Obtención de edulcorantes a partir de tubérculos andinos: aplicación en chocolatería

Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Alimentación y Nutrición

Paula Andrea Arango Rendón

Juan Manuel Jiménez Cárdenas

Ana Camila Saldarriaga Bedoya

Cocineros y gastrónomos

Asesor

Julián Londoño Londoño

PhD Química Farmacéutica

Corporación Universitaria Lasallista

Facultad de Ingenierías

Especialización en Alimentación y Nutrición

Caldas – Antioquia

2013

TABLA DE CONTENIDO

Resumen 6

Introducción 7

Edulcorantes 10

Edulcorantes calóricos o no calóricos 13

Clasificación 15

Naturales: 15

Sintéticos: 17

Otros: 17

Fuentes de carbohidratos 18

Caña de azúcar 18

Remolacha 19

Seguridad alimentaria 20

Tubérculos andinos 23

Ibia: Descripción y composición 24

Cubio: Descripción y composición 25

Ruba: Descripción y composición 26

Uso de carbohidratos en chocolatería 28

Importancia (sensorial y textura) de los edulcorantes en chocolatería 31

Reglamentación: legislación y normativa de la adición de edulcorantes en el chocolate 32

Tecnologías del azúcar 35

Procesos de obtención 35

Caña de azúcar 35

Remolacha azucarera 35

Nuevas tecnologías en la obtención del azúcar 37

Pulsos eléctricos de alto voltaje (PEAV) 37

Tecnologías de extracción 38

Ultrasonido 38

Secado por aspersión 40

Discusión y conclusiones 43

Referencias 45

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Diagrama de la interacción entre sacarosa y un receptor gustativo (Coenders, 2011), ... 11

Ilustración 2. El triángulo de la dulzura (Coenders, 2011) 13

Ilustración 3. Clasificación de los edulcorantes (Enfásis, 2012) 15

Ilustración 4. Proceso de obtención del azúcar a partir de la caña de azúcar. 36

Ilustración 5. Proceso de obtención del azúcar a partir de la remolacha azucarera 37

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Componentes del tallo de la caña 18

Tabla 2. Composición fisicoquímica de la remolacha 20

Tabla 3. Composición fisicoquímico de la ibia 25

Tabla 4. Composición fisicoquímica del cubio 26

Tabla 5. Composición fisicoquímica de la ruba 27

Tabla 6. Producción mundial del grano de cacao en toneladas 31

Resumen

El dulce es uno de los sabores que desde pequeños mas fácilmente asimilamos y recibimos con agrado. El hombre a través del tiempo se ha inventado muchas maneras para satisfacer el gusto dulce en los alimentos ya sea de manera natural o artificial por medio de tecnologías industriales. El poder edulcorante es una de las propiedades más reconocidas y agradables de los carbohidratos; su dulzor esta determinado por las moléculas de sacarosa, fructosa, glucosa.

Se presentan unas variedades de tubérculos andinos que por su buen contenido en carbohidratos podría resultar una fuente de edulcorantes aplicado a la industria alimentaria.

Es el caso del chocolate, obtenido de la pasta de cacao, manteca de cacao y azúcar (sacarosa), la cual interviene como edulcorante además de participar en la definición del aroma durante la preparación.

La sustitución de la sacarosa por otros azucares en la industria chocolatera permite la reducción de su valor calórico y por consiguiente cambios en las características organolépticas del producto.

Cabe anotar que el estudio de los diferentes tubérculos para la posible obtención de carbohidratos sustitutos del azúcar de caña permitirá el posible incremento del cultivo de dichos alimentos, lo cual fortalecerá la agricultura e identidad alimenticia de la región que los cultiva.

Introducción

El impulso más elemental para el consumo de alimentos se inicia con las necesidades fisiológicas de energía y de nutrientes, que se obtienen a través de la alimentación. Los alimentos son sustancias necesarias para el mantenimiento de las funciones vitales y la reparación de la pérdida energética que se produce constantemente en el organismo.

Para que el hombre pueda mantener la vida son necesarias dos condiciones indispensables: el oxígeno, que le llega fundamentalmente por la vía respiratoria y el alimento, que le llega, normalmente, por vía digestiva.

Preparar alimentos nutritivos, atractivos y seguros son objetivos primordiales que involucran todo un saber gastronómico y tecnológico; el cuidado de las características organolépticas, así como también los procesos previos al consumo, son los que los hacen convenientes, comestibles, atractivos y más fáciles de digerir.

La alimentación es una actividad no solo biológica, nutricional y médica, es también un fenómeno social, psicológico, económico, simbólico, religioso y cultural; en definitiva un hecho extraordinariamente complejo que responde a las necesidades del hombre de conciliar el placer, el hambre, la nutrición, el arte culinario y porque no la voracidad y la saciedad.

Desde nuestro “Ser” cocineros y gastrónomos, siempre hemos construido una experiencia que se apoya en el placer y la vivencia, en la sensación y la pasión; pero desde que se dio inicio a este nuevo camino de aprendizaje, se concibió con el ánimo de darle otro enfoque a lo que se aprendió con vehemencia, encontrando infinidad de teorías que no van muy lejos de aquellas aprendidas con anterioridad: cuidar, crear y mantener alimentos y espacios para lograr una alta calidad no solo del producto sino también de la cocina, del taller.

De esta manera, encontramos una inquietud muy particular, una preocupación, que permite indagar sobre la posibilidad de diferentes alternativas para “una dieta saludable”, lo cual demanda, y conversa con un objetivo común; la interacción de productos alimenticios formulados con ingredientes naturales. Pero de igual forma nos enfrentamos al desarrollo tecnológico que la industria alimentaria ha tenido, y la responsabilidad sobre la salud de éste con la población mundial.

La aparición de enfermedades que involucran alergias, intolerancias, desórdenes alimenticios, deficiencias nutricionales, entre otros; hacen que nuestro enfoque de interés se fije en abordar ciertas inquietudes que se presentan a nivel personal acerca del consumo de alimentos ricos en azúcares; ya que se ha incrementado en los últimos años, en gran parte por la variedad de productos que ofrece el mercado.

Uno de estos alimentos y entre los más consumidos, es el chocolate; que por su historia, tradición y sabor se incorpora dentro de la primera elección del consumidor. Esto precisamente no indica que el consumo de chocolate sea del tipo amargo, el que trae más beneficios para la salud, por el contrario, el chocolate con mezclas de ingredientes como el azúcar, es el que predomina, hecho por el cual su consumo se ve mediado a largo plazo con enfermedades degenerativas y algunos problemas cardiovasculares.

La industria del chocolate, a pesar de saber y reconocer los beneficios del consumo de chocolate amargo, hace tipos de chocolate que podrían contribuir a generar una educación al consumidor final con respecto de sus beneficios; es por esto, la inquietud de querer reemplazar el azúcar en el chocolate, ya que se hace relevante para comenzar con una tradición chocolatera de calidad que posibilite brindar a los consumidores plenas garantías a su salud.

De igual forma nos vemos comprometidos como cocineros y gastrónomos en promover alimentos que poco son usados, además de conocidos y que pueden ser de gran ayuda como edulcorante o simplemente como alternativa de una nueva fuente de carbohidratos.

La geografía colombiana permite el cultivo de tubérculos de gran variedad, los cuales en su estructura, por su alto contenido de carbohidratos, pueden contener una solución y alternativa al uso tradicional de azúcar proveniente de la caña. Conociendo que el almidón es una sustancia que sirve de reserva alimenticia en las plantas y que esta compuesto fundamentalmente por glucosa; queremos partir de esta teoría e indagar las posibilidades que puedan existir para nuestra propuesta. Posiblemente encontraremos en toda la revisión pocas posibilidades del uso de estos tubérculos como alternativa para edulcorar el chocolate; de lo que si estamos seguros es que deseamos explorar alimentos poco usados y conocidos como el cubio, la ruba y la ibia; para conocer qué otras características pueden ofrecer, sí en realidad puedan aportar ese carácter dulce a otros alimentos en la industria alimentaria o en la cocina.

Edulcorantes

El dulzor es una propiedad subjetiva de los seres humanos; que hasta la fecha ningún instrumento, salvo las papilas gustativas, ha sido capaz de medir o traducir.

El azúcar es todavía el agente edulcorante estándar, pero tiene el inconveniente de producir obesidad y caries dental; es así como el hombre ya sea por accidente o no, en su búsqueda por solucionar estas grandes problemáticas nutricionales y alimentarias de su misma sociedad, ha encontrado nuevas propuestas para “endulzar” ese gusto tan particular que desde pequeños reconocemos tan amablemente.

En definición un edulcorante es todo compuesto químico (aditivo: sustancia sin poder nutritivo por si misma, que se añade intencionalmente a un producto o elaboración alimentaria para asegurar su conservación, facilitar o mejorar su proceso de elaboración o modificar sus características físicas u organolépticas) (elbullitaller, 2006) que produce una sensación o gusto dulce.

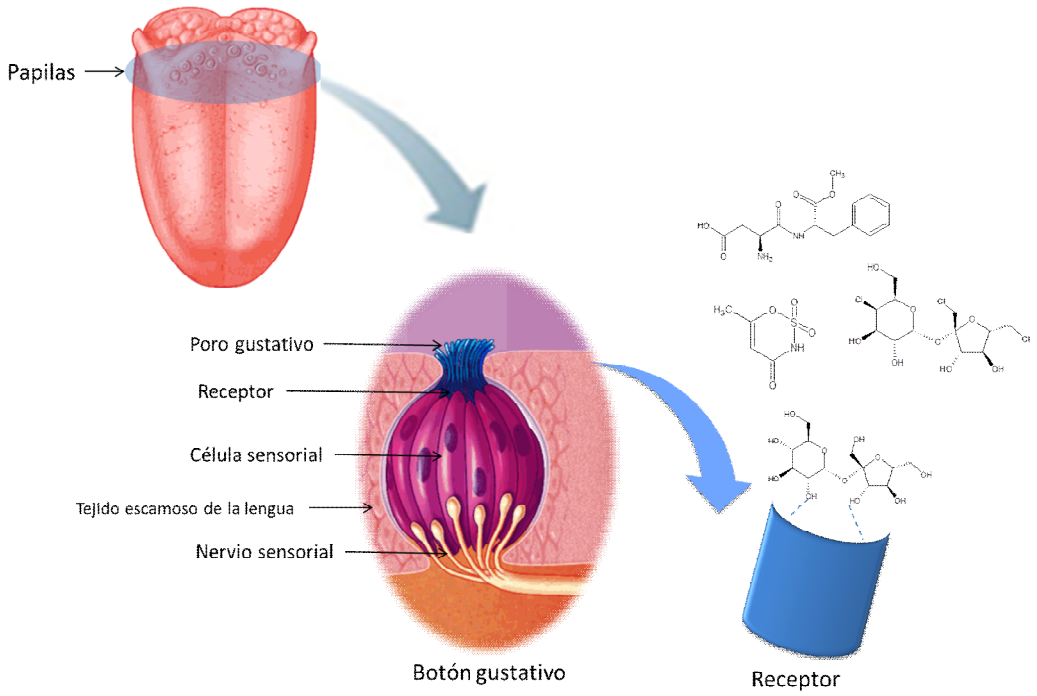
Se pueden dividir en azucares y aditivos edulcorantes, pero habitualmente, el nombre de edulcorante se reserva solo para los aditivos.

Los edulcorantes son una excelente alternativa para la industria alimenticia y existen muchos en la actualidad; cada uno con propiedades diferentes: de dulzor, resistencia a las temperaturas, texturas, granulosidad, sabor.

Su existencia a nivel sensorial se debe a que la sensación de gusto la hace posible unas 4.000-5.000 células gustativas; pequeños gránulos situados en la lengua, paladar y en la porción superior de la faringe. Unas 40-50 de estas células están agrupadas formando los botones

gustativos; cada uno de ellos posee una apertura, el poro gustativo, por medio del cual estas células se conectan con el interior de la boca. Las células gustativas presentan salientes o protuberancias filiformes en cuya superficie existen moléculas proteicas específicas, quienes son los receptores de sabor. (fig. 1)

Ilustración 1. Diagrama de la interacción entre sacarosa y un receptor gustativo (Coenders, 2011), mostrando varias estructuras químicas de edulcorantes como sucralosa, acesulfame y aspartame.



Estos sensores gustativos son moléculas capaces de percibir únicamente un sabor o gusto particular: dulce, amargo, acido, salado y umami. Cuando un receptor de este tipo contacta y liga débilmente un material de su mismo carácter gustativo, se produce un impulso nervioso, que por

vía del sistema nervioso, llega al cerebro donde se identifica el sabor y se produce la sensación del gusto.

Comparando con la sacarosa, todos los edulcorantes artificiales suelen ser más dulces, pero otros azucares naturales, como la glucosa, tienen menor poder edulcorante.

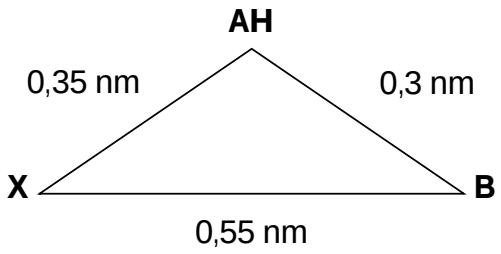
sacarosa = 1,0; glucosa =0,5; lactosa = 0,2; maltosa = 0,3.

Existe una hipótesis que aunque aun no es suficientemente aprobada, sostiene que la gran variedad de las sustancias tanto naturales como elaboradas, al interactuar con los receptores de dulzor, construyen una estructura triangular llamada “el triángulo de la dulzura”.

Este explica como hay una interacción entre todos estos edulcorantes ya que al ser hidrosolubles (hidrófilos) y formar puentes de hidrogeno; que al conectarse con un átomo de una forma estable; se une eléctrica y débilmente con un segundo átomo y así sucesivamente formando todo un enlace que va a ser reproducido en la sensación de sabor.

Para explicarse de una mejor manera: “para ser edulcorante y comportarse como tal esta sustancia debe tener dos puntos desde los que pueda formar fuentes de hidrógeno. Tales puntos llamados AH y B deben estar situados entre sí a una distancia de 0,3 nanómetros (3*10-10 metros). Pero el escaso contacto con el receptor indica que debe de haber un tercer punto cerca de AH y B que repele el agua (es hidrófobo), se trata del punto llamado X. Los tres puntos AH, B y X forman el triángulo del gusto dulce en el que AH debe de ser un átomo de nitrógeno (N) o de oxigeno (O), conectado con un átomo de hidrogeno (H) [= N – H u – O – H] y B uno capaz de atraer el hidrogeno para formar el enlace débil de H. X es una unidad que repele el hidrógeno. Comparando una serie de edulcorantes se llego a la conclusión de que el triángulo ideal es el representado a continuación. (Coenders, 2011).

Ilustración 2. El triángulo de la dulzura (Coenders, 2011)



Lo anteriormente descrito, es una hipótesis que aun esta siendo estudiada e investigada; pero basan sus afirmaciones después de haber sintetizado estructuras estables, inocuas y no alergénicas. Teniendo en cuenta que si se presenta una desviación de cualquiera de las distancias, esto es lo que da como resultado una sustancia con un sabor dulce mucho menor.

Todo esto explica la existencia de los edulcorantes a nivel sensorial; naturales o artificiales; cada uno con su especificidad de sabor, poder edulcorante, aporte en calorías y textura, constituyen en la actualidad alternativas que se aplican eficientemente en alimentos y preparaciones tanto a nivel industrial como casero; con el fin de complacer en gran parte a consumidores que buscan proporcionar características estructurales y organolépticas como en el caso de los naturales o simplemente la utilización de sucedáneos hipocalóricos (generalmente artificiales) que proporcionen al consumidor alta eficiencia a nivel de poder edulcorante pero que a su vez sea bajo en calorías y proteja en gran parte la población que se ve limitada a la ingesta de azúcar.

Edulcorantes calóricos o no calóricos

Los edulcorantes pueden ser: calóricos (nutritivos) y no calóricos (intensivos, no nutritivos) que pueden ser naturales o artificiales.

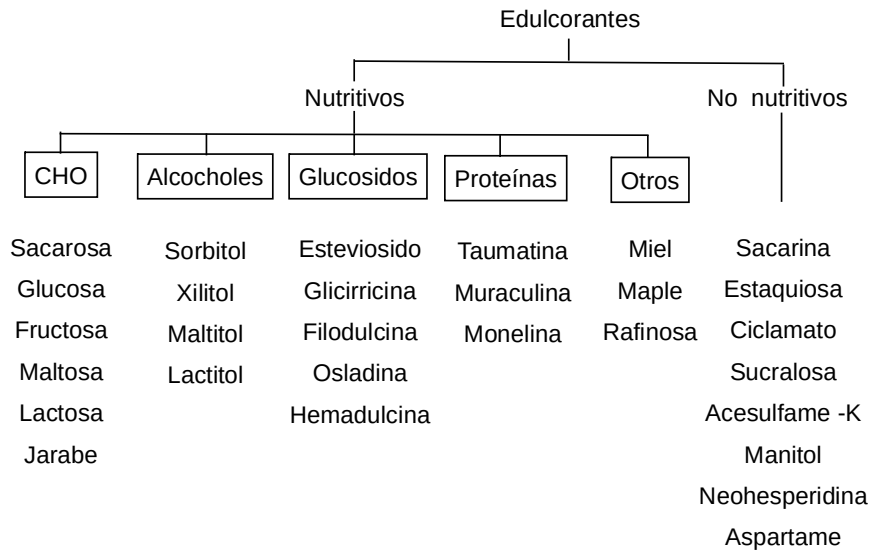
Los edulcorantes calóricos corresponden a una serie de aditivos que se utilizan como edulcorantes de baja intensidad. También son denominados como nutritivos o de volumen y esta denominación son los que químicamente se conocen como los de tipo poliol (grupo o familia de productos aditivos que pertenecen a los alcoholes que tienen un efecto edulcorante). (elbullitaller, 2006).

Estos tienen las propiedades de: Bajo contenido energético (2,2 Kcal/g) a pesar de ser denominados calóricos, su dulzor es suave e igual o inferior al azúcar, aportan sensación de frescor en gran parte de los casos, son laxantes en dosis superiores a 60g/Kg; algunos son higroscópicos (absorben agua), proporcionan textura y son catalogados como aditivos. Entre ellos están: Sorbitol, Manitol, Isomalt o Isomaltitol, Maltitol, Lactitol, Xilitol.

Los edulcorantes no calóricos son denominados así, ya que son una serie de aditivos que se utilizan como edulcorantes de alta intensidad y son no energéticos por las pocas cantidades que se adicionan a los alimentos. Su poder edulcorante es intenso, muy superior al azúcar (sacarosa) y se utilizan como sustitutos de los azucares en alimentos para diabéticos o dietas bajas en calorías. Estos tienen propiedades de: no son higroscópicos (no absorben agua), no proporcionan textura y están catalogados como aditivos.

Entre ellos están: Acesulfame-K, Aspartame, Ciclamato, Sacarina, Taumatina, Neohesperidina, Sucralosa.

Ilustración 3. Clasificación de los edulcorantes (Enfásis, 2012)



Clasificación

Existe una gran variedad de edulcorantes o sustancias con poder similar al del azúcar, en los cuales se realiza la siguiente clasificación (elbullitaller, 2006):

Naturales:

De dos tipos, los monosacáridos y los disacáridos. Entre los primeros están; la glucosa, la fructosa y la galactosa. Y en los segundos, la sacarosa, la lactosa y la maltosa. (elbullitaller, 2006) .

Los edulcorantes naturales se encuentran presentes en los productos lácteos, en las frutas y en las hortalizas, pero se extrae básicamente de la caña de azúcar y de la remolacha.

El almidón, parte constituyente de varios alimentos como la papa, el trigo, el maíz, etc.; se procesa industrialmente para obtener diferentes productos. Entre estos productos se encuentra

la glucosa, la isoglucosa y los jarabes de glucosa, aunque los procesos de extracción son diferentes para cada uno de ellas; son utilizados junto con la sacarosa para la confitería, pastelería, heladería, entre otras industrias.

El azúcar invertido: es una mezcla de glucosa y fructosa, obteniéndose de la sacarosa, y siendo utilizado en empresas de productos alimentarios manufacturados.

Los polioles: representan un gran número de edulcorantes naturales pero por su difícil extracción no resultan rentables. No provocan caries, lo cual los convierte en interesantes, la placa bacteriana de la boca no recibe ningún nutriente de los polioles. Existen tres clases de polioles:

- Polioles monosacáridos. Sorbitol, manitol y xilitol.

- Polioles disacáridos. Lactitol, isomaltol y maltitol.

- Polioles polisacáridos. Jarabe de glucosa hidrogenado. En realidad, es una mezcla de polisacáridos y oligosacáridos. Esta clase de edulcorante es poco o nada absorbido por el intestino delgado, lo cual, lleva al edulcorante directamente a las heces, porque no es metabolizado por el organismo.

Derivados de productos naturales: Son edulcorantes extraídos de diversos alimentos. Los extraídos de los almidones serían la glucosa, la isoglucosa y el jarabe de glucosa. De la sacarosa se puede extraer un edulcorante denominado azúcar inverso. Después hay otro grupo menos homogéneo de azucares, alcoholes y polioles, que albergarían al sorbitol, manitol, xilitol, isomalto, maltitol, lactitol, y el jarabe de glucosa hidrogenado.

Sintéticos:

Los edulcorantes sintéticos son unas moléculas cuyo potencial de edulcoración es superior a los azúcares extraídos de la caña de azúcar y de la remolacha. Éstos son: Aspartamo, Acesulfamo, Sacarina, Ciclamato, Dulcina.

Otros:

En otros incluimos a los de origen vegetal pero que su nivel de edulcorante o dulzor es superior a los mencionados al principio. Serían la taumatina, el estevíósido, la monelina y la dihidrocalcona.

Los edulcorantes de origen vegetal sorprenden por su poder edulcorante, llegando a superar en algunos casos a los edulcorantes sintéticos. Los principales son: taumatina, monelina, miraculina, estevíósido**.**

Fuentes de carbohidratos

Caña de azúcar

La caña (*Saccharum officinarum* L) es una planta nativa del sudeste asiático, posiblemente Nueva Guinea, desde donde comenzó su expansión en el año 1000 a.C., paulatinamente por las rutas de viaje usadas por migrantes de Asia hacia el Pacífico. Los árabes transportaron la caña durante sus conquistas, llevándola hasta Egipto y más tarde al Mediterráneo (Lucas Lizandro Díaz Montejo, 2002), hasta llegar a España en el año 715 d.C., Cristóbal Colón durante su segundo viaje a América se encargo de introducir la planta al nuevo continente, donde comenzó su expansión por América central, América del sur y las Antillas.

La caña de azúcar perteneciente a la familia de las gramíneas, es una planta formada por cepas que aglomeran tallos cilíndricos, según la variedad, de hasta 6 metros de alto, y hasta 45 milímetros de diámetro, divididos en nudos, compuestos por una parte sólida llamada fibra y una parte líquida, el jugo, que contiene agua y sacarosa. Esta parte líquida, una vez extraída y cristalizada forma el azúcar(Lucas Lizandro Díaz Montejo, 2002), los cuales eran conocidos en China e India hace unos 2.500 años. (J.R. Magness, 1971)

Tabla 1. Componentes del tallo de la caña. (Perafán, 2009)

Componente	Proporción
Agua	73- 76 %
Sacarosa	8 – 15%
Fibra	11- 16 %

Para que la caña pueda producir su estructura, el cultivo apropiado depende de la luz solar, motivo por el cual se desarrolla mejor en climas cálidos y tropicales, que permite convertir el agua presente en la planta, junto con minerales de la tierra en sacarosa durante la fotosíntesis. (Lucas Lizandro Díaz Montejo, 2002).

Remolacha

La remolacha *(Beta vulgaris)* es una planta resistente que se cultiva comercialmente en una gran variedad de climas. Pertenece a la familia de las Quenopodiáceas. Para la producción de azúcar es muy importante la recolección de la remolacha cuando tiene su máximo de acumulación de sacarosa en la raíz; que casi siempre sucede en el primer año después de la siembra. Es muy usada para la extracción de azúcar y la fabricación de alcohol. La parte mas utilizada es la raíz, la cual es de forma redonda, cónica o cilíndrica y va desde el color rojo, morado y blanco para las variedades azucareras. En su interior se distingue una zona opaca que se caracteriza por la riqueza de azúcar, además de una zona trasparente que carecen de sacarosa pero rica en agua y material nitrogenado.

Tabla 2. Composición fisicoquímica de la remolacha (Duke, 1983)

Compuesto	**Contenido**	
	Remolacha de huerta	*Remolacha azucarera*
Calorías	43	336-339
Agua	87,58 g	76.6 g
Carbohidratos	9,56 g	20.4
Grasas	0,17 g	0.1
Proteínas	1.61 g	1.1 g
Fibra	2.8 g	1.1 g
Calcio	16 mg	115 - 182 mg
Potasio	325 mg	2619 - 2638 mg
Fósforo	40 mg	259 - 323 mg
Sodio	78 mg	286 - 472 mg
Hierro	0,80 mg	5.5 - 8.7 mg
Tiamina	0,031 mg	0.08 - 0.24 mg
Rivoflavina	0,040 mg	0.32 - 0.39 mg
Niacina	0,334 mg	1.64 - 3.15 mg
Ácido ascórbico	4,9 mg	23 - 79 mg

Seguridad alimentaria

Según el documento del Consejo Nacional de Política Económica Social - CONPES 113 del 2008, la seguridad alimentaria y nutricional es la disponibilidad suficiente y estable de alimentos, el acceso y el consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad, calidad e inocuidad por parte de todas las personas, bajo condiciones que permitan su adecuada utilización biológica, para llevar una vida saludable y activa.

El concepto de seguridad alimentaria y nutricional pone de manifiesto los ejes que la definen: a) Disponibilidad de alimentos; b) Acceso físico y económico a los alimentos; c) Consumo de alimentos; d) Aprovechamiento o utilización biológica y e) Calidad e inocuidad.

a) Disponibilidad de alimentos: es la cantidad de alimentos con que se cuenta a nivel nacional, regional y local. Está relacionada con el suministro suficiente de estos frente a los requerimientos de la población y depende fundamentalmente de la producción y la importación. Está determinada por: la estructura productiva (agropecuaria, agroindustrial), los sistemas de comercialización internos y externos, los factores productivos (tierra, crédito, agua, tecnología, recurso humano), las condiciones ecosistémicas (clima, recursos genéticos y biodiversidad), las políticas de producción y comercio, y las tensiones sociopolíticas (relaciones económicas, sociales y políticas entre actores).

b) Acceso: es la posibilidad de todas las personas de alcanzar una alimentación adecuada y sostenible. Se refiere a los alimentos que puede obtener o comprar una familia, una comunidad o un país. Sus determinantes básicos son el nivel de ingresos, la condición de vulnerabilidad, las condiciones socio-geográficas, la distribución de ingresos y activos (monetarios y no monetarios) y los precios de los alimentos.

c) Consumo: se refiere a los alimentos que comen las personas y está relacionado con la selección de los mismos, las creencias, las actitudes y las prácticas. Sus determinantes son: la cultura, los patrones y los hábitos alimentarios, la educación alimentaria y nutricional, la información comercial y nutricional, el nivel educativo, la publicidad, el tamaño y la composición de la familia.

d) Aprovechamiento o utilización biológica de los alimentos: se refiere a cómo y cuánto aprovecha el cuerpo humano los alimentos que consume y cómo los convierte en nutrientes para ser asimilados por el organismo. Sus principales determinantes son: el medio ambiente, el estado de salud de las personas, los entornos y estilos de vida, la situación nutricional de la población, la disponibilidad, la calidad y el acceso a los servicios de salud, agua potable, saneamiento básico y fuentes de energía.

e) Calidad e inocuidad de los alimentos: se refiere al conjunto de características de los alimentos que garantizan que sean aptos para el consumo humano, que exigen el cumplimiento de una serie de condiciones y medidas necesarias durante la cadena agroalimentaria hasta el consumo y el aprovechamiento de los mismos, asegurando que una vez ingeridos no representen un riesgo (biológico, físico o químico) que menoscabe la salud. No se puede prescindir de la inocuidad de un alimento al examinar la calidad, dado que la inocuidad es un atributo de la calidad. Sus determinantes básicos son: la normatividad (elaboración, promoción, aplicación, seguimiento); la inspección, vigilancia y control; los riesgos biológicos, físicos y químicos, y la manipulación, conservación y preparación de los alimentos.

Por su parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), entiende el concepto de seguridad alimentaria como “el derecho que tienen todas las personas y en todo momento, al acceso físico y económico de alimentos suficientes, inocuos y nutritivos, que satisfagan sus necesidades alimentarias y preferencias con una dieta que posibilite una vida activa y saludable”. Lograr semejante propósito, implica balancear

favorablemente la producción de alimentos hacía el lado del excedente, es decir, alcanzar una producción de alimentos que garantice no solo la cobertura, sino el acceso de toda la población. (Fao, 1996).

Tradicionalmente los pueblos van adaptando sus particulares formas de elección de la dieta a su propia historia. En muchos casos ésta es influenciada por cuestiones religiosas, creencias, mitos y costumbres ancestrales. Los alimentos ocupan un lugar privilegiado en la estructura social, siendo éste un componente alrededor del cual, gira gran parte del entramado cultural.

De esta manera, en el año 2001 aparece el concepto de "soberanía alimentaria" , refiriéndose éste, a la alimentación como un derecho básico de los pueblos, "pero entendido como un derecho de los pueblos en tanto capacidad de definir sus propias políticas alimentarias, estrategias de producción, distribución y consumo que garanticen el derecho a la alimentación para toda la población".(Alimentaria, 2001).

Particularmente, varias instituciones multilaterales como el Programa Mundial de Alimentos (PMA) del Sistema de las Naciones Unidas, el Centro Internacional de la Papa, entre otros, promueven la diversificación de preparaciones basadas en los cultivos nativos, con el objetivo de contribuir a mejorar la Seguridad Alimentaria y Nutricional desde el enfoque del consumo.

Tubérculos andinos

Los tubérculos como la papa, oca, papa lisa e isaño fueron domesticados en los Andes hace miles de años y son parte desde entonces de los patrones alimenticios de los pobladores andinos. Estas especies se asocian con la altitud. Están cultivadas en pequeñas áreas bajo

sistemas de producción tradicionales y en condiciones difíciles, pero son imprescindibles para asegurar la diversificación alimentaria y el sustento de las poblaciones que viven en mayor riesgo. Por lo tanto, las razones para promover la producción, conservación y uso de estos tubérculos se basan en fundamentos nutricionales, ecológicos y socio-económicos, que a través de los años continuamente han contribuido a la seguridad alimentaria de los pobladores andinos y son parte de su cultura y expresiones sociales.(Fuentes, 2006) .

Ibia: Descripción y composición

"Es de mucho regalo, cómenla cruda porque es dulce, y cocida en sus guisados, y la pasan al sol para conservarla, y parece conserva, porque tiene mucho dulce."

Garcilaso de la Vega.

El cultivo de la llamada ibia u oca, es aparentemente unos de los más antiguos de América, con casi 8.000 años de antigüedad según algunas evidencias encontradas. En algunos lugares de la Cordillera, sólo el cultivo de la papa es más importante que éste. Antiguamente, una vez eran cosechadas las ibias, se disponían al sol para que de esta manera adquirieran un sabor más dulce y, a través de este proceso, la ibia se convertía en un deleite para las comunidades indígenas que las cultivaban.

La ibia es una planta compacta que mide entre 20 y 30 centímetros de alto, con hojas parecidas a las del trébol; tiene como fruto un tubérculo de forma elipsoidal o cilíndrica, que varía entre los colores blanco, amarillo, rosado, naranja, rojo y morado; es de sabor dulce, ligeramente amargo; su cuerpo presenta numerosas yemas u "ojos" en toda su superficie.

Tabla 3. Composición fisicoquímico de la ibia (Elena Villacrés, 2009)

Parámetro	Cantidad
Humedad (%)	77,73
Cenizas (%)	3,39
Proteína (%)	4,60
Fibra (%)	2,16
Extracto etéreo (%)	1,66
Carbohidrato total (%)	88,19
Almidón (%)	42,17
Azúcar total (%)	9,68
Azúcares reductores (%)	7,62
Energía (Kcal/ 100 g)	399,0
Vitamina C (Kcal/ 100 g mf)	34,53
Ácido oxálico/ 100 g mf	82,93

Cubio: Descripción y composición

> *"Tubérculo alimenticio y medicinal. Los chibchas, conocedores de sus propiedades anafrodisíacas, lo cultivaban y cosechaban para alimentar con él a los ejércitos en campaña, a fin de menguar en ellos los ímpetus carnales."*
>
> *Anónimo*

El cubio (Tropaeolum Tuberosum)**,** nombrado en algunas regiones como mashua, isaño o navios se originó en la cordillera de los Andes, probablemente en las mismas zonas donde se descubrieron los primeros restos de la papa, ya que posee las mismas características. Es una planta herbácea erecta y semi-postrada, con tallos cilíndricos y hojas redondeadas. Produce un

tipo de tubérculo de textura arenosa y sabor ligeramente picante; puede llegar a los 15 cm de largo, con forma cónica alargada, con algunas yemas profundas en su estructura y con colores tan variados como el amarillo y el blanco, pasando por el rojo hasta llegar al negro y al gris

Tabla 4. Composición fisicoquímica del cubio (Elena Villacrés, 2009)

Parámetro	**Cantidad**
Humedad (%)	88,70
Cenizas (%)	4,81
Proteína (%)	9,17
Fibra (%)	5,86
Extracto etéreo (%)	4,61
Carbohidrato total (%)	75,40
Almidón (%)	46,92
Azúcar total (%)	42,81
Azúcares reductores (%)	35,81
Energía (Kcal/ 100 g)	440,0
Vitamina C (Kcal/ 100 g mf)	77,37
Eq. Retirno / 100 g mf	73,56

Ruba: Descripción y composición

"Vna fruta que nace debaxo de la tierra como las papas redondas y muy lisa, dellas blancas, coloradas, etc."

Bertonio.

La ruba *(Ullucos Tuberosa)*, también conocida como ulluco, melloco ó papa lisa es un producto de origen americano; es un tubérculo pequeño de color variable pero generalmente

rosado. Como ingrediente es usado en guisos y sopas; presenta una textura aterciopelada cuando se lleva a la boca. Al parecer, este tubérculo es el resultado de la manipulación de los tallos de la papa, dando como resultado este producto apreciado por su sabor y poder nutricional. Se acostumbra dejar su delgada piel para que se mezcle con los colores de las preparaciones y las llene de color. En la región cundiboyacense se acostumbra usar este producto en preparaciones culinarias —por ejemplo, el cocido boyacense es una mezcla de tubérculos cocidos envueltos en hojas de risgua, servido en canastillas o totumas y acompañado con guiso—.

Tabla 5. Composición fisicoquímica de la ruba (Elena Villacrés, 2009)

Parámetro	**Cantidad**
Humedad (%)	84,34
Cenizas (%)	5,93
Proteína (%)	10,01
Fibra (%)	2,63
Extracto etéreo (%)	1,24
Carbohidrato total (%)	80,12
Almidón (%)	70,50
Azúcar total (%)	6,63
Energía (Kcal/ 100 g)	412,0
Vitamina C (Kcal/ 100 g mf)	26,03

Uso de carbohidratos en chocolatería

Se habla mucho del origen del cacao y del chocolate, hay varias preguntas aún sin resolver, como de dónde viene la semilla, cuál fue la primera civilización en implementarlo como parte de su alimentación, de su consumo y manera de elaborarlo y de su introducción en Europa.

El chocolate se consume desde las culturas prehispánicas, los Aztecas, los Mayas y los Olmecas realizaban una bebida con los granos del cacao los cuales trituraban, mezclaban con agua y lo hervían, con el tiempo fueron agregando miel, chiles y harina de maíz, el resultado era una bebida amarga y picante la cual consideraban energética y las semillas del cacao las utilizaban como moneda para el comercio.

Cristóbal Colon fue el primero en llevar los granos de cacao a Europa, el cual no fue acogido por su sabor amargo y aspecto, años después cuando Hernán Cortés llega a América, el emperador azteca Moctezuma le ofrece al explorador su bebida favorita, el *xocolatl*. De regreso a España Hernán Cortés lleva a la corte española granos de cacao y de allí en adelante se va introduciendo poco a poco al resto de Europa donde se consideraba una bebida y/o alimento para consumo de los ricos.

El cacao requiere de muchos procesos para poder convertirse en chocolate.

La cosecha: este paso se realiza cuando el fruto del cacao se encuentra maduro. El punto de la maduración se logra cuando el fruto o mazorca también llamado así, cambia de color. Las mazorcas de color verde cambian a amarillo y las rojas a anaranjado. Otra forma de probar su maduración es darle un golpe al fruto, este emitirá un sonido especial. (Pérez Esqueda, 2006) .

Fermentación: se desarrollan los precursores del aroma y del sabor del grano del cacao además de favorecer el desprendimiento del mucilago de las semillas. (Doutre-Roussel, 2007; Pérez Esqueda, 2006) Este proceso dura entre cinco y siete días para garantizar la calidad y la riqueza de los sabores. (Doutre-Roussel, 2007).

Secado: se secan los granos lentamente hasta que contengan entre 6 y 8% de humedad, esto evitara que se pudran cuando sean empacados y distribuidos a la plantas de procesamiento; además este proceso desarrolla sabor y color en los granos.(Doutre-Roussel, 2007) .

Tostado: libera e intensifica el aroma, se evaporan olores desagradables y debilita la cáscara que rodea el grano. Saca a relucir el sabor y el color del chocolate. (Doutre-Roussel, 2007; Pérez Esqueda, 2006).

Triturado: se separa la cascara del grano, se tritura y logra el licor de cacao, el cual se prensa para extraer la manteca de cacao obteniendo una materia solida llamada pasta de cacao. En este punto el proceso toma dos direcciones:

a) Se añade manteca de cacao al licor de cacao en la producción de chocolate de calidad.
b) La pasta de cacao se rompe en pequeños trozos que después se muelen formando cacao en polvo.

Mezclado: la pasta de cacao se mezcla con otros ingredientes como la manteca de cacao, azúcar y leche si se quiere un chocolate con leche, entre otros.

Refinado: se pasa la mezcla por un refinador de rodillos para formar una pasta suave que reduce los aglomerados mejorando la textura.

Conchado: se calienta, amasa y suaviza la mezcla, este proceso emulsiona, mejora la textura y elimina componentes volátiles no deseados permitiendo que se evapore la acidez.

Temperado: enfriamiento del chocolate para que la cristalización de la manteca de cacao sea estable, en el cual se logra la dureza final adecuada; un chocolate brillante y suave, con textura sedosa y homogénea, el cual mejora el aspecto visual y la sensación en el paladar.

El cacao es uno de los bienes con mayor presencia en los mercados internacionales. Su apreciado sabor, valores nutritivos y diversas aplicaciones y usos lo han convertido en un reconocido y deseado producto.

Países como Costa de Marfil, Nigeria, Ghana y Camerún, concentrando el 70 % de la producción mundial sitúan a los africanos como uno de los principales países productores de cacao. Ecuador, República Dominicana, Brasil, Malasia e Indonesia completan el reparto en cuanto a los principales países en cantidades producidas de cacao.

El *Theobroma cacao* o árbol del cacao, solo crece en regiones tropicales con temperatura entre 21 y 25° C, es por esto que la concentración de la producción mundial se encuentra en estos países. (Doutre-Roussel, 2007; "Guía del chocolate," 2013).

Tabla 6. **Producción mundial del grano de cacao en toneladas (ICCO, 2012/2013)**

	2010/2011		Estimado 2011/2012		2012/2013	
África	**3226**	**74.8%**	**2905**	**71.3%**	**2796**	**69.8%**
Camerún	229		207		210	
Côte dlvoire	1511		1486		1470	
Ghana	1025		879		820	
Nigeria	240		230		210	
Otros	221		104		86	
América	**562**	**13.0%**	**639**	**15.7%**	**644**	**16.1%**
Brasil	200		220		230	
Ecuador	161		190		190	
Otros	201		229		224	
Asía Oceanía	**527**	**12.2%**	**531**	**13.0%**	**563**	**14.1%**
Indonesia	440		450		475	
Papua New Guinea	48		45		45	
Otros	39		36		43	
Total mundial	**4314**	**100%**	**4075**	**100%**	**4003**	**100%**

Importancia (sensorial y textura) de los edulcorantes en chocolatería

La sacarosa interviene, -no solo como edulcorante,- sino que participa en la definición del aroma durante la preparación del chocolate. Los carbohidratos, en especial los disacáridos pueden tener papel en la fijación de los colores y los componentes volátiles del aroma.

En la elaboración de chocolates y sus derivados, la sacarosa es un ingrediente sumamente importante debido a que está presente en varios tamaños de partícula y tiene la propiedad de dispersarse en soluciones grasosas, impartiendo así densidad y textura.

Las propiedades reológicas de las mezclas de sacarosa y grasa son claves para el flujo y la formación de sólidos en el chocolate. La sacarosa tiene la habilidad para pasar a través de cualquier sólido cristalino amorfo, como el chocolate. Adicionalmente, la reacción de

oscurecimiento (reacción de Maillard) entre los azúcares y las proteínas de la leche en el chocolate contribuye al sabor de caramelo. (Aguilar, 2006; Rivera, 2006).

Reglamentación: legislación y normativa de la adición de edulcorantes en el chocolate

La Resolución 1511, del 6 de Mayo de 2011, expedida por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que debe cumplir el chocolate y productos de chocolate para consumo humano, que se procese, envase, transporte, comercialice, expenda, importe o exporte en el territorio nacional. A continuación se detallan algunos puntos de esta Resolución relacionados con el uso de edulcorantes en chocolatería:

Capítulo III

Articulo 8°. Requisitos generales del chocolate y sucedáneos para consumo directo. El chocolate y sucedáneos para consumo directo debe cumplir con las siguientes condiciones generales:

- Chocolate es la mezcla homogénea obtenida a partir de pasta de cacao y/o cacao con azúcares, adicionada o no con manteca de cacao, leche, miel, granos molidos, extractos de malta y/o aditivos permitidos. Debe contener como mínimo 35% de sólidos totales de cacao. 18% de manteca de cacao, 14% de sólidos de cacao desgrasados y como máximo 55% de azúcares. No deberá contener colorantes.

Capítulo IV

Artículo 9°. Requisitos fisicoquímicos del chocolate de mesa, chocolate para consumo directo, coberturas y sucedáneos.

Constituyente del producto	Azúcares %
Chocolate y cobertura semiamargo	+
Chocolate y cobertura dulce	+
Chocolate y cobertura con leche	< 55
Chocolate y cobertura con leche descremada	< 55
Chocolate y cobertura blanca	-

Nota: Porcentajes calculados en base seca

Artículo 11. Aditivos. Para efectos del reglamento técnico que se expide mediante la presente resolución, se consideran aditivos los indicados en la siguiente tabla:

Productos de cacao y chocolate, incluidos los productos de imitación y los sucedáneos del chocolate	
Aditivo	**Dosis máxima en el producto final mg/k.**
Cacao en pasta/torta de cacao	
Acesulfame de potasio	350 (4) (12)
Aspartame	3000 (4) (13)
Sacarinas	100 (4)
Sucralosa (Triciorogalactosacarosa)	580 (4)
Productos de cacao y chocolate	
Acesulfame de potasio	500 (12)
Aspartame	3000 (13)
Ciclamatos	500 (6)
Sacarinas	500
Sucralosa (Triciorogalactosacarosa)	800

(4) En el producto acabado / Productos finales a base de cacao y productos del chocolate.

(6) Como ácido ciclamino.

(12) No debe sobrepasar la dosis máxima de uso de acesulfame potásico individualmente o en combinación con la sal de acesulfamo-aspartame.

(13) No debe sobrepasar la dosis máxima de uso de aspartame individualmente o en combinación con la sal de acesulfamo-aspartame.

Tecnologías del azúcar

Procesos de obtención

Caña de azúcar

Después de la recepción de la caña de azúcar, esta se pasa por los molinos para conseguir su jugo (se adiciona agua caliente para mejorar la extracción). (Coenders, 2011) Se obtiene el jugo crudo y el residuo es el bagazo el cual contiene residuos de azúcar y se puede usar como combustible secándolo. (Coenders, 2011; Rivero, 2004)

Al jugo crudo se le quitan las impurezas por medio de un clarificado, el cual se pasa a través de unos evaporadores retirando gran porcentaje de agua para obtener una meladura. La meladura es la materia prima para producir los cristales de azúcar que se lavan en centrifugas para eliminar el exceso de miel y hacer que queden blancos, el azúcar sale húmedo y se envía a la secadora donde por medio del aire caliente se obtiene el producto final (azúcar). (Coenders, 2011; Rivero, 2004)

Remolacha azucarera

El proceso inicia cortando finamente en trozos la remolacha. La extracción se hace por medio de un difusor en el que se almacena la remolacha con agua caliente donde los trozos de remolacha se agitan dando como resultado una solución azucarada llamada zumo o jugo, se depura el jugo por medio de cal con el objeto de remover las sustancias no azucaradas. El jugo

de difusión tratado con cal se evapora para concentrar el azúcar y recibe el nombre de jarabe, se cocina el jarabe quedando una masa la cual se enfría formando cristales de azúcar, de ahí pasa a la centrifuga para separar los cristales y retirar el jarabe que los envuelve, por último se secan para reducir la humedad del azúcar. (Coenders, 2011; FAO, 2006; Rivero, 2004)

Ilustración 4. Proceso de obtención del azúcar a partir de la caña de azúcar.

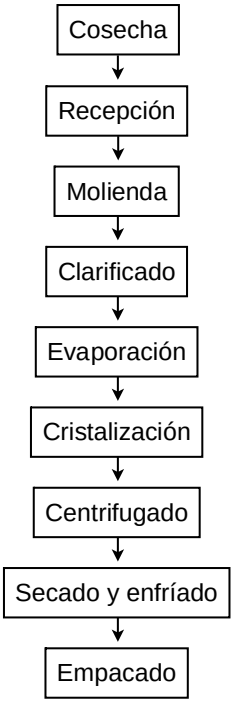
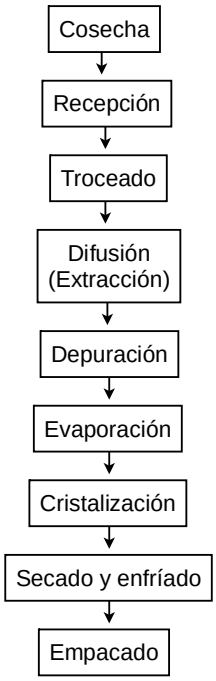


Ilustración 5. Proceso de obtención del azúcar a partir de la remolacha azucarera



.

Nuevas tecnologías en la obtención del azúcar

Pulsos eléctricos de alto voltaje (PEAV)

La tecnología de los pulsos eléctricos de alto voltaje consiste en la aplicación intermitente de campos eléctricos de alta intensidad y corta duración sin alterar sustancialmente las propiedades sensoriales y nutricionales del alimento.

Además de emplearse como tecnología de conservación puede ser utilizada en la industria alimentaria en la higienización de alimentos líquidos especialmente sensibles al calor y dado que rompe las envolturas celulares, mejora el rendimiento de procesos de extracción de sus

componentes como la obtención de zumos de frutas, extracción del almidón de la papa y azúcar de la remolacha. (AM Herrero, 2006; Bermúdez-Aguirre, 2010)

Obtención de sacarosa de la remolacha azucarera: La extracción y producción de azúcar de remolacha involucra altas temperaturas (68-78°C) después del troceado de la remolacha, lo cual genera la desnaturalización de las membranas celulares favoreciendo la salida de la sacarosa del interior de las células. La desnaturalización ocasiona la contaminación del medio de extracción disminuyendo la pureza y la calidad del extracto.

La implementación previa de PEAV al proceso de extracción del azúcar permite la permeabilización de las membranas celulares de la remolacha, mejorando la transferencia de masa, disminuyendo las temperaturas y el gasto de energía en el proceso. (Alimentatec, 2011).

Tecnologías de extracción

Ultrasonido

El ultrasonido (US) es una onda sonora o acústica cuya frecuencia es superior a la perceptible por el oído humano (mayor *de* 16 kHz). (Aguilera, 2006a) El US se caracteriza por la habilidad de transmitir moderadas cantidades de energía con pequeños movimientos mecánicos, utiliza altas frecuencias de vibración, moderados puntos de velocidad y aceleraciones extremadamente altas. (Aguilera, 2006b).

Desde el punto de vista industrial, el ultrasonido se puede dividir en dos grandes grupos: Ultrasonido de alta intensidad (UAI) y el ultrasonido de baja intensidad (UBI). El UAI es usado para modificar procesos o productos, mientras que el UBI se aplica para el diagnóstico.(Aguilera, 2006a; Farías, 2012; Lopéz-Malo., 2009).

Las aplicaciones y estudios de ultrasonido que se encuentran en la industria de alimentos incluyen:

Ultrasonido de baja intensidad (<1 W cm^{-2}): permite medir propiedades del medio en el que se propagan ya que las ondas no producen daño químico ni físico. (Farías, 2012; Vargas, 2007).

- Detección de material extraño
- Medida del espesor de materiales
- Determinación de composición de un alimento
- Tamaño de partícula
- Cambios de fase

Ultrasonido de alta intensidad (10-1000 W cm^{-2}): puede inducir cambios físicos o promover reacciones químicas.

- Limpieza y desinfección
- Mezclado y emulsificación
- Destrucción microbiana
- Impregnación
- Filtración
- Cristalización y precipitación
- Ablandamiento de carne
- Congelación
- Deshidratación
- Extracción

La extracción asistida por ultrasonido (EAU) utiliza sonidos de alta frecuencia, con el fin de desprender el compuesto buscado del material vegetal. Las partículas sólidas y liquidas vibran y se aceleran ante la acción ultrasónica, como resultado el soluto pasa rápidamente de la fase solida al solvente (Vargas, 2007).

Stasiak y colaboradores han mostrado el uso de ultrasonido para mejorar el rendimiento en la extracción de azúcar a partir de remolacha, utilizando un baño de ultrasonido operado a 25 kHz y 200 W. La sonicación aceleró la difusión de azúcar, tanto a temperaturas de 18 º C como de 77,6 º C, generando un mayor contenido de materia seca (4-6 %) y de azúcar (7-22 %). El contenido de azúcar extraído dependió del tiempo de exposición y la temperatura de extracción. En particular, el efecto de la extracción asistida por ultrasonido a 5 minutos fue equivalente a 20 min de extracción en condiciones tradicionales. A menor tiempo y temperatura más baja, mayor eficiencia y pureza del jugo. (Stasiak, 2005).

Secado por aspersión

El secado por aspersión, atomización o spray dryer no solo es utilizado ampliamente en la industria de alimentos, sino en la farmacéutica, la química y agrícola. Consiste, en atomizar el material que se encuentra en estado líquido, ya sea como disolución o como dispersión, en forma de finas gotas sobre una corriente de gas calentado. (Cortés Arminio, 2009) Cuando las pequeñas gotas del líquido se ponen en contacto con el gas a mayor temperatura, se produce una rápida evaporación del disolvente, formándose una fina película del material de recubrimiento que se encuentra disuelto en él. (Cortés Arminio, 2009).

La encapsulación es un proceso o técnica en la cual un compuesto bioactivo es encapsulado por un biopolímero (Sandoval Aldana, 2011).

La encapsulación por secado por aspersión es una técnica económica, flexible y adaptable. La microencapsulación provee un medio de envasar, separar y almacenar materiales en escala microscópica para su liberación posterior bajo condiciones controladas. El material que es cubierto se refiere como fase interna o compuesto activo y el material que lo recubre es llamado pared o matriz y generalmente no reacciona con el material a encapsular (Cortés Arminio, 2009; Martin Villena MJ, 2009). Existen diferentes agentes encapsulantes que se utilizan:

- Polisacáridos: almidón, maltodextrina, jarabe de maíz, goma arábiga, etc.
- Lípidos: fosfolípidos, grasas hidrogenadas, ácidos grasos, esteroles de plantas, etc.
- Proteínas: gelatina, caseína, suero de leche, soya, trigo, etc.
- Polímeros: PEG, PVA, PVP, derivados de celulosa, etc.

La microencapsulación se aplica para preservar y/o proteger la estabilidad de ingredientes alimenticios en condiciones de procesamiento, empacado y almacenamiento, cubrir y/o enmascarar sabores, colores y olores indeseados, entre otros.

Los componentes de un equipo de secado por aspersión esencialmente son, un sistema de alimentación del líquido, un dispositivo de atomización, una cámara de secado y un sistema de recuperación del producto seco.

Para efectuar la microencapsulación, el encapsulante se disuelve en un disolvente apropiado y en esta disolución se agrega y homogeniza el material a encapsular (Berna; Cortés Arminio, 2009). La mezcla es alimentada al secador por aspersión la cual se atomiza por medio

de una boquilla. El aire caliente proporciona el calor de evaporación requerido para formar la cápsula alrededor del material central por atracción másica, produciéndose la microencapsulación. La distribución de las partículas obtenidas son en general menores a 100µ y su recolección se realiza mediante ciclones (Berna; Sandoval Aldana, 2011).

Discusión y conclusiones

En la naturaleza encontramos actualmente una gran variedad de productos sintetizados por las plantas que han sido procesados por el hombre, y que tienen propiedades edulcorantes.

En la búsqueda de un edulcorante “ideal”, se encuentra una alta exigencia, ya que se debe reunir una serie de requisitos que sobrepasen los existentes actualmente en la industria alimentaria. Dulce como el azúcar, sin color, sin olor, de sabor agradable (la mayoría son amargos), que no sea tóxico, ni cancerígeno; disponible, soluble en agua, que ayude al control de la diabetes, anticariogénico, estable en un pH y temperatura, son algunas de condiciones y características de un edulcorante ideal, además de ofrecer un bajo costo. Entonces surge la inquietud: ¿existe un edulcorante ideal? .

El almidón es el principal polisacárido de reserva de las plantas, se encuentra en gran variedad de tejidos, semillas, tubérculos, frutas y hojas. Esta formado por dos cadenas: amilosa y amilopectina, ambas compuestas por glucosa. Este a su vez hace parte de los carbohidratos no estructurales en las plantas y es evidente que la concentración varia dependiendo del estado de madurez del alimento; en ciertas frutas la concentración es elevada durante el crecimiento y desarrollo de los frutos, lo cual se va perdiendo a medida que estos maduran; ya que hay una degradación de azucares simples, siendo inversamente proporcional el incremento de ellos a medida que aumenta la madurez.

La variedad de tubérculos andinos existentes en nuestro país es diversa. La fuerte identidad que representan para ciertas zonas del país, es definitivamente relevante. La ibia, el

cubio y la ruba son tubérculos base de una alimentación ancestral, que por años se han mantenido, pero poco a poco han sido relegados solo a la población que los produce. Se conocen varias alternativas en el aprovechamiento de los atributos culinarios, físicos, químicos y funcionales de estos productos que van en decrecimiento y son tan especialmente apetecidos y aprovechados por quienes los conocen. Procesos artesanales en la elaboración de mermeladas, caramelos, tortas, confitados nos permiten dilucidar un panorama en el que estos tubérculos andinos puedan ser empleados para la extracción de edulcorante calóricos o no, ya que varios de ellos incrementan su poder endulzante cuando son cocidos o simplemente se exponen al sol.

Las diferentes tecnologías aplicadas en la industria alimentaria para la extracción de edulcorantes, a partir de raíces como la remolacha, se convierten en herramienta para formular procesos que permitan la extracción de carbohidratos de otros tubérculos; como los encontrados en el centro del país (Colombia), puedan ser usados para la fabricación de productos alimenticios o sea la base para otros productos, y de esta manera generar un desarrollo sostenible del campo colombiano.

La revisión bibliográfica evidencia el contenido de carbohidratos presentes en la estructura y composición de los diferentes tubérculos que son objeto de estudio, por lo cual se hace necesario verificar que su obtención y aplicación en la industria sea viable, para ampliar las fuentes de azúcares usados en alimentos, donde además se reconoce y valoriza la identidad de un territorio a través de los productos endémicos.

Referencias

Aguilar, Noé. (2006). Lo dulce del azúcar. *Revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad veracruzana, 19*.

Aguilera, Cesar Augusto Rosero Jiménez y Martha Carolina Sarmiento. (2006a). *Determinación del efecto de tratamiento de ultrasonido sobre la estabilidad reológica de la pulpa de mango (mangifera inidica linn) y estudio de factibilidad para su exportación a la comunidad europea.* (Ingeniero de producción agroindustrial e ingenieria industrial), Universidad de la Sabana, Bogotá.

Aguilera, Cesar Augusto Rosero Jiménez y Martha Carolina Sarmiento. (2006b). *Determinación del efecto de tratamiento de ultrasonido sobre la estabilidad reológica de la pulpa de mango (mangifera inidica linn) y estudio de factibilidad para su exportación a la comunidad europea.* . (Ingeniero de producción agroindustrial e ingeniero industrial.), Universidad de la sabana, Bogotá.

Alimentaria, Foro Mundial sobre Soberanía. (2001). Habana, Cuba.

Alimentatec. (2011). Mejora de los procesos de extracción mediante pulsos eléctricos de alto voltaje.

AM Herrero, MD Romero de Avila. (2006). Innovaciones en el procesado de alimentos: Tecnologías no térmicas. *Revista médica univ navarra, 50*(4), 71-74.

Bermúdez-Aguirre, Gustavo V. Barbosa-Cánovas y Daniela. (2010). Procesamiento no térmico de alimentos. *Scientia Agropecuaria*.

Berna, Miguel Lozano. *OBTENCIÓN DE MICROENCAPSULADOS FUNCIONALES DE ZUMO DE Opuntia stricta MEDIANTE SECADO POR ATOMIZACIÓN.* (Ingeniería Técnica Industrial, especialidad en Química Industria), Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena.

Coenders, A. (2011). *QUIMICA CULINARIA. Estudio de lo que les sucede a los alimentos antes, durante y después de cocinados.* Zaragoza, España.: Acribia S.A.

Cortés Arminio, C. I. . (2009). *Encapsulación de Lactobacillus casei mediante secado por atomización utilizando aguamiel como agente encapsulante.* (Ingeniero de Alimentos), Universidad de las Américas, Puebla.

Doutre-Roussel, Chloé. (2007). *Chocolate para entendidos. Guía práctica para catarlo y disfrutarlo.* . España: Bonvivant.

Duke, James A. (1983). *Handbook of Energy Crops*. Indiana, U.S.A.

elbullitaller, Alicia y. (2006). *LEXICO CIENTÍFICO GASTRONÓMICO, Las claves para entender la cocina de hoy.* (J. M. Pinto, Trans. Planeta Ed.). Barcelona, España.

Elena Villacrés, Beatriz Brito y Susana Espín. (2009). Caracterización Físico - Química, Nutricional y Funcional

de Raíces y Tubérculos Andinos. 26.

Enfásis, Revista. (2012). Edulcorantes.

Fao. (1996). Declaración de Roma sobre la seguridad alimentaria mundial y en el Plan de Acción de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación. Declaración de Roma sobre la seguridad alimentaria mundial y en el Plan de Acción de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación.

FAO. (2006). REMOLACHA (Beta vulgaris) fichas técnicas productos frescos y procesados.

Farías, Diamara Vergara. (2012). *Ultrasonido en la industria de los alimentos.* Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile.

Fuentes, Ximena Cadima. (2006). Tubérculos. *Botanica Económica de los Andes centrales*, 23.

Guía del chocolate. (2013).

ICCO. (2013). Boletín Trimestral de Estadísticas del Cacao.

J.R. Magness, G.M. Markle y C.C. Compton. (1971). *Food and feed crops of the United States. A descriptive list classifid accordin to potencials for pesticide residues* (Vol. 1).

Lopéz-Malo., J. Goméz-Díaz y A. (2009). Aplicaciones del ultrasonido en el tratamiento de alimentos. *Temas selectos de ingenieria de Alimentos, 3*(1), 59-73.

Lucas Lizandro Díaz Montejo, Eduardo Tomás Portocarrero Rivera. (2002). Manual de Producción de Caña de Azúcar (Saccharum officinarum L.).

Martin Villena MJ, Morales Hernández ME, Gallardo Lara V y Ruiz Martínez MA. . (2009). Técnicas de microencapsulación; una propuesta para microencapsular probióticos Ars Pharm. *50*(1), 43-50.

Perafán, Felipe. (2009). La caña de azúcar.

Pérez Esqueda, A. . (2006). *La importancia del chocolate en la gastronomía mexicana.* (Tesis Licenciatura. Administración de Hoteles y Restaurantes).

Rivera, N.A. (2006). Lo dulce del azúcar: La Ciencia y el Hombre *Revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad veracruzana, 19.*

Rivero, Ángel Fálder. (2004). Azúcares y mieles *Encicolopedia de los alimentos*, 13.

Sandoval Aldana, A., Rodríguez Sandoval, E., & Ayala Aponte, A. . (2011). Encapsulación de Aditivos para la Industria de Alimentos. . *Revista Ingeniería y Competitividad, 5*(2), 73-83.

Stasiak, D.M. . (2005). The ultrasound-assisted sugar extraction from sugar beet cossettes. . *Technica Agraria*, *4*(2), 8.

Vargas, Rocío Azuola y Pedro. (2007). Extracción de sustancias asistida por ultrasonido (EUA). *Tecnología en marcha*, *20*(4).