. Vol. 23 (2002); p. 143-152.
44. AMBROGI, A.; CARDARELLI, D.; EGGERS, R. Fractional extraction of paprika using supercritical carbon dioxide and on-line determination of carotenoids. En: Journal of Food Science. Vol. 67. No 9 (2002); p. 3236-3241.
45. UQUICHE, E.; DEL VALLE, J. M.; ORTIZ, J. Supercritical carbon dioxide extraction of red pepper (*Capsicum annuum L.*) oleoresin. En: Journal of Food Engineering. Vol. 65 (2004); p. 55-66.
46. RUTKOWSKA, J., & STOLYHWO, A. Application of carbon dioxide in subcritical state (LCO₂) for extraction/fractionation of carotenoids from red paprika. En: Food Chemistry. (2009); p. 745-752.
47. RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical ca-

- tion decolorization assay. En: *Free Radical Biology & Medicine*. Vol. 26 (1999); p. 1231–1237.
48. REINECCIUS, G. A. Carbohydrates for flavour encapsulation. En: *Food Technology*. Vol. 45 (1989); p. 144–149.
 49. QI, Z. H., & XU, A. Starch based ingredients for flow encapsulation. En: *Cereal Food World*. Vol. 44 (1999); p. 460–465.
 50. RAGHAVAN, B., ABRAHAM, K. O., & SHANKARANARAYANA, M. L. Encapsulation of spice and other flavour materials. En: *Indian Perfumer*. Vol. 34. No 1 (1990); p. 75–85.
 51. SANKARIKUTTY, B., SREEKUMAR, M. M., NARAYANAN, C. S., & MATHEW, A. G. Studies on microencapsulation of cardamom oil by spray drying technique. En: *Journal of Food Science and Technology*. Vol. 25 No 6 (1988); p. 352–356.
 52. SHAIKH, J., BHOSALE, R., SINGHAL R. Microencapsulation of black pepper oleoresin. En: *Food Chemistry*. Vol. 94 (2006); p. 105–110.
 53. CHEGINI, G.R. & GHOBADIAN, B. Spray Dryer Parameters for Fruit Juice Drying. En: *World Journal of Agricultural Sciences*. Vol. 3. No 2 (2007); p. 230-236.
 54. ZILBERBOIM, R., KOPELMAN, I. J., & TALMAN, Y. Microencapsulation by dehydrating liquid: Retention of paprika oleoresins and aromatic esters. En: *Journal of Food Science*. Vol. 51 (1986); p. 1301–1310.
 55. JUNG, J. M., & SUNG, T. K. A new method for analysis of capsaicinoids content in microcapsule. En: *Korean Journal of Food Science and Technology*. Vol. 32 (2000); p. 42–49.
 56. FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J. P. Extracción convencional de oleoresina de pimentón dulce y picante I. Generalidades, composición, proceso e innovaciones y aplicaciones. En: *Grasas y aceites*. Vol. 58. No 3, (2007); p. 252-263.
 57. Official Methods of Analysis –AOAC
 58. MÍNGUEZ-MOSQUERA, María Isabel, GARRIDO-FERNÁNDEZ, J., PEREDA-MARÍN, J. Pepper for paprika (*Capsicum annum*). Ratio between the red and yellow carotenoid pigments. En: *Grasas Aceites*; (1984); p. 4-10.
 59. MONTGOMERY, D. C. Response surface methods and other approaches to process optimization. En: *Design and analysis of experiments*. 5a ed. Wiley (ed). Nueva York, USA (2001).
 60. ZILBERBOIM, R., KOPELMAN, I. J., & TALMAN, Y. Microencapsulation by dehydrating liquid: Retention of paprika oleoresins and aromatic esters. En: *Journal of Food Science*. (1986); p. 1301–1310.
 61. GOLDSTEIN, J. Microscopía electrónica de barrido y microanálisis de rayos X. Academic Kluwer / Publishers Pleno (2003); p. 689.
 62. FAGEN, Harold; KOLEN, Eugene; HUSSONG, Ralph. Spectrophotometer method for determining piperine in oleoresin of black pepper. En: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 3 (1955); p. 860–862.

63. GIRALDO ROJAS, Francisco Javier; GIL GARZÓN, Maritza Andrea; ALZATE TAMAYO, Luz María; RESTREPO DUQUE, Ana María; MILL N CARDONA, Leonidas; ORDON EZ, Andr s; RESTREPO RESTREPO, Carlos Esteban. Comparación de métodos de extracción de oleoresina de páprika (*Capsicum annuum L.*) mediante la tecnología de fluidos supercríticos y método soxhlet. En: Producción Más Limpia. Vol. 4. No 1 (2009); p. 17-26.
64. SOLOMONS, N. W. Vitamina A y carotenoides. En: Conocimientos actuales sobre nutrición. Octava edición. Editorial BA Bowman BA y RM Russell RM. Washington (2003); p. 137-158.

“Perspectivas y Avances de Investigación”
de la serie “Lasallista Investigación y Ciencia”

se terminó de imprimir en la Editorial Artes y Letras S.A.S.
en noviembre de 2010.

