



Producción más Limpia en la Industria Alimentaria

Mauricio Restrepo Gallego¹

Cleaner Production in Food Industry

RESUMEN

La industria alimentaria, con su diversidad de segmentos, genera una gran cantidad de residuos y consume una gran cantidad de agua. Los principios de la producción más limpia tienen muchas aplicaciones en las industrias de alimentos, de hecho estos principios son necesarios para asegurar la calidad y la productividad sin deteriorar el medio ambiente. En este artículo se brinda una descripción de los efectos ambientales de dicha industria, luego se exponen algunas estrategias para la implementación de programas de producción más limpia y, finalmente, se presentan dos casos exitosos que enseñan formas específicas de alcanzar resultados más efectivos.

Palabras clave: Industria alimentaria. Residuos. Cárnicos. Lácteos. Vegetales. Subproductos. Aprovechamiento. Tecnologías limpias.

ABSTRACT

Food industry, with its diverse segments, generates a lot of waste and has a big consumption of water. The principles of cleaner production have many applications in food industries. In fact, these principles are needed to ensure quality and productivity. In this article a description of the environmental effects of that industry is presented, then some strategies for development of cleaner production programs are exposed and, finally, there are two successful examples that show specific ways to achieve effective results.

Key words: Food Industry. Waste. Meat products. Milk products. Vegetables sub-products. Consumption. Clean technologies.

¹ Ingeniero de Alimentos de la Corporación Universitaria Lasallista, Especialista en Pedagogía y Psicología de la Universidad de San Buenaventura y Candidato a Magíster en Biotecnología – Universidad Nacional de Colombia. Docente y Director del Grupo de Investigaciones Alimentarias –GRIAL- de la Corporación Universitaria Lasallista

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la producción más limpia es “la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a procesos, productos y servicios para incrementar la eficiencia total y reducir los riesgos para el ser humano y el medio ambiente. Este concepto puede ser aplicado a diferentes procesos industriales, a productos en sí mismos y a varios servicios ofrecidos a la sociedad. En procesos productivos, la P+L involucra la conservación de materias primas, agua y energía con la disposición de materiales tóxicos y peligrosos y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y residuos en la fuente, el proceso. En productos, la producción más limpia ayuda a reducir el impacto ambiental, en la salud y en la seguridad de los productos durante todo su ciclo de vida”.¹

La industria alimentaria es uno de los sectores productivos que mayor impacto tiene sobre el medio ambiente, bien sea por sus procesos productivos o por los diferentes productos que salen al mercado. Cada sector en particular genera residuos en diferentes porcentajes de acuerdo con los tipos de productos que fabrican. (Tablas 1 y 2).

El procesamiento de las frutas y vegetales compromete en gran medida las aguas residuales y los residuos sólidos. Las primeras son altas en sólidos suspendidos, azúcares, harinas, agentes de blanqueado, sales e, incluso, residuos de pesticidas. Los segundos comprenden desechos de los procesos mecánicos de separación y preparación como semillas, hojas, tallos y cáscaras, además de las unidades descartadas (por defectos físicos o biológicos) y en general no se emplean como alimento para animales. En lugar de ello se manejan procesos tradicionales de disposición en relleños sanitarios o programas de compostaje.^{4,5} En la tabla 3 se relacionan los tipos de residuos generados en cada una de las etapas del procesamiento de vegetales.

Tabla 1. Porcentaje de subproductos generados en diferentes sectores de la industria alimentaria en la Comunidad Económica Europea²

Industria	Subproductos	Porcentaje total*
Cárnica (mataderos)	Sangre, vísceras, huesos, intestinos, piel, grasas, pelo y plumas	30-52
Pesquera	Cabezas, vísceras, colas, piel, espinas y conchas	30-75
Vegetales	Hojas, semillas, pieles, tallos y pulpa	5-50
Láctea	Lactosuero	90
Oleaginosas	Hojas, orujo, goma y jabones	40-70
Azucarera	Pulpa, melazas y levaduras	88

* Porcentaje de la cantidad total de materia prima que entra al proceso productivo

Tabla 2. Identificación de los efectos ambientales de la actividad de la industria alimentaria³

Entorno	Efecto
Atmósfera	Emisiones ácidas Gases peligrosos Humo Finos
Agua	DBO DQO Eutrofización Sustancias peligrosas Espumas Turbidez Color
Suelo	Residuos peligrosos Residuos no peligrosos
Molestias	Visual Polvo Olor Vibraciones acústicas
Recursos naturales	Energía Agua Combustibles

Tabla 3. Características de los residuos del procesamiento de vegetales en cada etapa de operación⁶

Operación	Sólidos	Líquidos
Selección	X	
Lavado		X
Arreglo	X	
Escaldado		X
Enfriado		X
Pelado	X	X
Descorazonado	X	
Cortado	X	X

En lácteos, por la gran variedad de productos, se generan igualmente diversos residuos a nivel atmosférico, sólidos y efluentes líquidos. En los primeros se cuentan los gases de calderas y finos resultantes de procesos de producción de leche y suero en polvo. En residuos sólidos, principalmente quedan materiales de empaque, productos vencidos o terminados defectuosos. Es en el agua donde más evidente se hace la contaminación por las grasas, proteínas, sales, sólidos suspendidos y sólidos disueltos. La lactosa es el principal aportante de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y el suero resultante de la elaboración de quesos es un factor crítico, pues puede alcanzar DBO del orden de 40.000 a 50.000 mg/L.⁷

La industria cárnica en su etapa inicial (sacrificio), genera residuos representados en sangre, huesos y vísceras que, además del problema ambiental, son fuente de preocupación sanitaria por su capacidad patogénica a nivel microbiano (*Salmonella spp* y *Shigella spp*). Esta industria tiene un alto potencial para la generación de aguas residuales con DBO de hasta 8.000 mg/L; puede encontrarse presencia de pesticidas e incluso niveles considerables de cloro cuando hay operaciones que involucran curado y salmuera.⁸ Los residuos son ricos principalmente en nitrógeno y materia orgánica, y por ello pueden ser aprovechados en líneas de subproductos.⁹ (Tabla 4)

Tabla 4. Composición de los principales subproductos del sacrificio de ganado (Kg/animal)¹⁰

Subproducto	Porcino	Bovino	Ovino Caprino
Pelo	1,2	0	0
Tripas	5,5	40	2,5
Huesos	6	17	4,3
Grasa	5	33	2
Sangre	4	14	1,2

El sector azucarero participa en la emisión de residuos a la atmósfera producto de la combustión del bagazo de caña (unos 5,5 kg de cenizas volátiles por tonelada de caña procesada), combustibles empleados en el proceso, vapores de fermentación y de las unidades de sulfitación (para el refinado del azúcar). En cuanto al agua residual, se encuentran valores de DBO entre 1.700 y 7.000 mg/L y demanda química de oxígeno (DQO) entre 2.300 y 10.000 mg/L; igualmente puede contener agentes patógenos y residuos de pesticidas empleados en los cultivos.¹¹

El procesamiento de aceites vegetales genera especialmente contaminación a nivel de aguas, dada la alta concentración de materia orgánica. La DBO alcanza niveles entre 20.000 y 35.000 mg/L. Otros valores críticos son: DQO (30.000 y 60.000 mg/L), sólidos disueltos (10.000 mg/L) y aceites y grasas (5.000 – 10.000 mg/L).¹²

A nivel de producto, el ciclo de vida del mismo involucra componentes que se relacionan íntimamente con los planes de producción más limpia. Uno de los más críticos es el de los materiales de empaque, el empleo de plásticos para envases, tapas, envolturas y otros, representa un reto para la industria desde el punto de vista medioambiental.

ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PLANES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (P+L) EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Tomando como base las áreas de atención propuestas por el PNUMA¹³, se indican a continuación algunos elementos que pueden servir como punto de partida para la implementación de planes de producción más limpia en la industria alimentaria.

Cambio en los insumos

El empleo de ingredientes de origen natural, además de ser una permanente demanda por parte del consumidor, es una forma de introducir un elemento de producción más limpia en todo el proceso de elaboración de alimentos. Dentro de la amplia lista de ingredientes y aditivos los colorantes son los más delicados y cuestionados, por sus efectos en la salud humana y en el medio ambiente cuando son dispuestos de forma incorrecta. Una forma de implementar este cambio, es con el empleo de extractos naturales, sustancias sintetizadas pero idénticas a las naturales (natural-idénticos), pigmentos de origen vegetal y colorantes que empleen vehículos acuosos en lugar de oleosos o a base de alcoholes pesados.¹⁴

También es una estrategia el monitoreo permanente de la calidad de los insumos entregados por los proveedores de tal modo que siempre se aseguren parámetros constantes de pureza. Incluso el trabajo conjunto con cada proveedor en particular puede mejorar los procedimientos de producción de ingredientes hacia procesos más limpios, bien sea por purificación o por modificaciones internas a los procesos individuales.

Uno de los segmentos del grupo de insumos que más compromete el medio ambiente es el de los materiales de empaque. El empleo de plásticos en tapas, bolsas, envolturas y envases es un permanente reto para los programas de reducción y disposición de residuos sólidos. En este aspecto los planes de producción más limpia deben considerar el empleo de materiales alternativos como el vidrio o los enlatados (aluminio y hojalata) o bioplásticos, como los elaborados a partir de fibras vegetales o polisacáridos modificados como los almidones de yuca.¹⁵

Cambio tecnológico

La incorporación de nuevas tecnologías en el procesamiento de materias primas de origen agropecuario permite la disminución de impactos negativos en el medio ambiente. Se detallan a continuación algunas de ellas y sus aplicaciones con ejemplos concretos.

Extracción con fluidos supercríticos: Involucra fluidos que se manejan a temperatura y presión superior al punto crítico, en condiciones tales que, siendo gaseosos, tienen propiedades de solvatación y pueden servir como solventes conservando su alto coeficiente de distribución y baja viscosidad. Se ha empleado esta tecnología en la extracción de aceites esenciales, tratamiento de residuos sólidos y líquidos y control de reacciones enzimáticas, entre otros.¹⁶ La implementación de esta tecnología

repercute en el medio ambiente en cuanto a la ausencia de solventes orgánicos y la posibilidad de emplear inmediatamente la torta de extracción sin necesidad de hacer tratamientos de purificación adicionales ni desecharla como residuo.

Biotechnología: En este campo es de especial interés el empleo de enzimas en los procesos de manejo de residuos o en la fabricación de los productos. De esta forma se reduce el empleo de procedimientos químicos costosos y contaminantes, a la vez que se pueden emplear técnicas enzimáticas en el tratamiento de desechos antes de su disposición final. Se han tenido experiencias en la extracción de aceite de colza mediante tecnología enzimática como alternativa al empleo tradicional de hexano como solvente. La enzima, extraída de cepas de *Aspergillus niger*, participa en el proceso de extracción, separando con mayor eficiencia el aceite de los núcleos de proteína y carbohidrato a que se encuentra ligada y, al mismo tiempo, separa las proteínas que pueden emplearse como suplemento alimenticio para animales.¹⁷

Tecnología de membranas: Esta tecnología está basada en la permeabilidad selectiva de uno o más componentes del sustrato líquido a través de una membrana y gracias a un gradiente de presión hidrostática. Entre estas tecnologías se encuentran: microfiltración (MF), ultrafiltración (UF), nanofiltración (NF), ósmosis inversa (OI) y electrodiálisis (ED). El uso de estas tecnologías en la industria alimentaria, además de mejorar notablemente índices de calidad y productividad, es una herramienta valiosa para los planes de producción más limpia, tal como puede verse en la tabla 5.

Buen mantenimiento

Este punto es común a todas las industrias, no hay que hacer mayores diferencias en cuanto a lo relacionado con el sector agroalimentario. Es claro que un adecuado plan de mantenimiento de todos los equipos involucrados en el proceso asegura la reducción de tiempos muertos por paros inesperados (e injustificados), la fuga de contaminantes (combustibles y lubricantes) y el excesivo empleo de agentes de limpieza y desinfección.

Pueden considerarse las siguientes recomendaciones generales como aspectos del mantenimiento de equipos que participan en una producción más limpia:

- Capacitación permanente al personal en el manejo y cuidado de los equipos.
- Programas de manejo de inventarios para reducción de pérdidas.
- Separación de desechos de las operaciones propias de los equipos.
- Identificación de puntos críticos dentro del mantenimiento de los equipos (Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control – HACCP).
- Normalización de fichas técnicas y hojas de vida de todos los equipos involucrados en el proceso productivo.
- Sistematización de un sistema de trazabilidad de insumos como lubricantes, recubrimientos y aditivos, entre otros.

- Diseño de un plan de seguimiento a la calibración de todos los instrumentos de medida, especialmente de las variables críticas del proceso como temperatura, presión, humedad, acidez.
- Monitoreo a tuberías para control de incrustaciones.

Como puede verse, las acciones de buen mantenimiento en la industria alimentaria no difieren de las que se deben aplicar en cualquier otro proceso productivo. Sin embargo es importante considerar que cada uno de los diferentes segmentos tiene consideraciones especiales dependiendo de las materias primas y productos de cada uno. De acuerdo con esto, los operarios deberán conocer a fondo los protocolos de operación y mantenimiento de equipos específicos para el procesamiento de alimentos como marmitas, autoclaves, calderas, mezcladores y empacadoras, entre otros.

Tabla 5. Aplicaciones de la tecnología de membranas en la industria alimentaria¹⁸

Proceso/Industria	Separación/Aplicación
Tratamiento de agua de uso industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Clarificación, desinfección y esterilización de aguas residuales (MF, UF)
Producción de agua de calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Agua de refrigeración para torres de enfriamiento, condensadores e intercambiadores de calor (OI) • Agua para calderas y para el lavado de gases (OI)
Industria láctea	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de fermentos lácticos con la eliminación de los inhibidores del crecimiento celular y concentración de la biomasa hasta los niveles del producto comercial • Extracción y concentración de proteínas del suero adecuadas para las industrias cosmética o farmacéutica, como emulsionante (UF, OI)
Bebidas	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación de colorantes y aromas de las aguas residuales
Procesado de carne y pescado	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento de heces. Separación de la biomasa (UF) • Tratamiento de sangre. Preconcentración del suero sanguíneo (UF, OI) • Concentración de proteínas en la fabricación de gelatinas • Concentración-recuperación de proteínas de la salmuera residual del curado de carnes y pescados • Concentración-recuperación de proteínas de las aguas de lavado de carnes y pescados • Eliminación de pelos y piel de animales en el agua residual
Procesado de frutas y hortalizas	<ul style="list-style-type: none"> • Biorreactores con membrana para la conversión de residuos de patata • Recuperación de proteínas vegetales • Recuperación de productos del procesado • Recuperación de productos y subproductos de aguas de lavado (azúcares, aceites esenciales, proteínas)
Procesado de azúcar	<ul style="list-style-type: none"> • Desmineralización de melazas • Recuperación de azúcar de las aguas de lavado antes de la etapa de evaporación-concentración
Procesado de aceites y grasas	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación de aceites de agua de lavado • Recuperación de disolventes

Reutilización en el sitio

Numerosos procesos internos dentro del amplio engranaje productivo generan residuos intermedios que pueden tratarse con bajos niveles de inversión y pueden reutilizarse. En el caso de las empresas de alimentos puede incluso derivarse una línea de subproductos que minimice los vertimientos o la generación de residuos sólidos, aumentando los niveles de productividad de la empresa.

Algunos casos prácticos de reutilización son:

Procesamiento del suero en la industria láctea. Este es un producto que generalmente se considera residuo y es vertido a las fuentes de agua sin algún tratamiento previo. Dada su composición de proteínas, grasa y carbohidratos (lactosa), es un sustrato ideal para procesos fermentativos y de obtención de otros productos, principalmente queso ricotta, aunque también hay avances en la producción de etanol (por fermentación con *Kluyveromyces fragilis*), procesos de desmineralización, hidrólisis de lactosa y producción de metano. (Tabla 6)

Tabla 6. Composición porcentual de los lactosueros²¹

Componente	Líquido		Sólido	
	Dulce*	Ácido**	Dulce	Ácido
Proteína	0,8	0,7	12	12
Lactosa	4,9	4,4	73,3	68,7
Minerales	0,5	0,8	7,9	11,5
Grasa	0,2	0,04	1,3	0,8
Agua	93	93,5	4,6	3,9
Ácido láctico	0,2	0,5	1,7	4,6

*Suero procedente de la coagulación enzimática de la leche (pH \approx 6,4)

**Suero procedente de la coagulación ácida de la leche (pH \approx 4,5)

Subproductos de la industria cárnica (en la etapa de sacrificio). Se estima que el porcentaje de productos de desecho de la industria cárnica oscila entre el 10% (en el caso de pollos) y el 50% (para vacunos hembra). Esto significa que hay una gran cantidad de residuos que podrían tener un eventual uso alternativo como estrategia para una producción más limpia. En la tabla 7 se resumen los destinos de los residuos de las operaciones de sacrificio y eviscerado, contándose entre ellos: huesos, vísceras torácicas, vísceras abdominales, sangre, cabezas (con y sin cuernos), patas con cascos, órganos genitales, grasa perirrenal y escrotal, contenido ruminal, líquidos corporales y plumas. Estos pueden emplearse como materia prima para otros productos como: harina de sangre pura, sangre coagulada, sangre seca molida, contenido ruminal seco, harina forrajera, aceites y harinas animales.^{22,23}

Tabla 7. Destino habitual de los subproductos del sacrificio de ganado²⁴

Subproducto	Utilizado en
Huesos, pieles y tejido conectivo	Gelatinas para alimentación humana, alimentación animal, sector farmacéutico, industria fotográfica.
Mezcla de huesos y recortes cárnicos	Alimentación humana y animal, cosmética, industria farmacéutica, productos técnicos.
Despojos y recortes cárnicos	Alimentación de animales de compañía, productos farmacéuticos.

De la sangre resultante del sacrificio de ganado puede obtenerse globina y plasma, en un proceso rentable como medio de aprovechamiento de subproductos.²⁵

Aceites de cítricos. La industria de los cítricos (naranja, limón, mandarina, pomelos, toronjas), genera un residuo constante representado en las cáscaras. Tradicionalmente se hacen tratamientos para extracción de pectina del albedo, que se emplea como gelificante en otras industrias, pero muchas empresas simplemente desechan las cáscaras por medios tradicionales. Las técnicas de extracción de aceites esenciales, además de ofrecer una alternativa adicional de aprovechamiento del producto para fines comerciales, disminuyen la carga de compuestos hidrófobos en las aguas residuales, entre otras clases de descargas de residuos. Se emplean técnicas de arrastre con vapor de agua, presión en frío, destilación al vacío e incluso extracción supercrítica.²⁶

Biomasa de la industria de oleaginosas. El empleo de la biomasa resultante de los residuos del procesamiento del aceite de palma como fuente de energía, representa para esta industria una alternativa novedosa, económica y limpia para el manejo de los desechos. Por ejemplo manejando sistemas de combustión de biomasa se tiene una emisión de 16 g de CO₂/kWh, frente a valores de 600 g CO₂/kWh cuando se emplea gas o 1.100 g CO₂/kWh, cuando se emplea carbón mineral.²⁷

Biodiesel. Como combustible es un producto que puede reemplazar al diesel ordinario obtenido del petróleo. Se compone principalmente de ésteres metílicos de ácidos grasos. Se obtiene de aceites vegetales mediante esterificación de los ácidos grasos libres o transesterificación de los triacilglicerolos presentes.²⁸ Es una alternativa viable y limpia para el manejo de residuos de la industria de las oleaginosas o de los productos procesados por fritura al momento de desechar los aceites empleados.

Industria pesquera. Los residuos sólidos de la industria del pescado pueden aprovecharse para la elaboración de numerosos subproductos, estos residuos están constituidos por proteínas, lípidos, carbohidratos, nitrógeno no proteico y minerales, entre otros. De ellos puede obtenerse:

- Harina de pescado: Para alimentación animal.
- Pastas de pescado: Para alimentación humana.
- Aceites de pescado: Son ricos en ácidos grasos omega-3, se emplean para alimentación humana en dietas especiales.
- Ensilados e hidrolizados: Para alimentación animal.
- Concentrados de proteínas de pescado: Para alimentación humana.
- Alimentos para animales de compañía: Se comercializan directamente los preparados para alimentación de mascotas.
- Alimentos húmedos: Para alimentación de otros peces (salmones y truchas) y animales de pelo (visones).
- Derivados del tejido conectivo: Para aplicaciones cosméticas
- Quitina y quitosano: Resinas de intercambio iónico, membranas de diálisis, cromatografía, cicatrizante, espesante, lentes de contacto y clarificante, entre otros.
- Otros productos: Insulina, proteasas, astaxantina (colorante para la dieta de los salmones), esteroides, protamina (retarda la absorción de la insulina), escamas (para bisutería), cueros (tiburón y mamíferos).²⁹

CASOS EXITOSOS

Para ilustrar formas en las cuales se pueden implementar operaciones de producción más limpia, se presentan a continuación los casos de C.I. Vikingos de Colombia S.A. y la Fábrica de Licores de Antioquia, ambos documentados por el Centro Nacional de Producción Más Limpia (CNPMLTA).

I. Producción más limpia en el procesamiento de recursos hidrobiológicos (C.I. Vikingos S.A.).³⁰

El caso de Vikingos se enfoca en dos estrategias de producción más limpia: una orientada a la disminución en el consumo de agua y la otra a la reutilización de residuos sólidos y líquidos para disminuir la carga contaminante en la Bahía de Cartagena.

Se implementó un sistema de recirculación del agua que sale del autoclave en el proceso de esterilización de las latas, logrando una reducción del 80% en el consumo de agua. Para esto fue necesario encerrar los vertimientos de las autoclaves, instalar una bomba sumergible, una torre de enfriamiento para acondicionar el agua antes de reciclarla y una piscina para su almacenamiento.

El manejo de residuos sólidos y líquidos involucró algunas de las operaciones mencionadas anteriormente de conversión de cabezas, colas, piel, agallas y sangre en harinas y pastas, para comercializarlas como subproducto. El resultado final fue una reducción del 100% en los residuos líquidos y sólidos que se generaban antes de la implementación de la estrategia.

La inversión total fue de US\$14.920 en la recirculación del agua y US\$9.500 en el procesamiento de residuos, con un ahorro total de US\$13.677 y US\$17.000, respectivamente. Se proyectó una recuperación de la inversión de trece meses en el tratamiento del agua y de siete meses en la parte de subproductos.

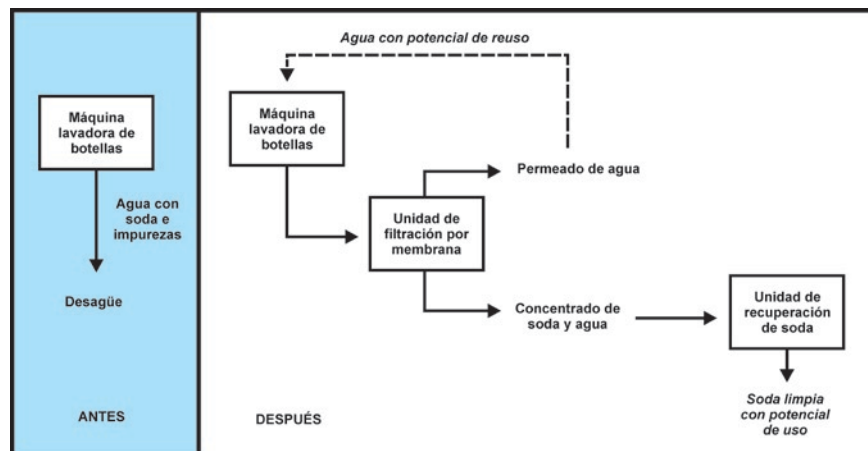
2. Aplicación de tecnologías de membranas de recuperación de aguas de lavado (Fábrica de Licores de Antioquia).³¹

Este caso se centra solamente en el manejo del agua, insumo fundamental en todos los procesos. Se hace énfasis en el agua de lavado de envases y su impacto por vertimiento, debido a la carga de residuos y la soda cáustica empleada en el proceso.

Se identificó la oportunidad de emplear tecnología de ultrafiltración (una de las tecnologías de membrana antes mencionada), en el cual se recoge por un lado el agua permeada y por el otro una corriente concentrada con las impurezas de la operación de lavado. Hay un reacondicionamiento del agua permeada y del concentrado, empleando la primera en otras operaciones internas y procesando el segundo para la recuperación de soda y la disposición de impurezas en forma de lodos.

La Figura 1 ilustra el proceso de lavado antes y después de la implementación de la tecnología de membranas.

Foto 1. Comparación del flujo de proceso de lavado de envase en la Fábrica de Licores de Antioquia empleando tecnología de membranas.



Esta racionalización tuvo como efecto una reducción del costo variable de producción, mejoramiento de los márgenes operacionales e incremento de la competitividad. Como es lógico, se reducen también los niveles de contaminación de los vertimientos derivados del proceso de lavado de envases.

Se logró un factor de reuso del 50%, con una inversión en la unidad de filtración por valor de US\$171.500 y en la unidad de limpieza de soda por valor de US\$21.500. Se proyectan 4.1 años para el retorno de la inversión. En términos económicos se logró un ahorro anual de US\$48.859 por concepto de agua y de US\$8.046 por concepto de soda.

La implementación de una nueva tecnología permitió a la empresa reducir sus consumos de agua y soda, al igual que disminuir el impacto ambiental por vertimientos.

CONCLUSIONES

El entorno industrial contiene numerosos componentes, cada uno íntimamente relacionado con la actividad principal a la cual se dedica y con un compromiso ineludible con la conservación del medio ambiente, sobre todo cuando en mayor o menor grado se es responsable de la situación actual de contaminación del planeta. Sin embargo, dadas las condiciones propias del desarrollo comercial de la civilización, hay sectores industriales que son cíclicos (surgen, prosperan y desaparecen), mientras que otros simplemente se van adaptando a las necesidades del mercado y del consumidor. En el segundo grupo se encuentra el sector alimentario, el cual, por mayores avances tecnológicos y científicos que existan, deberá garantizar siempre la provisión adecuada de alimentos para la humanidad.

El comportamiento actual de los consumidores, conscientes de que la alimentación y la salud están íntimamente ligados, permite deducir que ya hay una creciente tendencia hacia lo natural y limpio. Es obvio que cada vez más el consumidor corriente está al tanto de los avances en desarrollo de productos, en legislación y en normatividad. Es muy frecuente observar a las amas de casa leyendo detenidamente las etiquetas en busca de declaraciones especiales o ingredientes funcionales, e incluso comparando etiquetas de productos con la decisión final por aquel que “parece” ser más natural.

Infortunadamente, el compromiso de las empresas de alimentos con el cuidado del medio ambiente es algo que no se evidencia en las etiquetas de los productos (excepto cuando reciben alguna clase de certificación o sello de calidad como ISO 14000). Este hecho no puede convertirse en un burladero para evitar la implementación de los programas de producción más limpia y manejo de residuos.

Es claro que la industria alimentaria genera una gran cantidad de residuos que van a parar a la atmósfera, a las fuentes de agua o a los sitios para disposición final de residuos sólidos. También lo es el que tales residuos comprometen gravemente los ecosistemas por su alta concentración de materia orgánica. Entonces es imperativo que quienes se encargan de los procesos también tengan clara su responsabilidad y la necesidad de implementar planes adecuados de producción más limpia, antes que costosas inversiones en tratamiento de residuos.

Como se evidenció en los ejemplos mencionados, un plan de manejo de residuos durante el proceso productivo puede incluso beneficiar a la empresa al generar nuevos recursos desde la estrategia de reutilización en el sitio. También es prioritaria la implantación de las tecnologías emergentes como respuesta a los cambios tecnológicos. De otro lado, la investigación tiene que apoyar los desarrollos de nuevos productos e insumos para el sector, de tal manera que todas las piezas del mecanismo se ensamblen y se muevan armónicamente con el ecosistema.

REFERENCIAS

1. UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM. Cleaner Production – Key Elements. United Nations Environmental Program (UNEP) [online: 20-Mar-06] URL disponible en: http://www.uneptie.org/pc/cp/understanding_cp/home.htm#definition
2. BERGANZA, J. y otros. Problemática y posibilidades de aprovechamiento de los subproductos generados en la industria alimentaria en la CEE. En: Alimentación, equipos y tecnología. Madrid: Alción. Vol. XXII. No. 175. p.91-94
3. NORIEGA, Ma. J. Gestión de los residuos industriales agroalimentarios. En: Alimentación, equipos y tecnología. Madrid: Alción. Vol. XIX. No.4 p.143
4. NORTH CAROLINA DEPARTMENT OF ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES. Clean Technologies in U.S. Industries: Focus on Food Processing. [online: 20-Mar-06] URL disponible en: <http://www.p2pays.org/ref/09/08853.htm>
5. WORLD BANK GROUP. Pollution Prevention and Abatement Handbook: Fruit and Vegetable Processing. July-1998. p.316-319
6. SÁNCHEZ, Ma. T. Residuos generados en la industria de transformados de productos vegetales y sus aprovechamientos. En: Alimentación, equipos y tecnología. Madrid: Alción. Vol. XXII. No. 176. p.92-95
7. GOBIERNO CHILENO: Comisión Nacional del Medio Ambiente. Guía para el control y prevención de la contaminación industrial: Fabricación de productos lácteos. Santiago: Marzo de 1988 [online: 26-mar-06] URL disponible en: http://www.conama.cl/rm/568/articles-1016_LacteosGuia.pdf
8. WORLD BANK GROUP. Pollution Prevention and Abatement Handbook: Meat Processing and Rendering. July-1998. p.337-340
9. North Carolina Department of Environment and Natural Resources. Op. Cit.
10. BERGA MONGE, A.M. Subproductos animales, una visión normativa desde la Unión Europea. En: Alimentación, equipos y tecnología. Madrid: Alción. Vol. XXII. No. 175. p.51
11. WORLD BANK GROUP. Pollution Prevention and Abatement Handbook: Sugar Manufacturing. July-1998. p.401-403
12. WORLD BANK GROUP. Pollution Prevention and Abatement Handbook: Vegetable Oil Processing. July-1998. p.430-432

13. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA). Manual de Producción más Limpia: Un paquete de recursos de capacitación. [online: 20-mar-06] URL disponible en: http://www.pnuma.org/industria/produccionlimpia_manual.php
14. THE FOOD PROCESSING INDUSTRY. IMPROVEMENT OF RESOURCE EFFICIENCY AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCE. Cleaner Production International LLC. [online] [20-Mar-06] URL disponible en: <http://www.cleanerproduction.com/Directory/sectors/subsectors/FoodProc.html>
15. AUPEC. Con almidón de yuca se hace plástico para bioempaques. Universidad del Valle. [online: 20-mar-06] URL disponible en: <http://aupec.univalle.edu.co/informes/2006/enero/bioempaques.html>
16. REGLERO, G. Tecnologías limpias aplicables a la recuperación de productos a partir de subproductos: Extracción por fluidos supercríticos. Universidad Autónoma de Madrid. [online: 18-Mar-06] URL disponible en: http://eea.eionet.eu.int/Public/irc/enviowindows/awarenet/library?l=/spanish_recycling_1/ponencias_noviembre/membranas_subproductos/_ES_1.0_&a=d
17. ENVIRONMENTAL MANAGEMENT CENTRE. Aqueous enzymatic extraction of oil from rapeseeds. En: Environmental Management Centre. [online: 20-Mar-06] URL disponible en: http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/food_15/process/p16.htm
18. RAVENTÓS, M. Industria alimentaria: Tecnologías emergentes. Barcelona: UPC, 2005. p.173-201
19. ARTAVIA, W. Elaboración de queso ricotta a partir de suero lácteo. Guácimo (Costa Rica), 1999, 40p. Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo con el grado de Licenciatura. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH).
20. MONSALVE, J. y GONZALEZ, D. Elaboration of a Ricotta Type Cheese from Whey and Flowing Milk. RC, Dec. 2005, vol.15, no.6, p.543-550. ISSN 0798-2259
21. ORDÓÑEZ, J. (Editor) Tecnología de los Alimentos Volumen II: Alimentos de origen animal. Madrid: Síntesis, 1998. p.162
22. FALLA, L. Desechos de matadero como alimento animal en Colombia. En: Tratamiento y utilización de desechos de origen animal y otros desperdicios en la ganadería. (Septiembre: 1994: La Habana, Cuba). Instituto de Investigaciones Porcinas y FAO. [online: 20-mar-06] URL disponible en: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/aph134/cap7.htm>
23. VARGAS, D. Uso potencial de subproductos animales en la alimentación animal en la República Dominicana. En: Tratamiento y utilización de desechos de origen animal y otros desperdicios en la ganadería. (Septiembre: 1994: La Habana, Cuba). Instituto de Investigaciones Porcinas y FAO. [online: 20-mar-06] URL disponible en: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/aph134/cap9.htm>
24. BERGA MONGE, A.M. Subproductos animales, una visión normativa desde la Unión Europea. En: Alimentación, equipos y tecnología. Madrid: Alción. Vol. XXII. No. 175. p.51
25. PAREDES, R., GONZÁLEZ, S. y DÍAZ, M. Producción de globina y plasma a partir de sangre de animales de abasto. En: Alimentación, equipos y tecnología. Madrid: Alción. Vol. XXII. No. 175. p.67-71

26. ENVIRONMENTAL MANAGEMENT CENTRE. Recovery of Citrus Oil through Cleaner Production. En: Environmental Management Centre. [online: 20-Mar-06] URL disponible en: http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/food_15/newtech/n7.htm
27. YUSOFF, S. Renewable energy from palm oil e innovation on effective utilization of waste. En: Journal of cleaner production. No. 14 (2006) p.87-93
28. BUSTILLO, Ma. D. y otros. Producción de biodiesel a partir de residuos de industrias agroalimentarias. En: Alimentación, equipos y tecnología. Madrid: Alción. Vol. XXII. No. 175. p.83-89
29. TEJADA, M. Tratamiento de residuos sólidos de la industria transformadora del pescado: Aprovechamiento y obtención de subproductos. En: Alimentación, equipos y tecnología. Madrid: Alción. Vol. XI. No. 7 (Septiembre 1992) p.123-129
30. CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y TECNOLOGÍAS AMBIENTALES. Casos de aplicación de producción más limpia en Colombia. Medellín: Clave, Diciembre 2002. p.20-22
31. CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y TECNOLOGÍAS AMBIENTALES. Ficha de Proyectos 04: Aplicación de tecnologías de membranas de recuperación de aguas de lavado (Fábrica de Licores de Antioquia). [online: 07-Jun-2006] URL disponible en: <http://www.cnpml.org/html/archivos/FactSheets/FactSheets-ID21.pdf>