



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**EDULCORANTES NATURALES: LA ESTEVIA REBAUDIANA, SUS
CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES.**

Trabajo Escrito vía cursos de educación continua

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS**

PRESENTA

NEFTALI YIRÉ RESENDIZ MORALES



MÉXICO, D.F. AÑO 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Profesor: M en C. Lucia Cornejo Barrera

VOCAL: Profesor: Q.F.B. Rodolfo Fonseca Larios

SECRETARIO: Profesor: M en C. Eduardo Molina Cortina

1er. SUPLENTE: Profesor: Q.F.B Juan Manuel Díaz Álvarez

2° SUPLENTE: Profesor: IQ. Jorge Rafael Martínez Peniche

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM

ASESOR DEL TEMA:

Rodolfo Fonseca Larios _____

SUSTENTANTE:

Neftalí Yiré Reséndiz Morales _____

Agradecimientos.

Gracias a todas las personas que directa o indirectamente han contribuido a formarme en la persona que ahora soy y que me han alentado a llegar a cumplir todas mis expectativas en cada ámbito de mi vida.

Principalmente agradezco a mi familia ya que cada uno de los integrantes de ella son igualmente especiales para mí y han estado presentes en todos los momentos de mi vida ya sean buenos, malos, de dificultades, de estrés, de satisfacción y me han apoyado incondicionalmente y han soportado esos cambios de ánimo vividos en este largo y complicado camino para concluir esta etapa tan importante.

Agradezco especialmente a mi mamá que ha estado dedicada en cuerpo y alma a mis hermanas y a mí. A ella que se ha desvelado conmigo, se ha mal pasado conmigo y ha esperado con las mismas ansias el resultado de una calificación y celebrado cada triunfo y me ha levantado y alentado en los momentos en los que no creía poder continuar. Por todo eso sé que gran parte de este resultado se lo debo a mi mamá. Agradezco a mis hermanas que son fuentes de inspiración para dar lo mejor de mí y ser un buen ejemplo para ellas. Gracias a mi papá que me ha dado todas las herramientas para conseguir lo que quiero y sé que a su manera está orgulloso de cada paso que doy. Sé que sin mis papás no sería la persona que soy. Gracias a Sebastián que es el gran ángel de la familia y que su presencia simplemente nos haces felices a todos y en especial a mí.

También agradezco a todos mis amigos que han estado conmigo en diferentes etapas, unos que sin importar la distancia, el tiempo ni nada son parte de mi vida y lo serán siempre y sea lo que necesite sé que contaré con ellos incondicionalmente, amigos que se han convertido en parte de mi familia y que contarán conmigo como sé que yo cuento con ellos. A mis amigos de la facultad con los que sufrí y disfruté la estancia en mi muy querida y respetada Universidad, amigos que desde el inicio hasta el fin han sido un apoyo fundamental en la culminación de este proyecto y que continúan ayudándome a que las cosas salgan bien.

Gracias a todos los profesores que compartieron su conocimiento y me guiaron para este trabajo y en toda la estadía en la gran Facultad de Química. Gracias a todas las personas que fui encontrando en el camino y que contribuyeron en lo que ahora soy, por su apoyo, cariño y buenos deseos.

Y gracias a Dios que me dio la vida y me ha puesto en el lugar y momento indicado para poder conocer a las personas correctas que me han guiado y enseñado lo necesario para concluir de forma adecuada este proyecto tan importante, sin él no estaría aquí.

INDICE.

1. Introducción.....	2
2. Objetivo general.....	4
2.1 Objetivos particulares.....	4
3. Generalidades de los edulcorantes naturales.....	5
3.1 Parámetros de aprobación de un edulcorante.....	6
3.2 Usos generales de los edulcorantes.....	8
3.3 La Sacarosa: El edulcorante natural más consumido.....	8
4. Edulcorantes Intensos Naturales.....	10
4.1 Edulcorantes de naturaleza proteínica.....	11
4.1.1 Taumatina.....	12
4.1.2 Monelina.....	16
4.2 Terpenos glucosídicos.....	18
4.2.1 Hernandulcina.....	19
4.3 Edulcorantes de naturaleza glucosídica.....	21
4.3.1 Glicirrizina.....	23
4.3.2 Mogrósidos (Luo Han Guo).....	29
4.3.3 Filodulcina.....	34
4.3.4 Esteviósido y Rebaudiósido A (Estevia).....	36
5. Discusión.....	58
6. Conclusiones.....	64
7. Bibliografía.....	66

Introducción.

La capacidad de disfrutar la dulzura de un alimento es algo innato en los seres humanos, ya sea de forma natural como en el momento en que se consume una fruta, o adicionada como en una bebida o un postre. Desde tiempos remotos se ha utilizado azúcar (sacarosa) como edulcorante de origen natural.

Sin embargo, hay condiciones asociadas al consumo de la sacarosa que tienen incidencia actual en el comportamiento de los consumidores y que se ha visto relacionada con condiciones de salud adversas como la obesidad, caries y muy alarmantemente la diabetes e hipertensión.

Particularmente todas estas enfermedades, se relacionan al aporte calórico de la sacarosa (4 cal/g) y al mecanismo bacteriano que se desarrolla en la boca por su almacenamiento.

Primeramente se necesita definir lo que es un edulcorante para comprender la dirección del trabajo. De forma sencilla los edulcorantes son sustancias que endulzan los alimentos. Pueden ser naturales o sintéticos. Que de acuerdo a su contenido energético se clasifican en calóricos y no calóricos.

Los edulcorantes se emplean en los alimentos por varias razones: para dar sabor dulce, para dar cuerpo al alimento, para proporcionar cierto aporte calórico, y para actuar como conservador. Además son agentes de palatabilidad, propiedad que se describe como el conjunto de características organolépticas de un alimento, independientemente de su valor nutritivo, que hacen que para un determinado individuo dicho alimento sea más o menos placentero. Por todo esto los sustitutos de azúcar o endulzantes alternativos son un área de mucho potencial en la tecnología de los alimentos. El uso de edulcorantes como aditivos en la elaboración de alimentos está ampliamente difundido al ser una gran opción para sustituir el uso de sacarosa por edulcorantes de bajo aporte calórico y que sean a su vez de alta intensidad, que puedan enfrentar el incremento de problemas nutrimentales y de salud en la población adulta e infantil.

El problema principal que se presenta en el campo de los endulzantes sustitutos del azúcar de alta intensidad, es la presencia de percepciones gustativas secundarias, conocidas como regustos o resabios que pueden ser metálico,

amargo, mentolado o alicorado entre otros, este problema es causado por usar los endulzantes en concentraciones inadecuadas. Actualmente se están realizando trabajos para minimizar este tipo de problemas, utilizando mezcla de edulcorantes o mezcla de edulcorantes con algún otro aditivo que ayuden a enmascarar el resabio.

Los sustitutos de azúcar “naturales” son de origen vegetal mientras que los “artificiales” son elaborados mediante síntesis química.

Otra forma de clasificar a los edulcorantes es en tres grupos. Los azúcares que incluyen obviamente a la sacarosa, el jarabe de glucosa y la dextrosa.

El grupo de los azúcares-alcoholes, al cual pertenecen el sorbitol, xilitol, manitol y jarabe de glucosa hidrogenada, fundamentales en la industria de productos de confitería sin azúcar.

Y finalmente los edulcorantes de alto poder endulzante, al cual pertenecen los edulcorantes naturales y artificiales, los cuales se caracterizan por ser cierto número de veces más dulces a menores concentraciones que la sacarosa, pero sin que ninguno pueda igualar el sabor de la sacarosa. Además su valor nutritivo es escaso o nulo, sin aporte calórico, factor que ha despertado el interés en ellos. El creciente aumento de los estudios realizados en este sector, refleja la preocupación creciente de la sociedad por lograr obtener en el mercado sustancias de buena calidad alimenticia aptas para grupos de consumidores con necesidades específicas como los diabéticos, o que respondan a la actual demanda de productos bajos en calorías y de origen natural. Donde los esteviósidos, rebaudiósidos, glicirrizinas, la taumatina y mogrósidos entre otros, son los edulcorantes naturales que cumplen con la mayoría de las expectativas de este tipo de productos, gracias a su dulzor intenso y principalmente por poseer beneficios más allá de solo endulzar.

Objetivo General.

Ampliar el panorama de la situación actual de los edulcorantes naturales respecto a lo que se conoce de ellos en el sentido técnico, científico, legal y comercial. Abordando información de carácter científico que sea certera, además permita identificar y discernir cual o cuales endulzantes naturales pueden ser la mejor opción para sustituir, reemplazar o disminuir el consumo de sacarosa y de cualquier endulzante de tipo artificial, considerando sus ventajas, desventajas y sus efectos en el organismo.

Objetivos Particulares.

- Actualmente los consumidores están optando por adquirir productos alimenticios que puedan considerarse como naturales, debido a que se sienten más seguros al consumir este tipo de alimentos. Aunado a esta inclinación por alimentos que pese a ser procesados puedan seguirse considerando naturales y a los problemas de obesidad de la población mexicana y mundial, relacionada al incremento de diabetes en la población infantil y adulta (14.4 % de mexicanos), se abre la opción a utilizar un sustituto de azúcar en los alimentos, y que este sustituto de azúcar sea de origen natural. Por lo tanto el objetivo es compaginar esta necesidad con proporcionar una opción para endulzar alimentos, que tengan la característica de no tener un aporte calórico y que además sean naturales. El proporcionar información amplia y detallada sobre este tipo de edulcorantes es el propósito que se tiene.
- Reconocer cual de los edulcorantes naturales citados es la mejor opción en el mercado, cual tiene más ventajas y si podría alguno proporcionar beneficios más allá de el de endulzar.
- Confirmar o refutar si la Estevia puede ser o es el edulcorante natural con más probabilidades de explotarse en el uso de los productos alimenticios.

Generalidades de los endulzantes naturales.

Por largo tiempo, los productores de alimentos han usado el azúcar como el endulzante de preferencia para sus formulaciones. Cualquier otra posibilidad de edulcorantes, ya sean sintéticos o naturales, no era considerada por su alto costo o diferencias en las características organolépticas aportadas.

Posteriormente el desarrollo de una gran variedad de edulcorantes artificiales propicio que estos comenzaran a usarse en una amplia gama de alimentos y bebidas.

Actualmente, no solo el aumento del consumo de alimentos naturales ha incrementado los esfuerzos por encontrar compuestos dulces de alta intensidad en plantas, tallos o frutas, además se busca eliminar problemas de toxicidad, resabios en el sabor, dificultades con la estabilidad o precios excesivos de los edulcorantes alternativos [11].

Los compuestos orgánicos de las plantas son metabolitos de gran importancia, con varias aplicaciones, tales como el farmacéutico, agroquímicos y en diversos materiales industriales. Algunos de estos compuestos se han encontrado como potenciadores del dulzor, de 50 a 1000 veces más dulces que la sacarosa [7].

Los endulzantes o edulcorantes naturales más consumidos o más conocidos por la mayoría y enfoque de este trabajo son la glicirrizina, los esteviósidos y rebaudiósidos de la Estevia, mogrósidos, filodulcina que son todas de origen vegetal. El interés en estos endulzantes es debido a su participación en las formulaciones de algunos tipos de alimentos, por que tras varios años de estudio se ha detectado que en su mayoría han sido utilizados desde hace varios años por diferentes culturas identificándose beneficios especiales y otras aplicaciones para la salud. La taumatina y monelina que son proteínas dulces y algunos terpenos glucosídicos como los rubusósidos y la hernandulcina por mencionar algunos. El aporte calórico de los edulcorantes naturales mencionados anteriormente es insignificante o ninguno (Ver Tabla 1).

Naturaleza	Edulcorante	Poder endulzantes	Aporte calórico	Origen
Glucosídica	Filodulcina	400	Sin aporte calórico 0 kcal/g	<i>Hydrangea macrophylla</i> Seringe var. <i>thunbergii</i>
	Esteviósido	250-300	Sin aporte calórico 0 kcal/g	<i>Stevia rebaudiana</i>
	Rebaudiósido A	350-450	Sin aporte calórico 0 kcal/g	<i>Stevia rebaudiana</i>
	Glicirrizina	50-100	Sin aporte calórico 0 kcal/g	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.
	Mogrósidos	300-425	Sin aporte calórico 0 kcal/g	Luo Han Guo
Proteínica	Taumatina	1600-3000	4 kcal/g	<i>Thaumatococcus daniellii</i>
Hidrato de Carbono	Sacarosa	Es la referencia de dulzor	4 kcal/g	Caña de azúcar

Tabla 1. Edulcorantes naturales más empleados en la industria alimentaria.

El endulzante natural más antiguamente conocido es la sacarosa. La miel también es un endulzante natural, es mucho más rica que el azúcar de mesa en su contenido de minerales y vitaminas. Tanto el azúcar como la miel son fuente de energía de fácil y rápida asimilación [2].

La miel y el azúcar tienen un aporte calórico importante, el cual se desea poder disminuir, por lo tanto se está promoviendo la sustitución en la ingesta de estos endulzantes por parte de las personas adultas y de forma muy destacable en los niños para prevenir, evitar y ayudar a las personas que padecen obesidad y diabetes. La sustitución de endulzantes que aporten calorías y de los del tipo artificial por cuestiones de desconfianza del consumidor ha propiciado este auge en los endulzantes naturales de los que se hace referencia en este trabajo.

Parámetros de aprobación de un edulcorante.

El sector de la población infantil es el más vulnerable a padecer problemas por la ingesta de cualquier tipo de aditivo que no cumpla con estudios toxicológicos completos, pero no solo ellos se pueden ver afectados, sino cualquier grupo de

consumidores, por lo tanto la aprobación de un endulzante es muy restringida. Se requieren estudios toxicológicos más profundos y especializados para evitar cualquier riesgo contra la salud de los consumidores que ingieran cualquier tipo de aditivo, particularmente para este trabajo de los edulcorantes.

Todos los edulcorantes naturales como artificiales son estudiados en animales antes de ser aprobados para su consumo en los diferentes países.

Estos estudios ayudan a determinar datos sobre el edulcorante como el valor ADI de cada uno de ellos (Ingesta Diaria Admitida), que es la cantidad de una sustancia en los alimentos que puede ser ingerida diariamente durante toda la vida por los seres humanos sin riesgo apreciable para la salud.

Otro concepto importante a considerar para poder aprobar un aditivo, particularmente la aprobación de un edulcorante, es el valor de la dosis letal media (LD_{50}) que es el valor el cual representa la dosis suficiente para matar a la mitad de la población. Los animales usualmente utilizados en los estudios para determinar este valor son ratones, ratas, conejos y hámster. El valor del LD_{50} solo identifica la dosis que puede representar un riesgo para un humano. A mayor LD_{50} , menor toxicidad aguda. Por otra parte en los estudios toxicológicos también se determinan parámetros como la DE_{50} (dosis efectiva), valor que representa la dosis que produce en el 50 % de los animales un efecto específico no letal. Y el NOEL el cual es el nivel sin efecto adverso observado, o la dosis más alta que no produce efecto tóxico. Para establecer un NOEL se necesitan múltiples dosis, una población amplia e información complementaria para garantizar que la ausencia de respuesta no es un mero fenómeno estadístico. El LOEL es la mínima dosis efectiva observada en una curva de dosis-respuesta, (es decir, la dosis mínima) que produce un efecto.

Cada uno de los conceptos mencionados son valores que se determinan por medio de estudios toxicológicos y que son indispensables para que legalmente sean aprobados por cada comité regulatorio como la FDA (Food and Drug Administration), el CODEX ALIMENTARIO entre muchos otros que son los que regulan y aprueban el uso y consumo de un aditivo.

Usos generales de los edulcorantes.

En la industria de la confitería en sus orígenes, la sacarosa y la miel eran las principales sustancias endulzantes que participaban en las formulaciones de los productos de confitería; se usaron la glucosa o la fructosa solas o en forma de azúcar invertido y después los jarabes de glucosa complementando las materias primas de la industria de los productos azucarados. Actualmente se ha visto enriquecida la industria confitera con la introducción de edulcorantes de alta intensidad, bajos en calorías y que no ocasionen caries ya sean naturales o artificiales. Las principales operaciones tecnológicas de la confitería son la vitrificación de azúcares y caramelos cocidos; cristalización para productos como fondants y fudges; osmosis ejemplificado en las frutas confitadas; gelificación de pastas de frutas y esponjamiento para gomas de mascar y turrón francés.

El campo de la utilización de los edulcorantes abarca una amplia gama de productos tales como bebidas refrescantes, helados, productos de pastelería y repostería, productos lácteos y alimentos para regímenes especiales infantiles y para adultos. Además se tiene el objetivo de fomentar una promoción de la salud, con una gran serie de estudios, políticas e intervenciones que se proponen como una de las metas nutricionales para la población mundial, el control del consumo excesivo de los edulcorantes artificiales, de sacarosa y el incremento del consumo de hidratos de carbono complejos, edulcorantes naturales y de fibra, con el fin de alcanzar y mantener una alimentación saludable.

La Sacarosa: El endulzante natural más consumido.

A lo largo del mundo el endulzante natural más extensamente usado es la sacarosa, el azúcar correspondiente a la denominación en el lenguaje común, obtenida de la caña de azúcar o de la remolacha de azúcar.

Se extrae de la caña de azúcar, vegetal que procede de las islas del Pacífico Sur, después pasó a Filipinas y de ahí al continente asiático. En la india, el jugo de la caña de azúcar ("gur") se utilizaba ya unos 500 años AC, y en la época de Alejandro Magno, hacia el 320 AC, se extendió su cultivo a Persia.

No se ha podido determinar cuando se comenzó a comercializar el azúcar cristalizado, pero posiblemente fue en la época romana. En 1493 pasó a la isla de Santo Domingo, de donde se extendió al resto de América.

A partir de la década de 1870, los nuevos desarrollos industriales, sobre todo en Alemania, convirtieron a la remolacha en el origen de la mayoría de la sacarosa consumida de Europa. Su cultivo se extendió también por Norteamérica.

La producción mundial actual de azúcar (sacarosa) es de unos 145 millones de toneladas, de los cuales 16 millones son azúcar de remolacha obtenida en Europa. Los principales productores de azúcar en el mundo son: Brasil, India, Europa, China, EEUU, Tailandia, México, Australia, Pakistán y Rusia [11] [14].

Estructura de la Sacarosa.

La sacarosa es el oligosacárido más abundante en los vegetales. Está formada por una unidad de glucosa unida a otra de fructosa por un enlace α 1,2 (Ver Gráfico 1). La sacarosa es muy soluble en agua, especialmente en caliente.

La sacarosa es un azúcar no reductor, lo que es particularmente importante al considerar la posibilidad de que se produzca o no con ella la reacción de Maillard. La mezcla de glucosa y fructosa producida por hidrólisis de la sacarosa se conoce como "azúcar invertido".

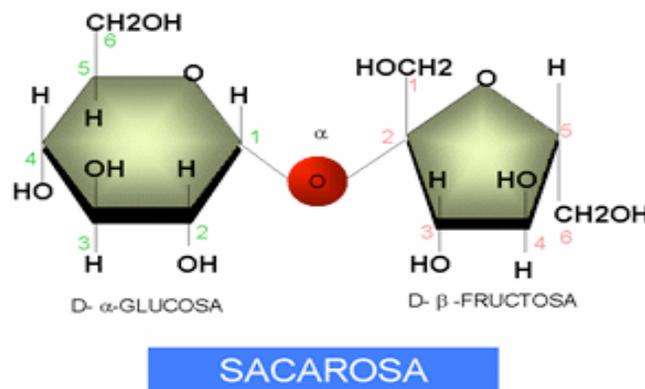


Gráfico 1. Estructura de la sacarosa.

Ventajas.

La sacarosa es por excelencia la sustancia natural preferida por el sabor dulce que provoca al consumirse, el sabor es limpio y no está relacionado con ningún

resabio. Otras propiedades deseables de la sacarosa es su estabilidad a procesos de agitación, es soluble en agua, su producción es económica y un buen agente que da volumen. El azúcar consumido en cantidades recomendadas constituye una fuente de energía para el cerebro y el sistema nervioso [1].

Desventajas.

Se han encontrado efectos indeseables al consumo de sacarosa como la formación de caries, problemas de hipertensión, diabetes y principalmente un aporte calórico alto causante de la obesidad.

Problemas críticos de salud que han provocada una disminución en la ingesta de la misma [1].

EDULCORANTES INTENSOS NATURALES.

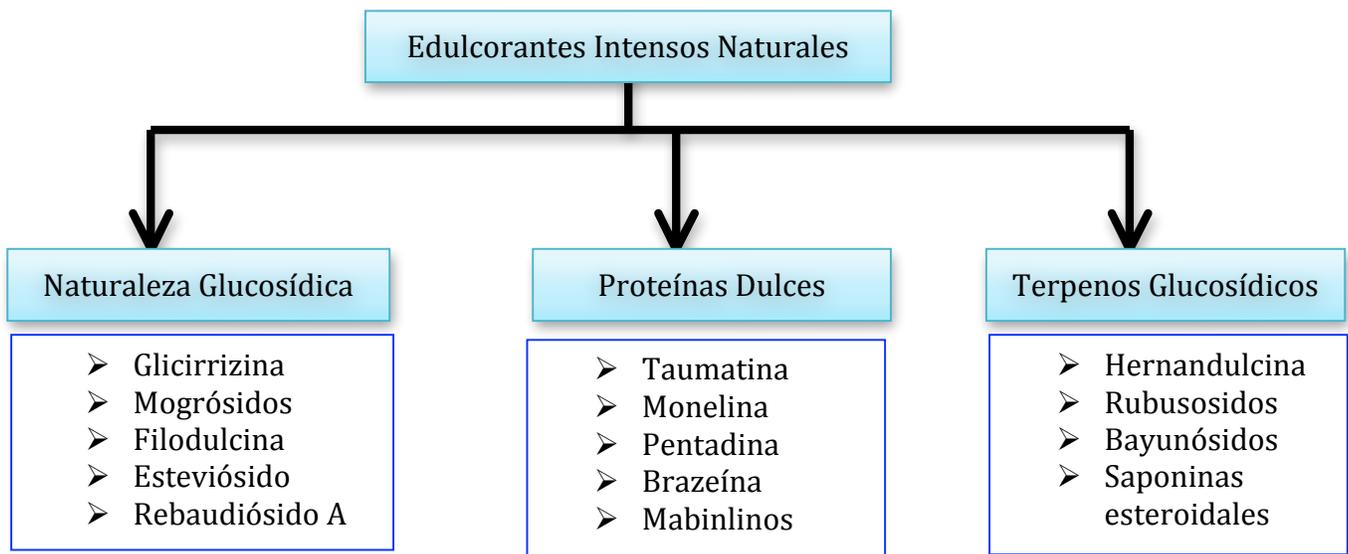


Gráfico 2. Mapa de los grupos en los que se clasificó a los edulcorantes naturales para este trabajo.

EDULCORANTES DE NATURALEZA PROTEÍNICA.

El aspartame es el metiléster de dos aminoácidos naturales, el ácido aspártico y la fenilalanina, que fue de los primeros edulcorantes de naturaleza proteica que comenzaron a utilizarse, el aspartame es denominado como edulcorante artificial debido al tipo de síntesis del mismo. Las controversias sobre el consumo del aspartame comenzó cuando se encontraron casos de malestares en la salud de los consumidores del edulcorante artificial, los estudios encontraron que los problemas estaban ubicados en la población que padecía fenilcetonuria, trastorno que aparece al nacimiento e impide al organismo procesar adecuadamente la fenilalanina por lo tanto el aminoácido se concentra y al ser toxico para el paciente puede provocarle un daño en el desarrollo del cerebro, lo que satanizo el consumo de aspartame provocando que se este intentando sustituir su uso por el de otros edulcorantes alternativos, así como llegar a ocasionar que de igual forma se disminuya de forma significativa el consumo del mismo. Lo cierto es que los casos de enfermos que padezcan fenilcetonuria son muy escasos y aislados pero la falta y mala información son la verdadera razón de que se haya disminuido el consumo de aspartame ya que han generado desconfianza sobre la seguridad del edulcorante, pese a que estudios científicos avalados por la FDA que después de arduas investigaciones concluyeron que no hay evidencias razonables de posibles daños en la salud de los consumidores, tanto la FDA como JECFA declararon como seguro al aspartame, lo que refleja que es necesario estar bien informado y no falsamente informado. Sin embargo la situación con el aspartame fue el preámbulo para que se comenzaran estudios más detallados en los edulcorantes de naturaleza proteínica y en esta línea se estudiaron los edulcorantes de naturaleza proteínica de origen natural.

Gracias a ciertas proteínas aisladas de frutas tropicales como la Taumatina, Monelina y Brazeína entre otros, se ha roto la teoría de que solo las moléculas pequeñas eran dulces [11].

Taumatina.

Origen y Características.

La proteína dulce más representativa es la Taumatina. Se conocen aproximadamente cinco tipos de esta proteína, pero los compuestos más abundantes que se conocen son la Taumatina I y II estos se obtienen de una fruta del Oeste de África conocida como *Thaumatococcus daniellii* proveniente del árbol llamado Katemfe, (Ver Gráfico 3). La Taumatina I y II tienen 207 residuos de aminoácidos cada uno [8] [11].



Gráfico 3. Fruto *Thaumatococcus daniellii* del que se extrae la Taumatina.

La versión comercial es una mezcla de ambos tipos y se ha utilizado como edulcorante de alta intensidad en países como Australia, Japón e Inglaterra [7] [11]. La Taumatina es un polvo blanco que puede llegar a verse ligeramente café, la Taumatina I tiene una intensidad de dulzor relativa que va de 1600 a 3000 veces mayor que la sacarosa. La Taumatina tiene un aporte calórico de 4 kcal/g. Los productos a base de Taumatina se pueden comercializar como productos bajos en calorías. Debido a que el dulzor de esta proteína es tan intenso que las cantidades en las que se usa son mínimas, es prácticamente despreciable el aporte calórico de las mismas. El dulzor que provee se detecta muy lentamente y se va construyendo un residual intenso de larga duración y puede percibirse una sensación de frescura tipo mentolado [14].

De su estructura química se desprende la ausencia del aminoácido histidina y la

presencia de una gran cantidad de puentes disulfuro que la sostienen, estabilizan y le brindan una gran estabilidad térmica. Así mismo, conviene destacar que el mantenimiento de su estructura tridimensional (estructura terciaria) es fundamental para mantener su sabor dulce (Ver Gráfico 4). Basta la simple ruptura del puente disulfuro entre las cisteínas 145 y 158 que son particularmente lábiles, para que el sabor dulce se pierda.

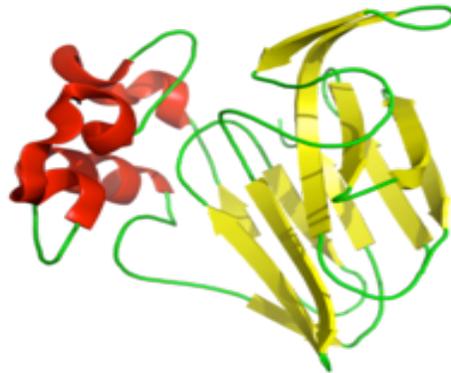


Gráfico 4. Estructura tridimensional de la Taumatina.

Producción.

El método tradicional para extraer esta proteína requiere de mucha mano de obra y es excesivamente caro. La taumatina se obtiene por extracción acuosa de los arilos del fruto de la cepa natural de *Thaumatococcus daniellii*.

La obtención industrial de taumatina en la actualidad es realizada por programación genética de microorganismos elevando drásticamente el costo. Al conocerse la secuencia de aminoácidos de la proteína y al no haber indicios de cadenas secundarias de aminoácidos poco comunes, ni enlaces peptídicos atípicos, se ha establecido a priori su inocuidad.

Tate & Lyle, una importante empresa productora de azúcar refinada en Gran Bretaña, comercializan un edulcorante a base de Taumatina obtenida en forma natural que se comercializa como "Talin". El fruto maduro se congela y se lleva al Reino Unido, donde la proteína se extrae y purifica.

Varias empresas de gran tamaño y de menor tamaño pero con un perfil biotecnológico de U.S.A y Europa están trabajando en procesos tecnológicos del ADN recombinante para producir Taumatina en un laboratorio. De 1985 a 1986 se

logro producir la proteína mediante clonación en Unilever en Holanda y en Ingene de U.S.A. Según la revista *Bioprocessing Technology*, si se logra aumentar los rendimientos de producción de la Taumatina a niveles convenientemente buenos en el aspecto económico, la producción de este edulcorante por medio de microorganismos pondría a la Taumatina en un papel competitivo frente al resto de los edulcorantes naturales. Empresas como International Genetic Engineering, Inc (INGENE) de California, ha patentado la secuencia de regulación genética que desarrollaron para producir la Taumatina en el laboratorio. Por su parte en Unilever fueron los primeros en expresar los genes de la Taumatina en células microbianas [11] [14].

Ventajas.

La Taumatina tiene la cualidad de ser muy estable a los pH más comunes en la industria de los alimentos desde un rango de pH de 3 a 9. Es muy soluble en agua, tiene gran estabilidad y una notable resistencia a la desnaturalización por calor, de modo que resisten temperaturas de hasta 100°C sin mayor alteración de su estructura, esta propiedad le permite a la Taumatina resistir la mayoría de los procesos de elaboración de los alimentos.

Otra particularidad importante, radica en que el umbral de percepción de ciertos sabores, se reduce considerablemente al emplear muy bajas concentraciones de dicho edulcorante, como en el caso de sabores de menta, donde el umbral se ve disminuido unas diez veces, logrando que se perciban más rápido algunos sabores como la de la menta y el chocolate. En casos como el sabor fresa, naranja y en general los sabores frutales, el umbral se reduce 2 o 3 veces. La Taumatina puede ayudar a disminuir hasta en un 50 % el uso de este tipo de sabores en los alimentos.

Su aporte calórico se vuelve insignificante al evaluar la cantidad de Taumatina que se suele usar en los alimentos, la cual es muy baja.

La Taumatina, puede ayudar a enmascarar regustos y al mismo tiempo redondear y mejorar el perfil de sabor y dulzura. Además de que no causa caries [3] [11].

Desventajas.

Es interesante hacer notar que ciertos polisacáridos ácidos como las carrageninas pueden interactuar con la Taumatina reduciendo sus efectos edulcorantes.

Debido a que la detección del dulzor es muy lenta debe de tenerse debida precaución para evitar sobre dosificar. Además de que se puede llegar a percibir un resabio no muy agradable por el consumidor.

El proceso de extracción es muy complicado, con bajos rendimientos y muy caros. Todo esto hace que la mayor desventaja sea el precio muy elevado en el mercado lo que influye en que no sea muy utilizada la Taumatina en gran variedad de alimentos [4].

Aplicaciones.

En Gran Bretaña, la Taumatina se emplea comercialmente en gomas de mascar, en café soluble, chocolates, productos sabor nuez, bebidas carbonatadas y en algunos otros saborizantes artificiales, debido a que refuerzan el sabor, se ha utilizado principalmente como saborizante y para enmascarar sabores indeseables en los alimentos. En Inglaterra está autorizada para endulzar medicinas, en USA para el chicle y en Australia como agente aromatizante [8].

Aspecto Legal.

La Taumatina comercializada bajo el nombre de Talin, es aprobada para su uso como endulzante bajo en calorías en los países de Inglaterra, Japón, Australia y Suiza y se encuentra en revisión en muchos otros países [11] [14].

En U.S.A la taumatina está catalogada como Reconocida Generalmente como Segura (GRAS: Generally Recognized as Safe) por la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos. El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) otorgó para la Ingesta Diaria Admitida (IDA) de la Taumatina, la calidad de no especificada, lo que significa que puede ser usada de acuerdo con las Buenas Practicas de Manufactura.

Posición en el Mercado.

El producto final, llamado Talin se vende a más de 6000 dólares el kilogramo. Es por ello que no se está utilizando mucho, The Talin Corporation es quien esta extrayendo y distribuyendo el producto como Talin. La compañía Natex UK también es una empresa encargada en la producción de Taumatina para aplicaciones como edulcorante, potenciador del sabor y enmascarar regustos.

Monelina.

Origen y características.

La Monelina es otra de las proteínas dulces extraída de una planta originaria de la zona tropical de África, recibe el nombre de *Dioscoreophyllum cumminsii*, de la cual la pulpa del fruto es intensamente dulce y las hojas extremadamente amargas (Ver Gráfico 5) [14]. Primeramente fue caracterizada como un hidrato de carbono, pero posteriormente fue aislada y caracterizada por Morris y Cagan investigadores de la firma Monell Chemical Senses Center, conjuntamente con Unilever Research como una proteína edulcorante a la que llamaron Monelina. Básicamente la Monelina IV es la más abundante de las Monelinas conocidas, que van denominadas de la Monelina I a la V [11].



Gráfico 5. Fruto *Dioscoreophyllum cumminsii* de donde se extrae la Monelina.

La Monelina esta constituida por dos cadenas polipeptídicas denominadas A y B, una de 45 aminoácidos y otra de 50 (Ver Gráfico 6).

Su poder edulcorante va de 1500 a 2000 veces más que el de la sacarosa. Como sucede con la Taumatina, es necesario que se mantenga la estructura tridimensional para que exista sabor dulce [14].

Pese a su poder edulcorante no puede ser usada en bebidas porque pierde su capacidad edulcorante con el tiempo.

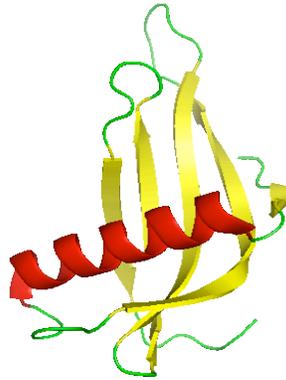


Gráfico 6. Estructura tridimensional de la Monelina.

Producción.

La producción de Monelina es muy costosa, la propagación de la planta es muy difícil, en conjunto esto afecta demasiado la producción del edulcorante a gran escala.

Ventajas.

Su sabor dulce residual es muy persistente.

Desventajas.

La percepción del compuesto es muy lenta. El dulzor del compuesto es termolábil y sensible al pH. Las temperaturas elevadas (>70 °C) y pH extremos ocasionan una descomposición y una pérdida del poder edulcorante. Por debajo de pH de 2 y por arriba de pH 9 su sabor dulce se pierde. Esta molécula pierde también su actividad en frío.

Aplicaciones.

Si bien son útiles para una eventual edulcoración algunos materiales, tiene un uso limitado, debido a sus limitaciones en los procesos térmicos y resistencia a pH extremo. Se está estudiando para modificar ciertos vegetales transgénicamente para que ayude a mejorar su sabor natural. Actualmente se está investigando para su uso comercial como edulcorante por la empresa Kirin Brewery en Japón.

Aspecto Legal.

No existe información toxicológica o teratogénica publicada para la Monelina. Esta aprobada como compuesto inofensivo en Japón.

TERPENOS GLUCOSÍDICOS.

Esta clase de edulcorantes naturales son compuestos de tipo terpénico.

Los terpenos se conocen en un grupo importante de componentes vegetales que tienen un origen biosintético común.

Se encuentran en la mayoría de los organismos, pero constituyen el grupo más abundante de los aceites vegetales, de hecho son los responsables de los aromas y sabores específicos de las plantas, mientras mayor sea la cantidad de oxígeno en la molécula, mayor será su aroma.

Los terpenos se clasifican en diferentes grupos dependiendo del número de unidades de isopreno que los compongan (Ver Gráfico 7).

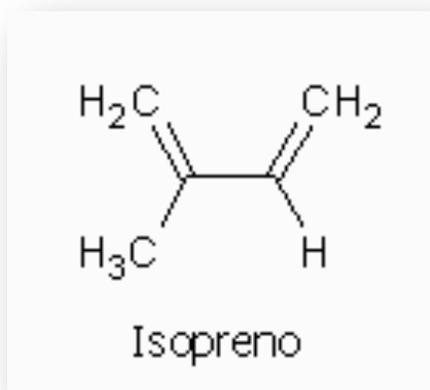


Gráfico 7. Estructura de un isopreno.

Para el ejemplo al que se hace referencia en este trabajo el grupo que nos interesa son los sesquiterpenos. Estos son terpenos de 15 carbonos, un ejemplo es el ácido abscísico (Ver Gráfico 8). Muchos de estos se caracterizan por estar presentes en los aceites esenciales. Consisten en tres unidades de isopreno y tienen la fórmula molecular $C_{15}H_{24}$.

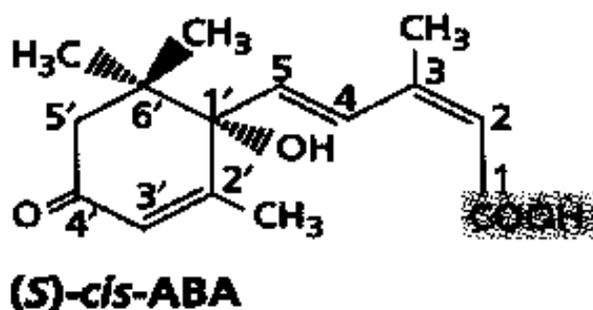


Gráfico 8. Estructura química del ácido abscísico (ejemplo de un sesquiterpeno).

Los mono y sesquiterpenos son productos generalmente olorosos, obtenidos bien por arrastre de vapor o de partes de vegetales también son llamados esencias, ocupan un lugar predominante en farmacia, perfumería, cosmetología así como en las industrias agroalimentarias.

Hernandulcina.

Origen y características.

La Hernandulcina se obtiene de la planta mexicana llamada popularmente como Hierba dulce, la *Lippia dulcis*, conocida por los aztecas por su sabor dulce (Ver Gráfico 9).



Gráfico 9. Planta *Lippia dulcis*, de la cual se extrae la Hernandulcina

El nombre lo debe al cronista, médico y naturalista español Don Francisco de Hernández, quien describió esta planta en 1570 en su obra “La historia natural de la Nueva España” denominada por los aztecas como Tzonpelic Xihuitl o hierba dulce. Es un sesquiterpeno 1000 veces más dulce que la sacarosa, con un sabor mentolado intenso (Ver Gráfico 10) [8].

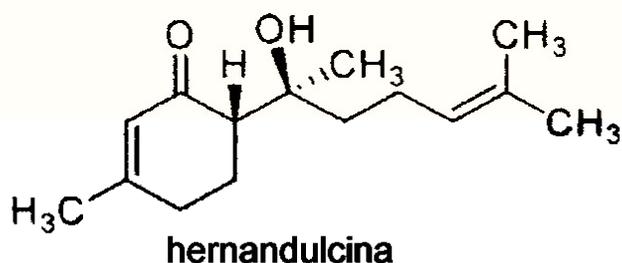


Gráfico 10. Estructura química de la Hernandulcina.

Producción.

Este compuesto dulce se obtiene por extracción con éter de petróleo de la planta mexicana *Lippia dulcis*.

Ventajas.

Las propiedades que hacen a la hernandulcina especialmente interesante son su carácter no tóxico ni mutagénico [11]. Adicionalmente, su alta solubilidad y estabilidad térmica en un amplio rango de pH, aunado a que es no calórico, podrían colocarlo como un buen sustituto del azúcar.

Desventajas.

No se ha podido extender su uso porque su dulzor viene acompañado de gusto amargo y de un desagradable gusto residual. Aunado a que el rendimiento en la producción de la Hernandulcina a partir de hojas y flores es bastante bajo, menores al 1 % los porcentajes de rendimiento obtenidos fluctúan entre 0.004 - 0.154 %. Este rendimiento tan bajo se ha relacionado a que la planta tiene un alto contenido de alcanfor, lo que relaciona a este producto a problemas abortivos, impidiendo su uso por seguridad [8].

Aplicaciones.

Las aplicaciones en las que se ha querido usar la Hernandulcina es para productos de limpieza bucal.

Aspecto Legal.

No existen suficientes estudios toxicológicos sobre la Hernandulcina, pero el hecho de relacionarse a problemas abortivos, ha cerrado las posibilidades de utilizar este edulcorante en la industria alimenticia.

EDULCORANTES DE NATURALEZA GLUCOSÍDICA.

Se trata de moléculas constituidas de una parte glucosídica unida a otra no glucosídica llamada aglicona. La aglicona es el compuesto que reacciona con el monosacárido un ejemplo de este tipo de moléculas es la Quercetin-3-glucosido (Ver Gráfico 11).

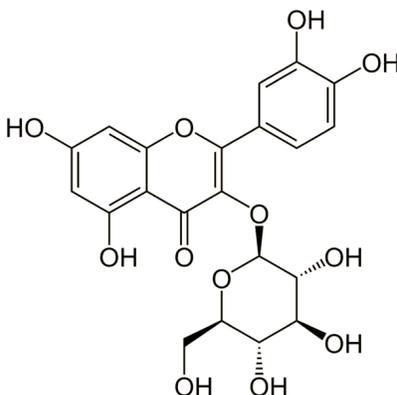


Gráfico 11. Estructura química del Quercetin-3-glucosido (ejemplo de un glucósido).

Los glucósidos se clasifican de acuerdo a su aglicona o al tipo de enlace, siendo la clasificación de acuerdo a la aglicona la más aceptada (Ver Gráfico 12).

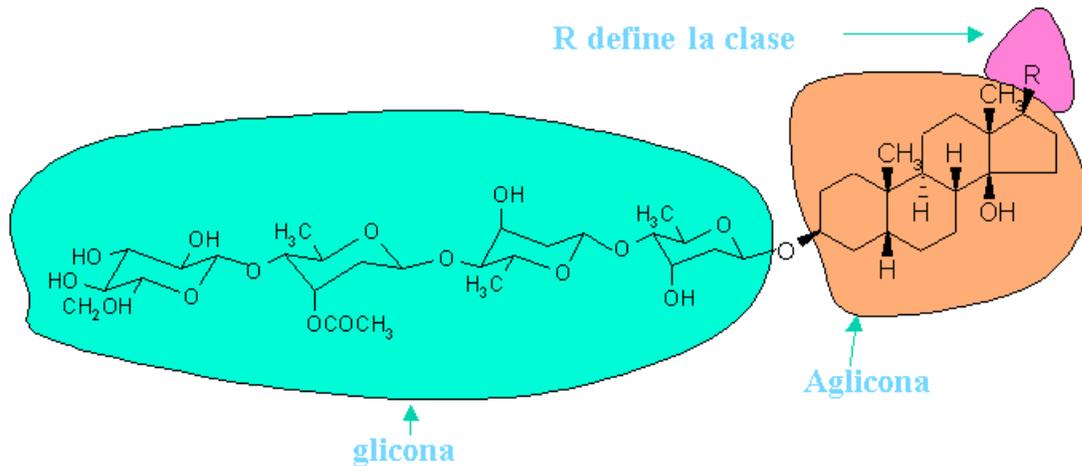


Gráfico 12. Estructura general de un glucósido cardiotónico.

De acuerdo al tipo de enlace los glucósidos pueden ser O-glucósidos, N-glucósidos, S-glucósidos, C-glucósidos, α -glucósidos y β -glucósidos. Mientras que de acuerdo al tipo de aglicona hay desde glucósidos flavonoides, glucósidos esteroideos, glucósidos cardiotónicos entre otros.

El enlace acetal en el que participa un carbohidrato se conoce como enlace glucosídico. Si el segundo alcohol pertenece a otro monosacárido, la reacción produce un disacárido.

Los glucósidos son un conjunto de moléculas, las cuales, en su estructura se encuentra un azúcar (generalmente monosacáridos) y un compuesto diferente a ella. Los glucósidos desempeñan numerosos papeles importantes en organismos vivos. Muchas plantas almacenan los productos químicos importantes en la forma de glucósidos inactivos; si estos productos químicos son necesarios, se hidrolizan en presencia de agua y una enzima, generando azúcares importantes en el metabolismo de la planta. Muchos glucósidos de origen vegetal se utilizan como medicamentos y endulzantes principalmente.

Los glucósidos desempeñan en forma general en los seres vivos dos tipos de funciones principales el de aporte energético y ser estructurales.

En cuanto a la función energética, la oxidación de los glucósidos libera energía que las células pueden utilizar para realizar sus funciones. La glucosa es el azúcar que con más frecuencia utilizan las células como combustible metabólico primario. Por otra parte, algunos polisacáridos actúan como material de reserva energética que puede ser rápidamente movilizado cuando es necesario. Una ventaja que poseen los glucósidos sobre otras biomoléculas como material energético es que, dada la solubilidad en agua de muchos de ellos, pueden ser transportados muy rápidamente en medio acuoso allí donde resultan necesarios.

Por otra parte en cuanto a la función estructural algunos polisacáridos como la celulosa o la quitina presentan propiedades que los hacen idóneos para formar parte de estructuras que deben ofrecer una gran resistencia mecánica, como las paredes celulares vegetales o el exoesqueleto de los artrópodos.

Aunque tradicionalmente se consideraba a los glucósidos como componentes "pasivos" de la maquinaria celular, destinados a servir de combustible metabólico o a formar parte de estructuras más o menos permanentes de las células, en los últimos años se está percibiendo cada vez con mayor claridad que algunos de ellos pueden jugar otros papeles de extraordinaria importancia biológica, como la determinación de la estructura tridimensional de algunas proteínas, los procesos de reconocimiento de señales extracelulares o la acción de los anticuerpos entre otras.

Glicirrizina.

Origen y Características.

Uno de los edulcorantes naturales motivo de estudio de este trabajo y que ha originado mayor investigación actualmente es la Glicirrizina.

La Glicirrizina es conocida también como ácido glicirrízico, es extraída de la raíz del regaliz llamada *Glycyrrhiza glabra L.*, que crece en Europa y Asia central (Ver Gráfico 13) [14].



Gráfico 13. Raíz de la *Glycyrrhiza glabra L* de donde se obtiene la Glicirrizina.

Antiguamente los griegos la usaban para el asma, úlcera y prevenir la sed. Los árabes la empleaban en la tos espasmódica asociado a purgantes para evitar espasmos y dolores cólicos.

Dependiendo de la variedad de la fuente de extracción y de las condiciones climáticas la concentración de Glicirrizina en la raíz varía de entre un 7 % a un 14 % con una mezcla de sales metálicas.

La Glicirrizina es un glucósido triterpenoide de saponina, es resultante de la asociación del ácido glicirrético y del ácido glucurónico (Ver Gráfico 14). De naturaleza ácida, se encuentra formando sales de magnesio y calcio.

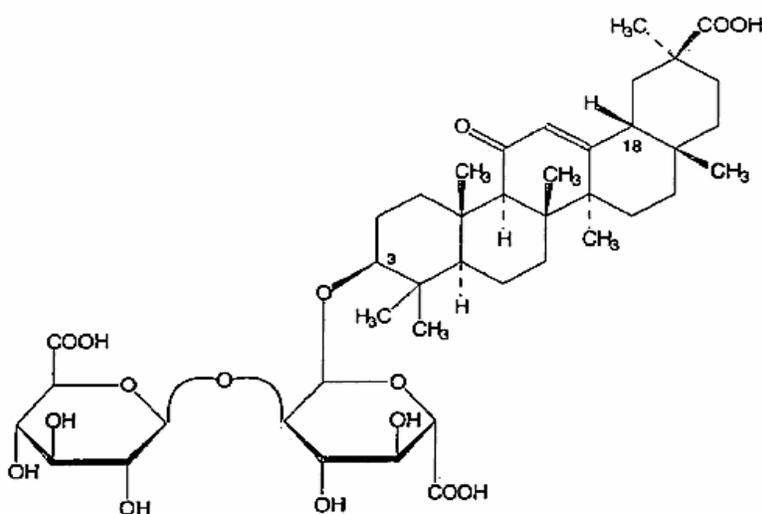


Gráfico 14. Estructura química de la Glicirrizina.

Físicamente la Glicirrizina purificada es un polvo blanco cristalino sin olor. Su dulzor es 50 a 100 veces mayor que la sacarosa, el comienzo de la percepción del sabor dulce es lento pero con un residual intenso y prolongado, deja un sabor similar a la menta o yerbabuena, una sensación de frescura y mejora el sabor dulce ayudando a potenciar el sabor. Su dulzor se ve incrementado cuando se usa en presencia de sacarosa [11].

Importantes estudios han demostrado que la Glicirrizina no puede ser hidrolizada por el intestino humano, por lo tanto al no poder ser metabolizado por el organismo entonces no tiene un aporte calórico (0 kcal/g) [4].

La conversión de Glicirrizina a Glicirrizina amoniacal da como resultado un compuesto con la característica de ser más soluble en agua. Además se han podido aislar más compuestos de la raíz de *Glycyrrhiza inflata* y son 90 a 100 veces más dulces que la sacarosa.

La Glicirrizina pura es muy estable a un rango de pH de 2 a 5.5 y también tiene buena estabilidad a altas temperaturas. Sin embargo la Glicirrizina amoniacal además de ser más soluble en agua y con mejor estabilidad a altas temperaturas es inestable a pH por debajo de 4.5 y tiende a precipitar.

Por otra parte la Glicirrizina se ha usado frecuentemente como un importante ingrediente en las prescripciones en la medicina tradicional de China.

Producción.

La importancia del procesamiento de la raíz de regaliz es en un primer momento, encontrar la ubicación de las distintas partes en el tejido de la raíz de regaliz y examinarlas. A través de amplios estudios, en términos generales, se hizo evidente que los extractos de metanol de las raíces de regaliz total comprenden los compuestos fenólicos (flavonoides, cumarinas, entre otros), sus glucósidos y saponinas (glicirrizina, saponinas del regaliz).

Encontrándose aproximadamente 15 tipos de saponinas y 49 compuestos fenólicos (incluyendo sus glucósidos) y se evalúan los compuestos químicos de la raíz del regaliz por medio de la técnica de HPLC.

Entonces, la raíz se divide en corteza y xilema, y los componentes respectivos se analizan. Se demostró que la corteza contiene una cantidad rica de compuestos fenólicos, mientras que el xilema es rico en glucósidos fenólicos. El xilema es rico en glicirrizina y la raíz del regaliz contiene más saponinas que la corteza. Se confirmó que los componentes fenólicos no glucosídicos se pierden sobre todo cuando la corteza de la raíz se retira, mientras que en las raíces de regaliz tostado (al horno), las cadenas de azúcar en la glicirrizina y los componentes fenólicos glucosídicos se hidrolizan poco a poco.

Existen una gran variedad de métodos desde el punto de vista técnico que se pueden clasificar como:

- Procesamiento físico (eliminación de la capa externa, los nodos, las cáscaras, los núcleos, entre muchos otros)
- Tratamiento de agua (lavado, goteo, inmersión, entre otros)
- Procesamiento por fuego (asar, carbonización, freír, entre otras)
- Agua con calor (hervir, cocer al vapor, entre otras)

Los métodos de procesado tienen por objetivos que:

- Se reduzcan los efectos secundarios.
- Aumentar las funciones farmacéuticas.
- Eliminar las impurezas y la parte no deseada de la raíz.
- Dar aroma y color.
- Aumentar la pureza.

Por estos diferentes métodos de producción se han encontrado subproductos en el trascurso de la extracción [9].

Ventajas.

La Glicirrizina cumple con la característica principal de no tener un aporte calórico al ser consumido lo cual es muy importante debido a la búsqueda de este tipo de endulzantes que no aporte calorías y que pueda destacarse sobre el uso de un endulzante artificial. Este endulzante puede actuar como agente anticaries debido a que actúa interfiriendo a la adhesión de las bacterias causantes de caries [14].

Se ha encontrado que la Glicirrizina posee un importante número de actividades biológicas en adición a otros endulzantes, como ejemplo se ha encontrado un efecto antialérgico, antiinflamatorio y una acción expectorante.

Es un endulzante con buena solubilidad en agua, estable a altas temperaturas y a un pH que va de 2 a 5.5 y favorece su uso en varios tipos de alimentos, además de proveer de una sensación de frescura.

Tiene amplias gamas de aplicación en los alimentos ya sea como saborizante, modificador de sabor y agente espumoso. También se ha usado en el sistema de medicina Oriental tradicional adicionándose como saborizante en bebidas reportándose un efecto aromatizante y desintoxicante [7] [8]. Actualmente se emplea también como protector de la úlcera gástrica además de como edulcorante y antiinflamatorio.

Y se ha comprobado que tiene muy buen efecto sinérgico a la adición de otros endulzantes. El conjunto de estas cualidades de la Glicirrizina ha favorecido la investigación sobre el mismo endulzante buscando que sea una opción para aplicarse frente a un endulzante artificial, y a la sacarosa misma.

Desventajas.

Por otra parte tanto la Glicirrizina como el ácido glicérico tienen una estructura química que se asemeja a la de un esteroide. Por lo tanto, poseen propiedades mineralocorticoides y glucocorticoides y puede influir en el metabolismo de los esteroides [14]. Lo que al parecer provoca que el uso prolongado de la Glicirrizina y la Glicirrizina amoniacal conduce a manifestaciones de padecer pseudoaldosteronismo, problemas de hipertensión, edema, retención de sodio y una leve diuresis de potasio [11]. Además de que la Glicirrizina amoniacal tiende a precipitar a valores de pH por debajo de 4.5 lo que no permite que se utilice en cualquier tipo de alimentos. Los rendimientos en la raíz de *Glycyrrhiza inflata* son bajos, su purificación es difícil y con un resabio amargo.

Aplicaciones.

La Glicirrizina fue utilizada como un endulzante de alta intensidad en Japón a inicio del siglo XX, cuando se encontró que podría suprimir el sabor salado en alimentos en vinagre y mariscos secos [8] [14]. La Glicirrizina es empleada usualmente en confitería principalmente en goma de mascar de yerbabuena gracias a su sensación de frescura, postres, tabaco y como vehículo endulzante de medicamentos empleados en la cavidad oral [4].

La forma amoniacal de este edulcorante se usa solamente en bebidas carbonatadas que no tengan un pH muy bajo, ya que esta sustancia tiende a precipitar en los niveles de pH por debajo de 4.5 [11]. Además, es conocida comúnmente como un enmascarador de los malos sabores de los medicamentos, por lo que se le emplea más como saborizante que como edulcorante.

Aspecto Legal.

En U.S.A la Glicirrizina amoniacal y la Glicirrizina del regaliz no han sido aprobados como agentes endulzantes, pero han sido usados como saborizantes natural y se incluyen en la lista de Generalmente Consideradas como Seguras (GRAS) por la Food and Drug Administration.

Cuando es extraída del regaliz es habitualmente usada como ingrediente en la medicina Oriental, sin embargo el Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar Social en Japón ha impuesto un límite máximo diario de consumo de 200 mg por los efectos adversos a la salud que se han detectado. Mientras que en Europa se ha limitado la ingesta a solo 100 mg al día [8] [11] [14].

Posición en el Mercado.

En 1987, se estimó que los extractos de la raíz *Glycyrrhiza* que contienen Glicirrizina comparten los primeros lugares en el mercado Japonés de los endulzantes naturales de alta intensidad con un 27 % del mismo solo por debajo de endulzantes de la *Stevia rebaudiana*, con un volumen de ventas de 2 millones de yenes [11].

La empresa estadounidense MAFCO se ha dedicado durante muchos años a la elaboración de productos a base de regaliz. Actualmente esta comercializando un producto con el nombre de Magnasweet el cual es el producto que contiene a la Glicirrizina en forma de glicirrizinato de monoamonio y que ofrece beneficios como:

- Resaltar la dulzura, potenciar e intensificar los sabores
- Eliminar o minimizar sabores amargos
- Eliminar o reducir sabores metálicos
- Enmascarar aftertaste desagradables

Magnasweet se utiliza en una dosis muy baja según la aplicación, puede utilizarse desde 0.002 % a 0.05 % para realzar el sabor dulce, hasta un 0.1 % para enmascarar aftertaste. En México las empresas que han utilizado este endulzante es ADAMS, Sonric's y Coca-Cola Company.

Actualmente el precio de la Glicirrizina es de 50 dólares el kilogramo, precio que permite que compita en el mercado alimenticio.

Mogrósidos (Luo Han Guo).

Origen y Características.

Los Mogrósidos IV y V un compuesto dulce, son un tipo de cucurbitanos, glucósidos triterpénicos que son parte de la pulpa de una fruta originaria del Sur de China y el Norte de Tailandia llamada Luo Han Guo (Ver Gráfico 15). Esta especie es miembro de la familia Cucurbitaceae, donde la evidencia más reciente ha determinado que el nombre de la planta de donde proviene el fruto es *Siritia grosvenorii*. El fruto es conocido por su sabor dulce, esta familia de plantas (cucurbitáceas) tiene otros miembros que contienen notables componentes dulces, incluyendo otras especies del género *Siraitia* como la *S. siamensis*, *S. silomaradjae*, *S. Sikkimensis* y *S. africana*.

El fruto Luo Han Guo se ha utilizado como hierba medicinal para tratamiento de la tos seca, constipación, sed extrema y dolor de garganta y se considera popular, en el Sur de China, para ser una ayuda para la longevidad [10].



Gráfico 15. Fruto Luo Han Guo del cual se extraen los Mogrósidos.

Recientemente se ha convertido en un edulcorante no calórico que compite frente a otros edulcorantes naturales provenientes de plantas y frutos. El Mogrósido es el compuesto responsable de darle el sabor dulce al Luo Han Guo.

El mayor componente dulce de dicha fruta es el Mogrósido V, el cual tiene las características de ser un compuesto polar, ya que contiene cinco residuos de glucósidos, los cuales permiten una sencilla extracción ya sea en agua o etanol. La polaridad del Mogrósido favorece la buena solubilidad del compuesto en el agua, la cual es muy buena respecto a otros glucósidos de origen natural.

El Mogrósido V es 256 veces más dulce que la sacarosa. Existen otros compuestos dulces en el Luo Han Guo como los Siamenósidos y Neomogrósidos que junto con los Glucósidos triterpénicos son los responsables del dulzor de esta fruta, en conjunto los Mogrósidos IV y V los responsables del mayor dulzor del Luo Han Guo llegan a ser de 300 a 425 veces más dulce que la sacarosa (Ver Gráfico 16).

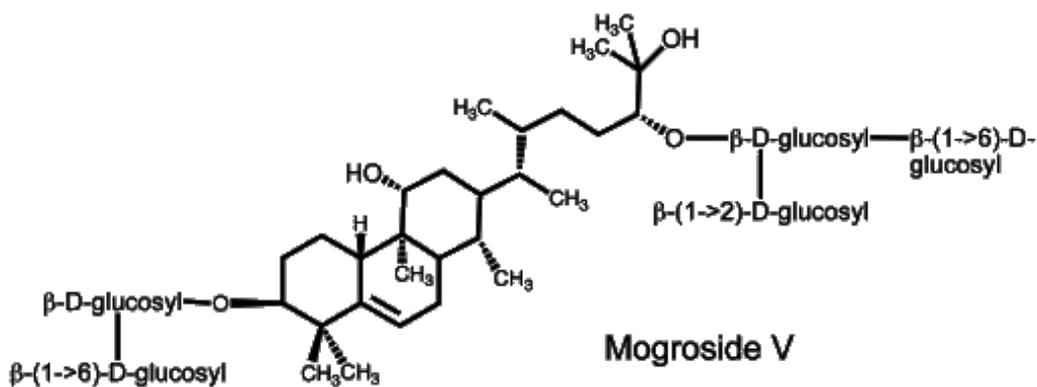


Gráfico 16. Estructura del Mogrósido V.

El proceso de maduración del fruto es muy importante, el invierno interfiere notablemente este proceso de maduración, si el producto se encuentra inmaduro tiene un sabor amargo afectando la aceptación del consumidor [10].

Producción.

La compañía Procter and Gamble patentó un proceso de producción del edulcorante en 1995 que tiene como fin eliminar los sabores indeseables del edulcorante.

Lo habitual es utilizar un fruto fresco para eliminar un probable sabor desagradable, amargo o que se perciba como fermentado. Es común secar los frutos para cualquier uso posterior. Los frutos se secan lentamente en el horno, el proceso de secado conserva la fruta y elimina la mayor parte del sabor desagradable de la fruta fresca, que está asociado con los componentes volátiles. Por desgracia, el secado también provoca la formación de los sabores amargo y astringente. Estos sabores limitan el uso de las frutas secas y los extractos de frutos secos a la preparación de los productos alimenticios.

Procter and Gamble sugiere tomar la fruta fresca antes de su maduración y permitir que la maduración se complete en el almacenamiento. La cáscara y las semillas se retiran, y la pulpa de la fruta se convierte en la base de un jugo de frutas concentrado o puré que se puede utilizar en la fabricación de alimentos. El tratamiento posterior implica el uso de disolventes para eliminar los componentes volátiles y mal sabor.

Otra forma de extracción es donde el fruto fresco maduro se somete a una extracción con metanol. El extracto se evapora bajo presión reducida. Después se somete a un análisis por cromatografía para poder identificar la pureza de extracto e identificar la presencia de los Mogrósidos [10].

Ventajas.

Este compuesto tiene aplicaciones medicinales desde hace mucho tiempo y se ha utilizado para ayudar a aliviar problemas de insolación, humedece los pulmones, elimina la flema, detiene la tos, y promueve los movimientos intestinales.

El Mogrósido V tiene opciones a desarrollarse en mayores aplicaciones como endulzante en el futuro, debido a que al parecer es seguro, al adicionarse es agradable sensorialmente, es muy estable a los procesos de elaboración de alimentos y por su polaridad es un compuesto con muy buena solubilidad.

Este compuesto ha mostrado tener un efecto inhibitorio sobre la iniciación y promoción del cáncer. Es probablemente un agente quimiopreventivo contra el cáncer. En el compuesto 11-Oxomogrósido V se encontró que tiene una actividad antioxidante frente a los radicales libres que se llegan a generar.

Además el Luo Han Guo y su componente edulcorante se mencionan a menudo en relación con la diabetes y la obesidad, ya que pueden sustituir a los azúcares con aporte importante de calorías ya que los Mogrósidos no aportan calorías y se han llegado a sugerir en el consumo de dietas para personas que necesitan bajar el consumo de calorías.

Desventajas.

El mayor inconveniente de este edulcorante es el elevado costo del mismo frente a otras alternativas de edulcorantes.

Además si el estado del fruto no es adecuado el edulcorante puede tener un resabio desagradable para los consumidores. Desafortunadamente también se han detectado problemas de producción a gran escala.

Además de que aun hace falta profundizar más en este tipo de compuestos para conocerlos mejor.

Aplicaciones.

Se sabe que el Mogrósido V se suele utilizar como ingrediente principal en bebidas refrescantes, en las bebidas consumidas para contrarrestar el calor y fiebre. Además de su característica de dulcificación natural, Luo Han Guo ha exhibido efectos anti hiperglucémicos. No hay muchos productos que estén utilizando el Luo Han Guo en sus formulaciones, principalmente es consumido en bebidas y no precisamente con la intención de participar como edulcorante si no de usarlo por todas sus propiedades beneficiosas para la salud.

Aspecto Legal.

El Luo Han Guo está disponible para ser usado como medicina herbolaria en China y se vende en diferentes países incluido U.S.A.

No existen datos ni estudios extensos sobre la seguridad del Mogrósido V. Sin embargo se ha determinado que estos compuestos no tienen efecto mutagénico. Estudios en ratones ha determinado que el valor de LD₅₀ es mayor a 10 g/kg de peso corporal. No se han encontrado reacciones adversas sobre la población humana que ingiera productos del Luo Han Guo [11].

Posición en el Mercado.

Se ha estimado que la demanda del Luo Han Guo que contenga al Mogrósido V para productos alimenticios y medicinales en Japón en 1987 fue de dos toneladas métricas equivalente a un volumen de ventas de 47 millones de yenes. La empresa BioVittoria ofrece un concentrado de la fruta Luo Han Guo patentado y llamado fruit Sweetness que es 100 por ciento natural y 150 veces más dulce que el azúcar.

Mientras tanto, Coca-Cola Company utilizó el extracto del Luo Han Guo sólo en un té de Vietnam. Incluso en ese producto, el extracto no funciona como edulcorante. Es difícil actualmente de encontrar el extracto del Luo Han Guo entre las ofertas de las grandes empresas de bebidas, por problemas que llegan a haber de resabio y por que su costo actual es de 350 dólares el kiligramo, precio por encima de la Glicirrizina y de el Rebaudiósido A lo que impide sea utilizado por costos.

Filodulcina.

Origen y Características.

La Filodulcina se obtiene en su forma natural glucosídica, por medio de una hidrólisis enzimática de la maceración de las hojas de *Hydrangea macrophylla* Seringe var. *thunbergii* (Ver Gráfico 17) originaria de las regiones montañosas de Asia y Japón, seguido de una fermentación [8].



Gráfico 17. Hojas de *Hydrangea macrophylla* Seringe var. *thunbergii* de donde se extrae la Filodulcina.

La Filodulcina es un compuesto glucosídico (Ver Gráfico 18), es una dihidroisocoumarina que se aisló por primera vez en 1916 y caracterizada estructuralmente durante la década de 1920 [11]. Esta especie era usada como endulzante en un ceremonial del té en Japón, tras varias evaluaciones se determinó que la Filodulcina es alrededor de 400 veces más dulce que la sacarosa [8].

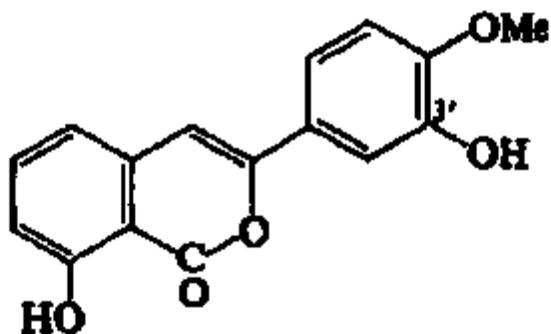


Gráfico 18. Estructura de la Filodulcina.

Producción.

Hay un gran número de métodos de purificación de la Filodulcina disponibles. Un proceso de este tipo, es aquel donde después de la extracción inicial de la planta usando metanol o etanol, análogos no dulces de la Filodulcina e impurezas de pigmentos se remueven después de realizar una manipulación del pH y una extracción con cloroformo. El extracto de la Filodulcina es altamente selectivo a un pH de 10 en solvente no polares [11].

Ventajas.

En la Filodulcina pura se ha encontrado que no tiene un efecto mutagénico y así mismo no posee toxicidad aguda en los ratones a los cuales se les administró en forma intubada hasta 2 g/kg de peso corporal [11].

No tiene aporte calórico para los consumidores.

Desventajas.

La Filodulcina presenta un perfil de sabor diferente a la sacarosa y más similar al de las dihidrochalconas, se demora la percepción y deja un sabor residual persistente alicorado.

Sus principales inconvenientes son sus limitaciones por cuestiones de muy baja solubilidad en agua, mala estabilidad y características sensoriales inadecuadas [11].

Aplicaciones.

La baja solubilidad en agua y la limitación sensorial de la Filodulcina no han permitido que la Filodulcina se utilice extensamente como agente endulzante, comercialmente no tiene usos, pero se ha tratado de utilizar en gomas de mascar y dentífricos [11].

La Filodulcina ha sido utilizada en Japón para endulzar el té que se consume en Hamatsuri, una fiesta religiosa Budista.

Aspecto Legal.

Se ha comprobado que no tiene efectos mutagénicos ni un efecto toxico agudo. Pero realmente no es muy utilizado comercialmente en el área de los alimentos como endulzante.

Posición en el Mercado.

En 1987 se estimó que la demanda de los extractos de *Hydrangea* de las especies que contienen Filodulcina fue de una tonelada métrica, evaluada en 15 millones de yenes [11].

Esteviósido y Rebaudiósido A. (Estevia)

Origen y Características.

El Rebaudiósido A es uno de los mayores componentes dulces de una planta llamada *Stevia rebaudiana* (Bertoni), es una planta Sur Americana (Ver Gráfico 19).



Gráfico 19. Hojas de la *Stevia rebaudiana* de donde se extraen el Esteviósido y Rebaudiósido A compuestos principales de la Estevia comercial.

Es un glucósido *ent*-kaureno diterpenoide (Ver Gráfico 20) donde la aglicona es un esteviol y que es encontrado en la naturaleza acompañado del Esteviósido y de ocho compuestos glucosídicos del esteviol más [12].

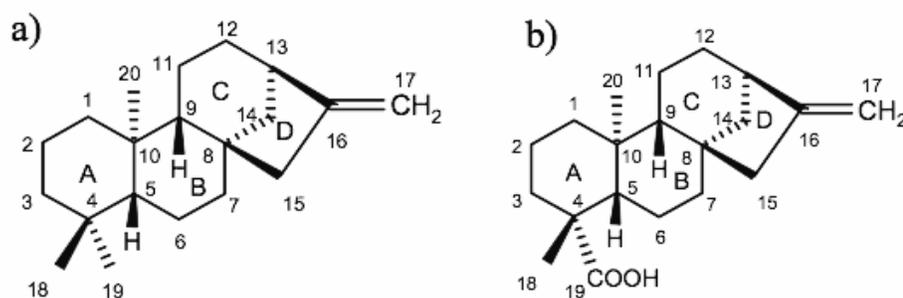


Gráfico 20. *ent*-Kaureno (a) y *ent*-ácido Kaurenico (b).

Los glucósidos del esteviol (Ver Gráfico 21) son componentes naturales de la *Stevia rebaudiana*, pertenecen a la familia de las Compuestas. El interés en los glucósidos del esteviol radica en sus propiedades edulcorantes y en sus beneficios recién encontrados para la salud por parte del Esteviósido y Rebaudiósido A.

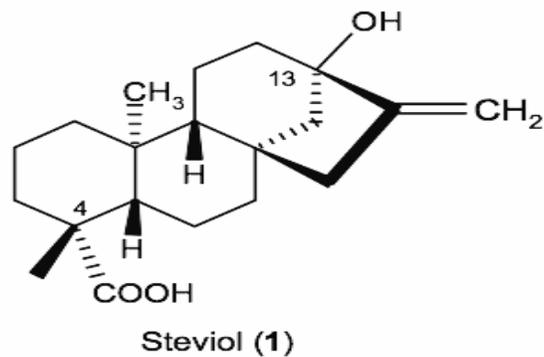


Gráfico 21. Estructura (1) Esteviol.

La *Stevia* es un género de aproximadamente 24 especies de hierbas y arbustos de la familia del girasol originarias de zonas tropicales y subtropicales de América del Sur y América Central. El cultivo de la especie *Stevia rebaudiana* Bertoni, conocida comúnmente como hierba dulce, azúcar verde o sencillamente como Estevia esta actualmente muy extendido debido a lo que se sabe del dulzor de sus hojas y ser de origen natural. Se han visto cultivos de la *Stevia rebaudiana* en Brasil y se ha llegado a extender hasta el continente asiático, principalmente en China.

Esta planta es originaria de Paraguay, fue descubierta en 1887; fue descrita y clasificada en 1899 por el botánico suizo M. S. Bertoni. Los indios guaraníes la utilizaban desde tiempos precolombinos para endulzar sus comidas y bebidas, lo llamaban “Kaa-hee” lo que significa “hierba dulce”. Cuando la planta crece hasta su máximo puede llegar a medir hasta 80 cm de altura. También se sabe que la hoja de *Stevia* se utiliza para hacer un té dulce en varios países de todo el mundo.

Las condiciones de cultivo ideales son de entre 20-25 °C, crece entre los 500 y 1600 m al nivel del mar, su habitad es en zonas con mucha luz pero no muy calientes. La gran ventaja de esta planta es que tiene gran adaptabilidad y las cantidades de luz pueden controlarse con invernaderos o filtros.

La planta de la *Stevia* crece en la mayoría de los suelos, pero los más adecuados para el cultivo de la planta son aquellos que tengan buena profundidad para

facilitar la distribución y desarrollo de las raíces, así como mejor movimiento del agua recibida de la lluvia o el riego; a su vez se requiere de una buena permeabilidad para evitar que el agua se estanque en la superficie. Entre mayor sea la acumulación de materia orgánica en el suelo mejor será el crecimiento de la planta, es bueno que el suelo sea relativamente húmedo así se favorecerá la germinación, pero cuidando no excederse con la humedad para evitar que se dañe la planta.

La hoja de la *Stevia* en su estado natural posee gran cantidad de nutrientes de los que destacan, una concentración por arriba del 50 % de hidratos de carbono de fácil asimilación, poco más del 10 % en fibra y proteínas vegetales, más del 1 % de lípidos y potasio, entre el 0.3 % y 1 % de calcio, magnesio y fósforo, menos del 0.01 % de cromo, manganeso, hierro, selenio, silicio y zinc. También tiene indicios de la presencia de ácido ascórbico, beta caroteno, riboflavinas y vitamina B1 y varios aceites esenciales.

La *Stevia* natural sin refinar contiene más de 100 elementos y aceites volátiles identificados. Eso ya lo aprovecharon desde los tiempos precolombinos los indios guaraníes, los cuales la usaban para endulzar sus bebidas o simplemente masticaban las hojas a modo de una golosina, como hacen los niños cuando lamen el néctar de las flores.

En cuanto a las concentraciones de los glucósidos del esteviol, el porcentaje suele ser variado, ya que depende de las hojas de la planta, las cuales están estrechamente relacionadas al tipo de suelo, el clima, los procesos de extracción y los de purificación. Pero se ha determinado que la concentración del Esteviósido va de 4 a 13 %, Rebaudiósido A un 2 a 4 %, Esteviolbiósido trazas, Rebaudiósido B trazas, Rebaudiósido C entre el 1 al 2 %, Rebaudiósido D trazas, Rebaudiósido E trazas, Rebaudiósido F trazas, Rubusósido solo trazas y del Dulcósido A de un 0.4 a 0.7 % (Ver Gráfico 22) [11].

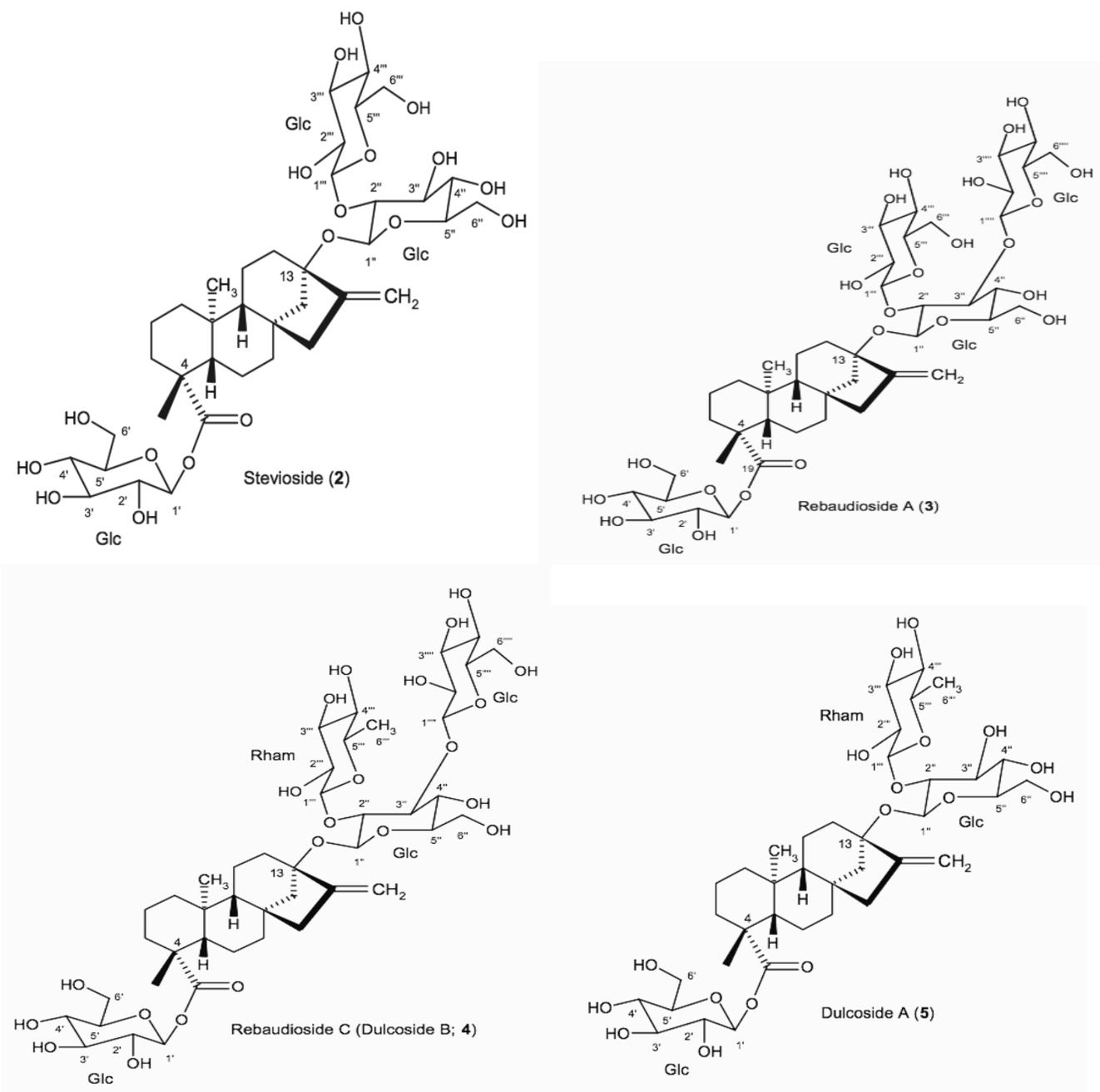


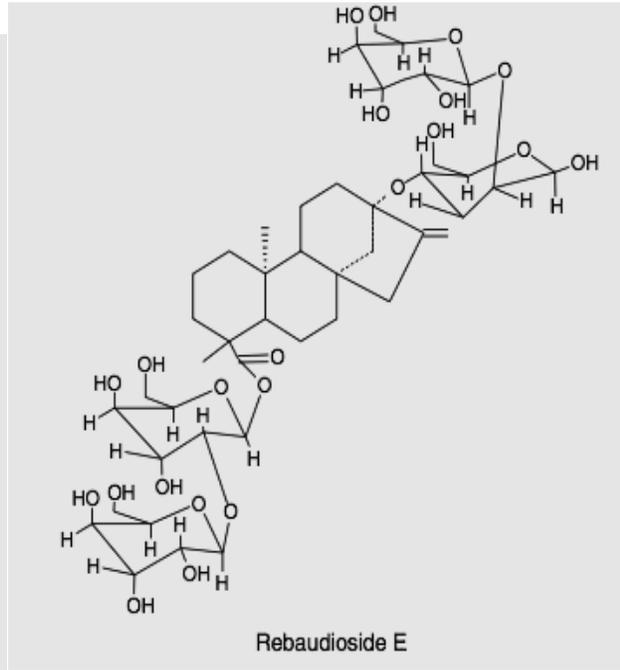
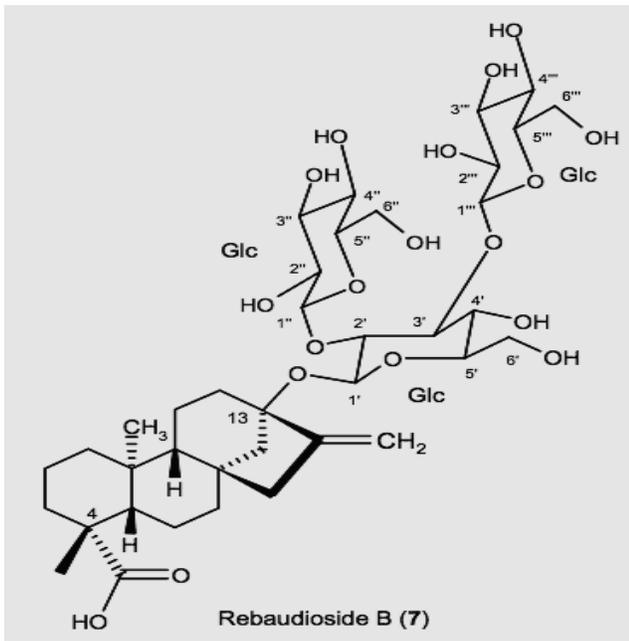
Gráfico 22. Estructuras de algunos compuestos de la Estevia, (2) Esteviósido, (3) Rebaudiósido A, (4) Rebaudiósido C y (5) Dulcósido A.

De esta manera puede verse que la Estevia es en realidad una combinación de la extracción de varios glucósidos del esteviol, cuyas cantidades varían en función a las variedades, de los climas y el tipo de suelo sin embargo el Esteviósido y Rebaudiósido A son los compuestos más abundantes y principales elementos dulces de la Estevia comercial.

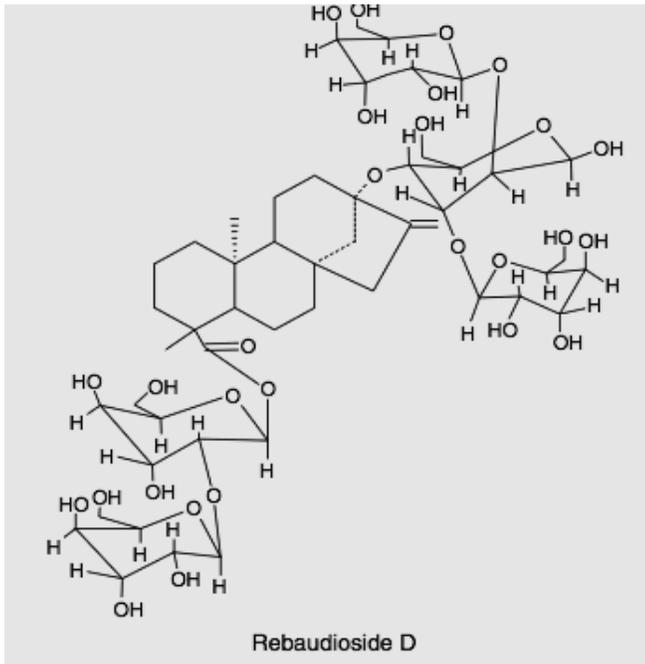
El Rebaudiósido A es entre 350 y 450 veces más dulce que la sacarosa y el Esteviósido de 250 a 350 veces más dulce que la sacarosa, juntos son los compuestos más abundantes y dulces de la planta, sin embargo esto no quiere decir que el resto de los compuestos no sean dulces, el Rebaudiósido B es 150 veces más dulces que la sacarosa, el Rebaudiósido C solo 30 veces más dulce que la sacarosa, el Rebaudiósido D es 221 veces más dulce que la sacarosa, el Rebaudiósido E es 174 veces más dulces, el Rebaudiósido F 200 veces más dulces que la sacarosa, el Esteviolbiósido 90 veces más dulce, el Rubusósido es aproximadamente 114 veces más dulces que la sacarosa y el Dulcósido A solo 30 veces más dulces que la sacarosa. Algunas evidencias apuntan a que el Rebaudiósido B y Esteviolbiósido no son nativos de la *Stevia rebaudiana*, pero aparentemente se forman durante la hidrólisis en el proceso de extracción del resto de los compuestos (Ver Gráfico 23) [12].

Por cuestiones de menor dulzor, concentraciones inferiores a la del Rebaudiósido A y Esteviósido y por características sensoriales desagradables para el consumidor estos compuestos no forman parte de la *Stevia* comercial.

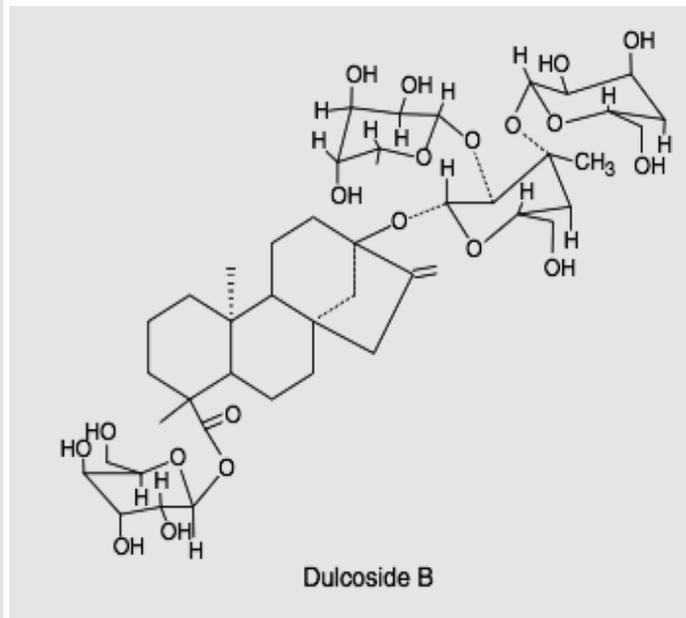
Los componentes de menor dulzor en la *Stevia* se caracterizan por tener menos sustituyentes de glucosa en su aglicona, por ejemplo el Rebaudiósido C y el Dulcósido A son los compuestos menos dulces y tienen estructuralmente en común que uno de los sustituyentes de su glucona es la ramnosa. Además de que el Dulcósido A es el único componente que en su estructura química tiene un enlace de tipo α ya que el resto de los compuestos tienen todos sus enlaces de los sustituyentes de la aglicona en la posición β . El Rebaudiósido F tiene en su aglicona una unidad de xilosa que ningún otro componente tiene, pero al parecer la xilosa no afecta tanto en el dulzor del compuesto como lo hace la ramnosa, esto quiere decir que la aglicona del esteviol influye notablemente en el porcentaje de dulzor del compuesto de la *Stevia* [12].



(8)



(9)



(10)

Gráfico 23. Estructuras de algunos compuestos de la Estevia, (7) Rebaudiósido B, (8) Rebaudiósido E, (9) Rebaudiósido D y (10) Dulcósido B.

Por su parte la planta de la *Stevia* en su forma natural es solamente de 10 a 15 veces más dulce que la sacarosa, el extracto de la *Stevia* en forma líquida tiene un poder endulzante aproximadamente 70 veces mayor que la sacarosa, mientras que los extractos refinados de la *Stevia*, lo que sería el Esteviósido y Rebaudiósido A, de 250 a 400 veces más dulce que la sacarosa (Ver Cuadro 2) [6].

Compuesto de la <i>Stevia rebaudiana</i>	R-grupo de la columna vertebral de las estructuras anteriores (de acuerdo al esteviol)		Fórmula	Peso Molecular (g/mol)	Poder endulzante
	R1	R2			
Rebaudiósido A	β -glc-	$(\beta$ -glc) ₂ - β -glc-	C ₄₄ H ₇₀ O ₂₃	967.01	200-300
Rebaudiósido B	H	$(\beta$ -glc) ₂ - β -glc-	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈	804.88	150
Rebaudiósido C	β -glc-	$(\beta$ -glc, α -rha)- β -glc-	C ₄₄ H ₇₀ O ₂₂	951.01	30
Rebaudiósido D	β -glc- β -glc-	$(\beta$ -glc) ₂ - β -glc-	C ₅₀ H ₈₀ O ₂₈	1129.15	221
Rebaudiósido E	β -glc- β -glc-	β -glc- β -glc-	C ₄₄ H ₇₀ O ₂₃	967.01	174
Rebaudiósido F	β -glc-	$(\beta$ -glc, β -xyl)- β -glc-	C ₄₃ H ₆₈ O ₂₂	936.99	200
Esteviósido	β -glc-	β -glc- β -glc-	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈	804.88	210
Esteviolbiósido	H	β -glc- β -glc-	C ₃₂ H ₅₀ O ₁₃	642.73	90
Rebusósido	β -glc-	β -glc-	C ₃₂ H ₅₀ O ₁₃	642.73	114
Dulcósido A	β -glc-	α -rha- β -glc-	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₇	788.87 30	30

Tabla 2. R-grupo, fórmula molecular, peso molecular y poder endulzante de los compuestos de la *Stevia rebaudiana*.

El Esteviósido refinado es de color blanco, cristalino. Es estable a 100 °C cuando se mantiene en solución a un pH de entre 3 y 9, a pesar de que se

descompone muy rápido a niveles de pH alcalino, por encima de pH de 10. Se ha encontrado que tanto el Estevióside y el Rebaudiósido A son estables en bebidas aciduladas que han sido almacenadas a 60 °C durante cinco días. El Rebaudiósido A es un compuesto más polar que el Estevióside por lo tanto es más soluble en agua, el Estevióside es escasamente soluble en agua y ligeramente soluble en etanol [11].

Por su parte el Rebaudiósido A es un polvo dulce similar al aspartame. La molécula es estable en condiciones secas y en sistemas acuosos de alimentos, su estabilidad es marcadamente mejor que la del Neotame y Aspartame. Estas propiedades proveerán características tecnológicas a los alimentos que serán una herramienta para producir mayores innovaciones en los alimentos y bebidas para la demanda actual de los consumidores que buscan buen sabor sin el aporte calórico de la sacarosa. El Rebaudiósido A es más potente en cuanto a su dulzor y con un sabor más placentero que el Estevióside. El polvo seco, la Rebiana como también se le conoce al Rebaudiósido A es estable al menos durante dos años a temperatura ambiente y bajo condiciones de humedad controlada. En solución, es muy estable entre pH de 4 a 8 y notablemente poco estable a pH por debajo de 2. El Rebaudiósido A es más estable que el aspartame y Neotame tanto en pH ácido como básico. En procesos con calor el componente dulce muestra buena estabilidad, durante procesos con alta temperatura en corto tiempo es estable este Rebaudiósido [12].

A diferencia de otros endulzantes no calóricos, como el Acesulfame K y el ciclamato, el Rebaudiósido A exhibe una detección limpia del sabor dulce a niveles bajos del equivalente de sacarosa (SE), pero a niveles muy alto del equivalente de sacarosa puede exhibir atributos del sabor amargo y alicorados. Estudios bajo un panel descriptivo que evaluó al Rebaudiósido A en agua determino que a niveles bajos e intermedios de SE, menores o iguales a 6 no se percibieron o fue muy bajo prácticamente indetectable el atributo amargo o alicorado, mientras que a niveles de SE por arriba de 6 estos atributos si fueron notables. Sin embargo ningún atributo parecido al salado, agrio o metálico fueron detectados. Sin embargo el Estevióside tiene una detección retardada del sabor dulce en

referencia a la sacarosa, un sabor fresco mentolado, puede llegar a exhibir algunos atributos amargos e indeseables después de probarse.

El perfil dulce temporal del Rebaudiósido A ha mostrado cambios en la sensación del dulzor a través del tiempo. Esta propiedad es la llave para utilizar el endulzante en alimentos bebidas, y se complementa con el perfil del sabor. Cada endulzante posee la característica llamada Apariencia en el tiempo (AT) y la Extinción en el Tiempo (ET). Con el perfil dulce temporal se ha demostrado que el AT máximo fue más corto para la sacarosa, ligeramente más largo para el aspartame y más largo para el Rebaudiósido A. Lo que quiere decir que se percibe más rápidamente el dulzor de la sacarosa y hasta el final el del Rebaudiósido A en comparación a la sacarosa y aspartame. Y el ET fue más largo para el Rebaudiósido A, seguido del aspartame y finalmente la sacarosa. Lo cual indica que el dulzor del Rebaudiósido A tarda más en perderse, el consumidor percibe por más tiempo el dulzor del Rebaudiósido A que de la sacarosa que es de la cual se extingue más rápido el dulzor pese a que este se percibe antes que el de los otros dos endulzantes que se comentan.

Producción.

La extracción requiere complejos pasos, un pretratamiento, separación, purificación y refinación. El método clásico de extracción emplea agua caliente para el tratamiento, pero esto se asocia a un proceso de extracción muy largo y que requiere de muy elevadas temperaturas además de utilizar una membrana de separación para generar la separación de los compuestos de la *Stevia rebaudiana* sin ningún residuo en los compuestos.

La extracción enzimática ha ido ganando popularidad en los procesos de extracción del Esteviósido y Rebaudiósido A, por que permite una extracción rápida, reduce el uso de disolventes y una gran recuperación del producto. Recientemente, la extracción enzimática ha favorecido la obtención de altos rendimientos. Este método es más efectivo en los términos de obtención de altos rendimientos, reducción del gasto de energía y tiempo además de minimizar los esfuerzos humanos y la exposición a los disolventes en comparación con las

técnicas convencionales.

El método de extracción convencional de los compuestos de la *Stevia rebaudiana* consiste en recolectar las hojas de la *Stevia rebaudiana*, eliminar la grasa que tienen las hojas con un disolvente orgánico, filtrar y el filtrado resultante se reduce a lo que puede ser un jarabe, después a ese jarabe se le realiza una cristalización y se obtiene el Esteviósido. Para esto se puede utilizar agua para la primera extracción. El residuo acuoso del extracto es tratado con ácido di- o tri- carboxílico, un agente quelante que pueda remover agentes metálicos y otras impurezas. Subsecuentemente, se agrega un agente con calcio para precipitar el resto de las impurezas que no se removieron anteriormente. El extracto acuoso se neutraliza con ácido y se somete a una extracción con un disolvente inmiscible en agua. Los cristales puros del Esteviósido se recuperan enfriando el agua del paso anterior.

Algunos otros métodos convencionales para extraer el Esteviósido de la *Stevia rebaudiana* involucra extracciones acuosas o alcohólicas, seguidas de una precipitación, coagulación y cristalización. El método más favorecido involucra cuatro pasos, la extracción con agua o alcohol, un intercambio de iones, precipitación o coagulación con filtración, finalmente una cristalización y secado.

Las técnicas de extracción modernas, como la extracción presurizada de líquidos, la extracción presurizada con agua caliente, extracción con líquidos súper críticos o extracciones asistidas por microondas, se han utilizado para extraer compuestos bioactivos. Un método eficiente y rápido que se ha venido desarrollando para la obtención del Esteviósido y Rebaudiósido A con rendimientos óptimos es la extracción asistida por microondas. La técnica opera con potencias de 20 a 160 W entre rangos de tiempo que van de 30 s a 5 min con temperaturas que van de 10 a 90 °C. Encontrándose que el mayor rendimiento fue en las condiciones planteadas a 80 W por 1 min a 50 °C.

La extracción presurizada con agua caliente y la que involucra asistencia de microondas, muestran que el Esteviósido y Rebaudiósido A pueden ser extraídos a altas temperaturas con agua sin la necesidad de adicionar ningún disolvente. Con muy buena eficiencia, comparable con la extracción con calor y reflujo.

El método más novedoso y prometedor es la extracción enzimática, este método

minimiza el uso de disolventes orgánicos, ofreciendo entonces una opción “verde”. Esta alternativa permite reducir el tiempo de reacción, la temperatura, eliminar el uso de disolventes y obtener satisfactorios rendimientos. Desafortunadamente aun existen limitaciones para este método como es el caso de ser caro en procesos que involucren grandes volúmenes de extracto y puede inhabilitar enzimas disponibles para completar la hidrólisis de la planta, limitando la disponibilidad del Esteviósideo **[13]**.

Con el Rebaudiósido A, ya que se extrajo su purificación es vía alcohol/agua y una cristalización. En el proceso de extracción con agua caliente al primer extracto se le eliminan las impurezas por medio de floculación. La solución ya clara se pasa a través de resinas de adsorción para concentrar los glucósidos del esteviol, los cuales serán eluidos con alcohol y se seca. Se redisuelve en un poco de alcohol y se recristaliza. Usualmente se utiliza metanol, pero el etanol tiene la ventaja de incrementar la selectividad con el Rebaudiósido A. Finalmente después de la cristalización el producto se filtra y se seca **[12]**.

Para entender mejor los pasos que hay previos a la aplicación de la Estevia en los diferentes productos alimenticios la cadena agroindustrial de la Estevia es de mucha ayuda, ya que esquematiza de manera sintetizada el proceso de obtención de la Estevia (Ver Gráfico 24).

CADENA AGROINDUSTRIAL DE LA ESTEVIA

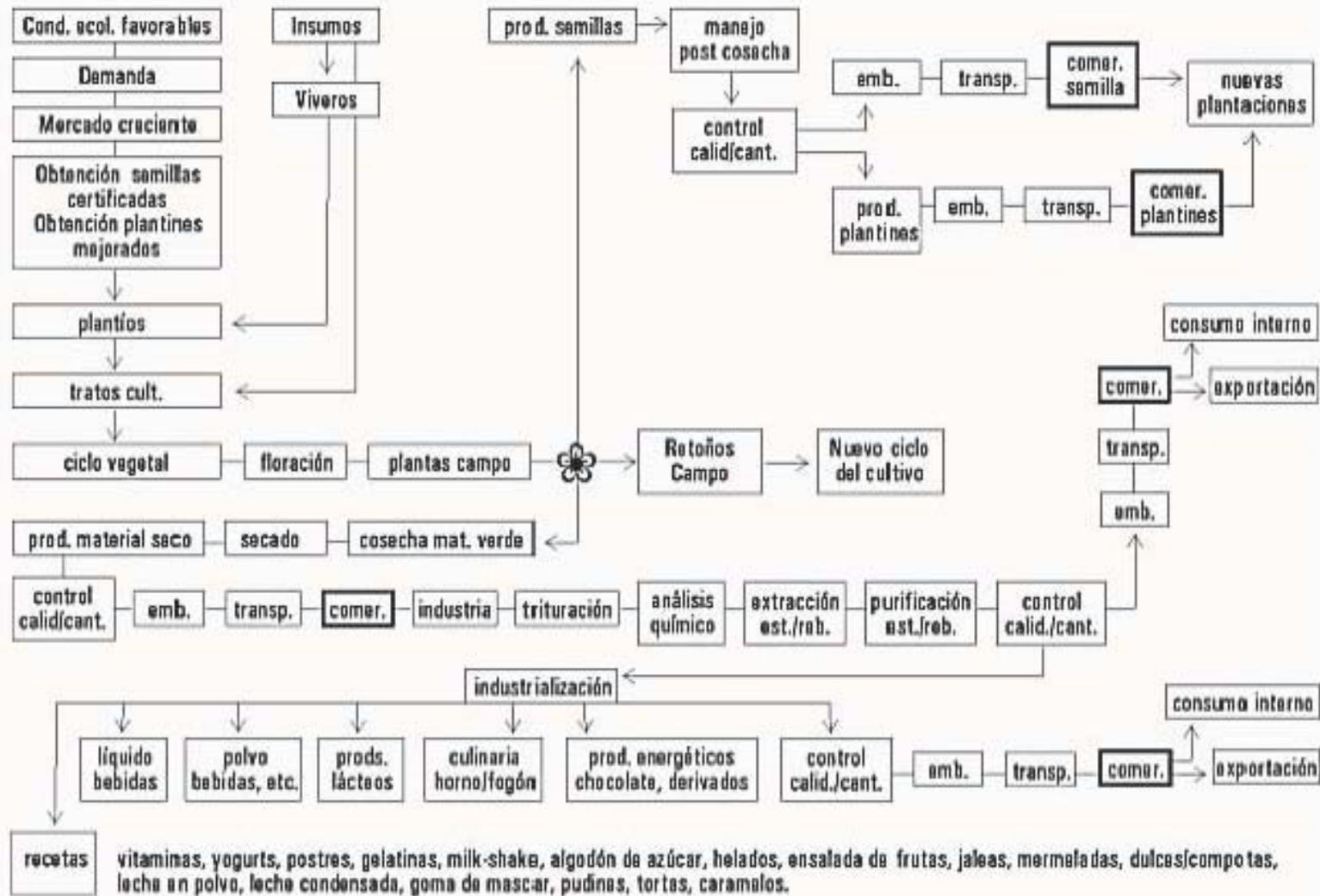


Gráfico 24. Mapa de la cadena agroindustrial de la Estevia.

Ventajas.

La Estevia sirve para el cuidado facial, para problemas de acidez estomacal, es adecuada para bajar el nivel de acidez en la sangre y la orina.

El Esteviósido y Rebaudiósido A son los compuestos de la Estevia comercial que se puede consumir como suplemento del azúcar. La Estevia no tiene aporte calórico, mantiene sanos los dientes, abre la posibilidad de ser consumida por diabéticos, fenilceturiónicos, personas con problemas de obesidad e hipertensos.

Es soluble en agua caliente o fría, es estable a altas temperaturas, se puede hornear ya que resiste hasta 200 °C, no se fermenta, no crea placa dental, es anti caries y no tiene efectos tóxicos.

En Paraguay, la Estevia sin refinar se usa naturalmente como bactericida inhibiendo el crecimiento de bacterias, sobre todo las que producen caries y los problemas de encías, también para aliviar problemas de garganta irritada y de encías sangrientas problema común en los diabéticos.

Los extractos de la *Stevia*, adicionados como endulzantes de alimentos (Estevia) pueden incrementar la palatabilidad y el atractivo de los alimentos a través de a mejora de los sabores y olores. Una cucharadita de la Estevia puede llegar a igualar el dulzor de una taza de azúcar.

Además de tener el atributo de no ser fermentable, no perder color y ser estable al calor también tiene una vida de anaquel prolongada **[13]**.

La Estevia puede proporcionar desde un 20 a un 80 % del dulzor, y la sacarosa proveer el resto, exhibe un perfil del sabor muy cercano al de la sacarosa. Las notas amargas y alicoradas son prácticamente imperceptibles y en combinación con la sacarosa son totalmente imperceptibles. El Rebaudiósido A enmascara el resabio amargo y alicorado del Esteviósido es por ello que se complementan en la Estevia comercial. Estas cualidades permiten que las formulaciones con Estevia tengan buen sabor, que sea natural y tiene muy buena sinergia con otros endulzantes de bajo aporte calórico **[12]**.

Otra gran ventaja de la Estevia es que la planta se puede cultivar prácticamente en cualquier lugar, favoreciendo así la facilidad propagación de este edulcorante en el mercado.

Este edulcorante no precipita a pH ácido menor a 3, lo cual ha permitido que se utilice en refrescos de cola y algunas sidras en Japón.

Se han realizado pruebas en el Rebaudiósido A y el Esteviósido en bebidas ácidas, y los estudios no mostraron tener efecto significativo de fotodegradación, cuando se expusieron las bebidas a la luz.

Individualmente el Rebaudiósido A es inestable cuando se expone a la luz del sol, mientras que el Esteviósido sí es estable. Pero se ha encontrado que en conjunto el Esteviósido y el Rebaudiósido A son estables a la degradación por luz [13].

Desventajas.

El Esteviósido exhibe un sabor amargo e indeseable resabio. El Rebaudiósido A solo a altas concentraciones, por arriba del 6% de Equivalente de Sacarosa exhibe un resabio amargo. Sin embargo esta limitación, puede ser aminorada fácilmente, utilizando las concentraciones adecuadas del Rebaudiósido A, o adicionando la Estevia con cualquier otro edulcorante bajo en calorías [12]. Aun falta difusión de la Estevia como sustituto de azúcar de origen natural.

Aplicaciones.

Se sabe que los extractos de *Stevia rebaudiana* han sido empleados durante varios siglos como endulzante en bebidas tradicionales, como el té Maté de origen Paraguayo. Los té endulzados con la planta han sido prescritos por médicos en Paraguay como tratamiento en la diabetes. En Brasil, dos productos llamados, *S. rebaudiana* té y *S. rebaudiana* capsulas, fueron oficialmente aprobadas para su venta como propuesta de tratamiento de la diabetes en 1980 [11].

Los extractos de glucósido de esteviol tienen muchas aplicaciones como edulcorantes en la elaboración de bebidas a base de fruta y leche, postres, yogurt, golosinas, productos de confitería y edulcorantes de mesa entre otros.

Se ha distinguido en dos mercados distintos, especialmente usado para pacientes diabéticos como endulzante bajo en calorías, en el segmento dietético y en el mercado de los endulzantes nutritivos, el cual puede ser usado como una alternativa en el mercado del azúcar.

El primer uso es como endulzante que mejora la palatabilidad en alimentos y bebidas. A diferencia del aspartame, la Estevia es muy estable a altas temperaturas, hasta 200 °C, es estable al medio ácido y no fermentable, lo que permite que se situó en el mercado de pasteles y galletas.

Cargill, ha producido Estevia para utilizarla en alimentos como el yogurt, cereales, helados y dulces. El efecto de frescura que tiene la Estevia ha permitido que se utilice en té herbales, pasta de dientes, productos refrescantes para la boca, goma de mascar, todos estos productos han utilizado la Estevia en su formulación porque tienen la ventaja de proteger contra el ataque bacteriano y caries en la boca [13].

La funcionalidad y estabilidad de la Estevia, han permitido que esta se incluya en las formulaciones de bebidas no alcohólicas. En refrescos de cola, limonadas u otros sabores, la Estevia ha sido muy aceptada debido a que este endulzante dura aproximadamente 26 semanas en almacenamiento.

Como endulzante de mesa, la Estevia se ha utilizado en diversas formulaciones donde ha demostrado ser estable durante 52 semanas aproximadamente. En la goma de mascar ha demostrado ser estable y funcional en este producto durante 26 semanas.

En el yogurt natural la Estevia se ha utilizado y ha demostrado no tener una pérdida significativa durante la pasteurización y fermentación. Su vida de anaquel en el producto es de 6 semanas aproximadamente. En los panecillos tampoco demostró tener una pérdida significativa durante el proceso de horneado y sin problemas de deterioro durante los subsecuentes 5 o 6 días [12].

Donde actualmente se han encontrado grandes ventajas al usar la Estevia en lugar de la sacarosa ha sido en el yogurt. Ya que cuando el yogurt es reducido en grasa se ve asociado a una pobre textura lo que conlleva a pobres cualidades sensoriales lo que incluye la disminución de la intensidad del sabor.

Para este tipo de productos bajos en grasa, se ha venido adicionando fibra dietética soluble, como la inulina (oligofruktosa) o la Actilight (fructo oligosacárido), para ayudar a que no se pierda la textura del yogurt al disminuir el contenido de grasa y que además proporcione beneficios nutricionales extras. La Actilight es

una fibra dietética soluble con un ligero sabor dulce y propiedades prebióticas que se produce de forma bio-enzimática. Con este tipo de fibra y la Estevia, se encontró que el yogurt bajo en grasa no tenía problemas con su sabor dulce ni su textura, no tuvieron ninguna influencia negativa en los estándares tecnológicos del yogurt en el mercado. Actilight junto con la Estevia tienen un aumento en la viscosidad en el yogurt, no se pierde el dulzor como en el yogurt con isomaltol o sacarosa que se utilizan en productos bajos en grasa. Siendo entonces un gran mercado de desarrollo el uso de la Estevia en productos bajos en grasa, principalmente en productos lácteos como el yogurt [5].

Aspecto Legal.

No existen resultados que demuestren ningún efecto tóxico significativo por parte de la Estevia. Para un estudio de toxicidad crónica sobre la Estevia, las hojas de *Stevia rebaudiana* se colocaron en agua caliente y se extrajeron los compuestos, después se purificaron y se determinó un contenido de 74.5 % de Esteviósido y 16.3 % de Rebaudiósido A, se administraron a ratas F344 hembras y machos. A los animales se les incorporó a su dieta el 1 % del peso del animal de los extractos purificados durante 22 meses a los machos y 24 meses a las hembras. En las conclusiones se encontró que la mortalidad de la *Stevia rebaudiana* sobre los animales tratados no mostró diferencia significativa respecto a los animales control, aunque se encontró cierto retraso transitorio tanto en ratas machos como hembras a las que se les administró la máxima concentración de los extractos de la planta [11].

El Esteviósido tiene muy baja toxicidad aguda sobre los ratones, ratas y hámsters. En los hámsters el valor de DL_{50} del Esteviol 90 % puro, fue de 5.2 y 6.2 g/kg de peso corporal para machos y hembras respectivamente. En ratas y ratones el DL_{50} está alrededor de 15 g/kg peso corporal, demostrándose así que los hámsteres son mucho más sensibles al Esteviol [3].

A ratas macho se les administró durante 60 días Esteviósido en su dieta diaria tanto antes del apareamiento como durante el apareamiento, mientras que a las hembras se les dieron dosis del Esteviósido 14 días antes del apareamiento y 7

días después del apareamiento. No se encontraron señales anormales en la conducta de apareamiento o durante la fertilidad en ningún grupo de animales, y ninguna anomalía interna, externa o en el esqueleto del feto fue atribuible al Esteviósido. Concluyentemente el Esteviósido no produjo ningún efecto negativo en la fertilidad o reproducción en las ratas [11]. Tampoco existe efecto significativo en la espermatogénesis.

Se encontraron efectos mutagénicos en *Salmonellas typhimurium* TM677, pero fueron casos totalmente bajos y aislados, solo se encontraron uno entre 3000 casos en la 3,4-benzopirano y en el esteviol metil éster 8,13 lactona uno de 24500 casos, se detecto que especialmente la *Salmonellas typhimurium* TM677 es sensible al esteviol, por lo tanto los autores de los estudios concluyeron que el uso diario del Esteviósido como endulzante es seguro [3].

Uno de los más obvios indicativos de la seguridad de la Estevia es que esta nunca ha reportado ningún efecto adverso sobre sus 1500 años de uso continuo en Paraguay.

Los estudios realizados sobre el Esteviósido determinaron que la ingesta diaria aceptada es 5 mg/kg peso corporal, y que es segura su ingesta. En U.S.A, la FDA solo ha concedido para el Rebaudiósido A la nula objeción de su uso en alimentos, lo declaro como generalmente reconocido como seguro (GRAS) en Diciembre 2008, para la compañía Cargill y Merisant. Desde 1995 los extractos de la *Stevia* secos pueden ser usados en suplementos dietéticos. En U.S.A, la FDA (Food and Drug Administration), aprobó en septiembre de 1995, a la Estevia, aunque solo podría venderse en tiendas naturistas, así no interfiere con los intereses de las industrias productoras de los otros edulcorantes no naturales.

En Europa, no todo el mercado esta abierto aun. En Suiza, la Estevia esta aceptada para su uso en alimentos y bebidas, pero con una engorrosa comercialización de los productos terminados. En Francia se dio el visto bueno para una aprobación provisional de la Estevia en 2010. En U.S.A, las multinacionales manufactureras de bebidas, han lanzado nuevas líneas de productos endulzados con Estevia [13].

Los Extractos de la *Stevia rebaudiana* que contengan Esteviósido y Rebaudiósido

A están aprobados con el fin de utilizarse como endulzante en Japón, Corea del Sur y Brasil. Y con usos más variados se utiliza y está aprobado en Paraguay y China [11]. En junio de 1999 SCF reiteró su previa opinión de que “La sustancia (Esteviósido) no es aceptable como edulcorante de acuerdo con los datos disponibles al momento”.

Posición en el Mercado.

Hasta 1970, la hierba dulce era producida en Argentina y Paraguay en pequeñas parcelas para uso cosmético; posteriormente en Japón se comprobaron los beneficios de esta planta y la ausencia de efectos desfavorables para la salud y hoy en día la Estevia es utilizada en la versión japonesa de la Coca Cola dietética y de la goma de mascar Wrigley y cuenta con el 40 % de participación en el mercado de edulcorantes en ese país. Los principales productores son Japón, China, Taiwán, Tailandia, Corea, Brasil, Malasia y Paraguay. La Estevia que se da en China es pobre en calidad ya que las hojas de la *Stevia rebaudiana* sembrada ahí solo contiene del 5 al 6 % de Esteviósido y Rebaudiósido A, mientras que las de Paraguay contienen entre el 9 y 13 % de estos compuestos [6].

La comercialización de la Estevia ha sido muy rápida desde que se introdujo en Japón. En 1987, un total de 1700 toneladas métricas de Estevia fueron utilizadas en Japón dentro de los productos alimenticios, representando un estimado de 190 toneladas métricas de Esteviósido puro.

Estos extractos pueden reemplazar al resto de los edulcorantes en las formulaciones de los productos alimenticios.

Si se considera que la planta de *Stevia* China contiene de un 5 a 10% de Esteviósido, entonces, el precio del Esteviósido para 1985 era de \$15 a 30 dólares por kilogramo. Pero el Esteviósido, puro a parcialmente purificado, es un poco más caro. Por ejemplo, el Esteviósido 90% puro costaba entre \$90 a \$130 dólares por kilogramo en 1982 [11]. Actualmente el Rebaudiósido A se encuentra a la venta en 240 dólares el kilogramo.

La Estevia es muy competente frente a cualquier tipo de edulcorante de alta intensidad ya sea natural o artificial disponible en el mercado. En 2008, el mundo

de edulcorantes de alta intensidad en el mercado se estimaba cerca de \$1.3 billones, comandado por la sucralosa, liderando con un 36% de las acciones de las aplicaciones de alimentos. El desarrollo de la Estevia ofrece indudablemente muchos beneficios.

En la actualidad China es el centro de la producción de *Stevia* y el mayor mercado es Japón. Por su parte Japón fue el primer país fuera de Sur América en cultivar *Stevia rebaudiana* y comercializar el Esteviósido como edulcorante de alta intensidad. Japón es el país con mayor progreso en los avances sobre el uso y comprensión de la Estevia en aplicaciones con alimentos. Compañías Japonesas como Sunkist y Nestlé utilizan la Estevia como endulzante y Coca-Cola utiliza la Estevia para sus refrescos de dieta en Japón [13]. Actualmente Coca-Cola vende más de dos docenas de productos endulzados con Estevia en seis países como Argentina, Japón, Turquía, Canadá, Francia y los EE.UU. Coca-Cola presentó tres nuevas versiones de Cascal, un refresco diseñado en Francia y hecho con un método lento de fermentación de malta endulzado con Estevia.

La Estevia ha aparecido en varias bebidas no carbonatadas, como SoBe Lifewater y Trop50 de PepsiCo, y Sprite Green, Vitaminwater Zero, Powerade Play y otra bebidas de Coca-Cola.

La demanda actual de la Estevia se encuentra en el creciente aumento, del uso de edulcorantes sin calorías y de origen natural, lo que permitirá a los productores la obtención de cultivos más productivos e incrementará el rendimiento de obtención de glucósidos.

Hoy en día la *Stevia* es comercialmente cultivada en Paraguay, Brasil, México, Canadá, Hawaii, California, Israel, Ucrania, y Rusia [13].

En México, la Estevia ha comenzado a comercializarse con el nombre de la marca PureVia, es un endulzante sin calorías que ayuda a llevar el estilo de vida saludable que se desea actualmente porque es 100% natural. Elaborado con extracto puro de la hoja de *Stevia rebaudiana*.

La PureVia es en su mayoría un concentrado de Rebaudiósido A, y a diferencia de los demás productos hechos de la planta de *Stevia*, tiene un menor efecto amargo y endulza hasta 300 veces más que la sacarosa. Actualmente, existe una bebida

endulzada con PureVia llamada G2 de la familia de Gatorade.

PureVia es una nueva alternativa natural para las personas que gusten cuidar su peso y tengan un estilo de vida saludable. Todos los ingredientes dentro de este producto son naturales, no tiene conservadores y tampoco están modificados químicamente como los endulzantes artificiales. PureVia no altera los niveles de azúcar en la sangre por lo que puede ser consumido por personas que padecen diabetes mellitus o enfermedades que desencadenadas por problemas de obesidad o sobre peso. Este producto esta disponible en todas las tiendas de autoservicio a partir del mes de Mayo, con un precio aproximado de \$40 pesos en la presentación de 40 gramos (80 sobres).

Beneficios que lo destacan.

La Estevia en dosis normales puede ser utilizada como endulzante sin ninguna restricción por personas comunes y por diabéticos. El disminuir la ingesta de sacarosa tiene un efecto benéfico en el balance del consumo de alimentos y para la salud humana.

No afecta los niveles de azúcar sanguíneo, por el contrario, estudios han demostrado sus propiedades hipoglucémicas, mejora la tolerancia a la glucosa y es por eso que es recomendado para los pacientes diabéticos [3]. Existen reportes que indican que, 5 g de los extractos seco de la *Stevia* se administraron tres veces al día durante tres días a voluntarios sanos identificando una disminución de los niveles de glucosa en la sangre.

Otra evidencia es que el Esteviósido estimula la secreción de insulina en ratones utilizados para el estudio del efecto de la Estevia [13].

Su importancia en el tratamiento de la diabetes se describe en el informe del Instituto Internacional de Diabetes, publicado en Helsinki, donde se informa que la diabetes afecta a unos 135 millones de personas en el mundo, una predicción para el año 2025 indica que la población que padezca esta enfermedad será aproximadamente de unos 300 millones de casos, es lo que la Organización Mundial de la Salud ha citado. La diabetes, causa la muerte de 3 millones de personas por año, convirtiéndose en epidemia en algunos países donde es la

causa principal de fallecimientos. El Instituto señala que, el tratamiento por medicamentos, ha cambiado muy poco el panorama, desde el desarrollo de las inyecciones de insulina en 1921. Apuntan, en cambio, a modificar el estilo de vida de las personas, con un énfasis renovado en el ejercicio físico y la dieta saludable, en donde el uso de la Estevia tiene una influencia importante.

A la Estevia también se le confieren propiedades para el control de la presión arterial, ya que tiene efecto vasodilatador, diurético y cardiotónico. Un estudio a 60 voluntarios hipertensos, se les suministró 250 mg de Esteviósido tres veces al día, durante un año. Los parámetros bioquímicos de la sangre incluyendo el reporte de lípidos y glucosa demostraron no tener un cambio significativo. No se encontró efecto adverso en la valoración de la calidad de la salud de los voluntarios ni ningún deterioro de su salud.

Los autores concluyeron que el Esteviósido es muy bien tolerado y un compuesto efectivo que puede ser considerado como una terapia alternativa o suplementaria para los pacientes con hipertensión **[3]**.

También se ha indicado que tiene actividad antibiótica, especialmente contra las bacterias que atacan las mucosas bucales. La acumulación de la placa dental después de enjuagar con Esteviósido es 57.82 % menor que cuando se enjuaga con sacarosa **[13]**.

Los beneficios comunes por los que se conoce la ingesta de la Estevia desde hace ya varios cientos de años en Paraguay es primeramente que ayuda a contrarresta la fatiga, facilita la digestión y las funciones gastrointestinales, regula los niveles de glucosa en la sangre, nutre el hígado, el páncreas y el bazo **[13]**.

En aplicaciones externas se utiliza la Estevia en forma líquida para el tratamiento de la piel con manchas y granos, para este fin se puede encontrar su uso en Europa.

Recientemente se ha observado que el Esteviósido tiene propiedades contra la amnesia. Tratamientos previos con el Esteviósido han indicado que se disminuyen los niveles del estrés oxidativo en el cerebro y se invierten los déficits en el aprendizaje y memoria. Por ello concluyeron que el Esteviósido ejerce un efecto preservativo en la memoria en déficits cognitivos en las ratas a través de sus

múltiples acciones [13]. Además de ser una opción verde al producirse enzimáticamente y ser una vía más para explotar la Estevia como una opción de edulcorante natural con futuro.

Discusión.

Sobrepeso y obesidad son problemas que afectan a cerca de 70 % de la población (mujeres, 71.9 %, hombres, 66.7 %) entre los 30 y 60 años, también se encontró que alrededor de 30 % de la población mayor de 20 años (mujeres, 34.5 %, hombres, 24.2 %) tiene obesidad y alarmantemente un 26 % de niños de 5 a 11 años padecen obesidad para ambos sexos, 26.8 % en niñas y 25.9 % en niños. La mala alimentación y los excesos en la dieta de los mexicanos es un problema que a la larga mermará la calidad de vida. El incremento porcentual de estos problemas a la salud debe tomarse en consideración sobre todo debido a que el sobrepeso y la obesidad son factores de riesgo importantes para el desarrollo de enfermedades crónicas, incluyendo las cardiovasculares, hipertensión, diabetes y cáncer [7].

La diabetes es desafortunadamente uno de los problemas a la salud actuales, se ha visto que el número de enfermos de diabetes crece años tras año y un elevado porcentaje de ellos no sabe que padece la enfermedad. Cada diez segundos se registran tres nuevos casos de diabetes en el mundo, lo que representa gran preocupación y reto para los sistemas de salud, pues se estima que para 2030 la cifra se elevará a 552 millones de enfermos. Tan sólo en México 14.4 % de la población padece el mal lo que representa poco más de 15 millones de personas con diabetes. México ocupa el primer lugar en prevalencia de esta enfermedad crónica no trasmisible (ECNT) en América Latina, especialistas resaltaron que el país a nivel mundial ocupa actualmente el décimo lugar, pero de continuar el incremento de casos de diabetes pasará al séptimo en prevalencia.

La predisposición a la enfermedad se basa en tres factores; el genético, sedentarismo y la alimentación, de ahí la necesidad de educar a las familias para que apoyen en el combate a la diabetes.

El enfoque ahora está puesto en la prevención, para evitar que las personas en

riesgo desarrollen la diabetes, y a quienes ya la padecen hay que educarlos para que se apeguen al tratamiento, cambien a una alimentación sana y hagan ejercicio.

Las personas que padezcan esta enfermedad deben consumir alimentos que no alteren los niveles de glucosa y es aquí donde juegan un papel relevante los edulcorantes que sustituyen el azúcar.

Los retos a la salud que han favorecido la investigación y consumo de sustitutos de azúcar se basan en la disminución de los índices de padecimientos de diabetes mellitus, hipertensión arterial, hipercolesterolemia y obesidad. Es por ello que de acuerdo a las características de los endulzantes naturales mencionados con anterioridad, se ha detectado un incremento en la comercialización de sustitutos de azúcar como la Glicirrizina, los Mogrósidos (Luo Han Guo), la Taumatina y la Estevia. Unos en mayor proporción que otros por sus respectivas limitantes. En el caso de la Taumatina que puede llegar a ser hasta 3000 veces más dulce que la sacarosa, esta misma propiedad dificulta mucho la manipulación de este edulcorante dentro de las formulaciones alimenticias ya que se debe de trabajar con cantidades muy pequeñas para evitar sobre dosificar y provocar un resabio desagradable por el sabor dulce tan intenso de la proteína [11]. Por este motivo no hay muchos productos alimenticios que reporten el uso de la Taumatina ni empresas que se dediquen a comercializarla como endulzante de mesa sin mencionar que aun sigue siendo muy cara su producción de Taumatina y por lo tanto se llegan a reportar precios de hasta 7000 dólares el kilogramo lo que limita aún más uso en los alimentos.

Por su parte la Glicirrizina es mejor recibida en países nórdicos y utilizado más como un mejorador del sabor que como un edulcorante de mesa. En México son pocas las compañías que reportan el uso de la Glicirrizina en algunas de las formulaciones de sus productos. Se emplea principalmente en goma de mascar por la particularidad de dejar una sensación de frescura. Los efectos secundarios como la hipertensión y la retención de agua han mermado aun más su uso ya que se han encontrado mejores alternativas. Además de que es común que se utilice la Glicirrizina sinérgicamente con la sacarosa, lo que las grandes empresas tratan

de sustituir por lo que prefieren utilizar algún otro edulcorante natural que tenga mejores resultados sin la necesidad de utilizar nada de sacarosa para endulzar o mejorar el sabor.

Mientras tanto los consumidores estadounidenses están buscando cada vez más edulcorantes naturales como opciones bajas en calorías, y están más dispuestos a probar ingredientes exóticos como el Luo Han Guo nombre con el que se comercializan los Mogrósidos por el fruto del que se extraen. Este endulzante parece ser una alternativa interesante, por su potente sabor dulce sin embargo el problema radica principalmente en que es muy cara su producción a gran escala, aunque se puede explotar el aspecto de ser de origen natural.

Cargill, el gigante conglomerado con sede en Minneapolis, estudió la fruta del monje (Luo Han Guo) años atrás, pero fue disuadido por las dificultades de producción a gran escala del cultivo [8]. Cargill decidió no continuar debido a las limitaciones del cultivo y de dudas sobre su capacidad para llegar a una escala significativa.

El director de Coca-Cola para asuntos científicos y regulatorios, dijo que la fruta del monje tendrá que pasar por los mismos obstáculos que la Estevia antes de que pueda alcanzar una escala comercial. Esto implica informar a los consumidores y conseguir su aceptación, además de las aprobaciones regulatorias pertinentes. Hay algunos lugares que han oído hablar de la fruta del monje, pero la mayoría del mundo no lo ha hecho por lo que le hace falta difusión a este tipo de edulcorantes.

Los ejecutivos de Tate & Lyle enfatizan que la fruta del monje tiene por objeto complementar la Estevia, no reemplazarla. Una de las ventajas del edulcorante chino es la palabra "fruta". En los grupos focales, los ejecutivos quieren asegurarse de que los consumidores, especialmente las madres, no rechacen el ingrediente, por no estar familiarizadas con su extraño nombre. El grupo clave reaccionó bien. Fruta es una palabra que resuena en los consumidores, especialmente las madres, las cuales responden muy positivamente a la palabra "fruta" en el listado de ingredientes. La fruta transmite un mensaje clave simple y natural para ellas dándoles la idea de que el producto es natural, de buen sabor y

saludable.

Pero si un edulcorante natural esta llamando la atención de las grandes compañías, ese es la Estevia ya que se ha convertido en el objeto de continuas investigaciones y es altamente atractivo comercialmente.

Aun hay mucho que investigarse en el desarrollo y optimización de la extracción enzimática asistida del Esteviósido. Este método de extracción es potencialmente útil para la industria alimenticia, farmacéutica y aplicaciones saborizantes; sin embargo, la cantidad limitada de obtención de esteviósido restringe su uso más amplio. Los procesos comercialmente viables que se necesitan son aquellos que se manejen sobre la base de la biotecnología enzimática para lograr una producción a gran escala del Esteviósido. Ahora que existe un mercado más amplio para la producción de la Estevia es necesario optimizar su producción. La propuesta de una extracción del Esteviósido asistida enzimáticamente es significativamente interesante desde el punto de vista químico, bioquímico y genético para llevar a cabo investigaciones que puedan conducir a un amplio uso del proceso en el futuro. El costo de la enzima es de gran importancia para el potencial uso de la estrategia de extracción. Se espera que los avances tecnológicos y en las técnicas de extracción favorezcan la disminución de los costos de los sustratos para la producción de enzimas. Hay una fuerte posibilidad de que la Estevia sustituya al Aspartame como agente endulzante de alta intensidad y bajo en calorías en algunas formulaciones y dietas. Además, se espera que la Estevia sea utilizada como un sustituto parcial o total de azúcar y se utilice también en combinación con otros edulcorantes artificiales o naturales para endulzar los alimentos.

Las compañías más grandes de bebidas como Coca-Cola ya están utilizando la Estevia en las formulaciones de varios de sus productos. También la industria panificadora, en bebidas funcionales, suplementos, alimentos y bebidas sabor berries ya están haciendo uso de este edulcorante con beneficios importantes a la salud que el resto de los edulcorantes naturales no ofrecen, además de que se desea incluir como excipiente en aplicaciones farmacéuticas.

Las empresas líderes en la investigación, producción y distribución de sustitutos

de azúcar de alta intensidad han probado una gran variedad de edulcorantes y mezclas en los últimos años. Las compañías de bebidas reconocen que puede no haber una solución única para la búsqueda de un edulcorante natural, de alta potencia, para desplazar el uso de la sacarosa. Es por ello que han aparecido en el mercado productos que utilizan sinergismos entre los diferentes edulcorantes naturales. Un ejemplo de esto es el edulcorante de mesa Super Life Bio el cual contiene extracto de Luo Han Guo (Mogrósidos) y Estevia utilizada para lograr el sabor dulce de Super Life Bio, es estable a las altas temperaturas, útil para cocinar, espolvorear y escarchar sin sacrificar su dulzura. No deja sabor amargo además de que cuenta con certificación Kosher. Es una innovadora alternativa para mantenerse en forma y cuidar la salud. Cabe destacar que al ser endulzantes naturales, pueden ser consumidos por personas con diabetes u obesidad; mujeres embarazadas, niños, deportistas de alto rendimiento, intolerantes a la glucosa y personas que les interese mantener una alimentación equilibrada.

También se ha favorecido el consumo de los edulcorantes que sustituyan el azúcar no solo por las cuestiones de salud si no también por las nuevas preferencias que toman fuerza en el consumo de alimentos, algunas de ellas asociadas a la búsqueda de un estilo de vida saludable. Esto hace que el mercado se incline cada vez más a ofrecer productos que ayuden al cuidado de la salud, como los que previenen enfermedades, mejoran el funcionamiento del cuerpo, evitan el envejecimiento y son más naturales. Existe también la preferencia a elegir productos que no requieran invertir mucho tiempo ni esfuerzo para su consumo, buscando que las personas puedan tener más tiempo disponible para realizar otras actividades. Las empresas de alimentos tienen hoy la oportunidad de explorar estrategias de enfoque, desarrollando alimentos con características muy específicas, para nichos de mercado exigentes como los que requieren alimentos libres de sustancias que puedan ser peligrosos para la salud, es decir que tengan más calidad y seguridad, libres de grasa, sin o con pocos azúcares, o bajos en sal y alimentos kosher, aquellos considerados limpios y conformes, según las leyes dietéticas de la religión judía.

Se ha detectado un crecimiento de tres segmentos específicos de alimentos, los

alimentos orgánicos, los alimentos naturales y los alimentos frescos, los cuales representan la tendencia futura del mercado del consumidor de alimentos. Las tendencias hacia salud y seguridad guían las innovaciones en los productos alimenticios. El comercio de alimentos orgánicos se ha convertido en un negocio de fenómeno mundial. Los alimentos orgánicos son productos agrícolas cultivados sin el uso de proyectos genéticos o productos químicos, tales como fertilizantes y pesticidas. El consumo de alimentos orgánicos o los llamados “alimentos verdes” está creciendo rápidamente. En este momento, Estados Unidos, Europa y Japón son los mayores mercados de alimentos orgánicos. El segmento de alimentos naturales es extremadamente atractivo para empresas extranjeras debido a su alta rentabilidad. En los últimos años, la tasa de crecimiento anual de ventas de alimentos naturales producidos por empresas extranjeras es del 12 %. Este tipo de alimentos se caracteriza por que sus ingredientes son cada uno de origen natural, ningún de los ingredientes es sintetizado ni obtenido de una forma que no sea por la vía y origen natural.

Finalmente los alimentos frescos están fundamentados en el consumo de frutas. Según el segmento al que están dirigidos los alimentos pueden encontrarse dentro de cada grupo los alimentos para bebés, hipertensos, personas de la tercera edad, ejecutivos, deportistas de alto rendimiento, niños, diabéticos, jóvenes, alérgicos, entre otros. Su uso toma fuerza a medida que desde el punto de vista médico y nutricional se establece que las personas en diversas etapas de la vida, así como con condiciones de salud particulares, tienen demandas nutricionales específicas, que no logran ser cubiertas con alimentos genéricos. Gracias a estas tendencias nuevas los edulcorantes naturales son productos de gran peso en las formulaciones alimenticias por su principal característica de no aportar calorías y poder endulzar, esto favorece a las investigaciones sobre el tema y sobre las aplicaciones que se les puede dar a los edulcorantes naturales de acuerdo a sus características específicas.

Conclusiones.

- El constante aumento de padecimientos adversos a la salud como problemas diabéticos, de hipertensión y obesidad son las detonantes para que actualmente los sustitutos de azúcar sean más utilizados.
- Después de conocer la información sobre los principales edulcorantes naturales, sus características, ventajas, desventajas y otra información, se concluyó que la Estevia es el edulcorante natural que ofrece mayores beneficios a la salud de los consumidores.
- La Estevia no aporta calorías y además es natural, en conjunto estas características han incrementado el uso de la Estevia en gran variedad de productos alimenticios por lo tanto se prevé que aumente notablemente su participación en el mercado y se confirma que actualmente también es el endulzante natural más utilizado comercialmente.
- La extracción del Esteviósido y Rebaudiósido A asistida por microondas comprobó que estos compuestos pueden ser extraídos a altas temperaturas y con agua sin la necesidad de adicionar ningún disolvente, obteniéndose muy buenos rendimientos y ahorrando tiempos y costos.
- La extracción de estos compuestos por la vía enzimática puede ser un método que de muy buenos resultados si se profundiza en estudiar el proceso para hacer el gasto mínimo de la enzima y tomar en cuenta la de mayor selección sobre estos compuestos para evitar problemas en el momento de la extracción.
- Una buena opción es también utilizar sinergismos entre edulcorantes naturales como el Super Life Bio ya que así se disminuyen las desventajas que puedan tener los edulcorantes individualmente y se potencian las ventajas que aporta cada edulcorante si se hacen correctamente las mezclas de edulcorantes.
- Por el momento los Mogrósidos son los que mejores resultados y más han ayudado a resaltar las cualidades de la Estevia en el momento de mezclarlos.
- Si se desea solo disminuir un poco la cantidad de calorías de las

formulaciones y no eliminar totalmente el aporte calórico una buena opción es disminuir la cantidad de sacarosa en la formulación y complementarlo con Estevia.

- La situación actual de la Estevia de considerarse completamente segura por la FDA como edulcorante es el preámbulo para su explotación en las aplicaciones alimenticias.

Bibliografía.

1. Alina, B. R, La caña de azúcar, **2002**, Perú, *Instituto cultural Peruano*, pp. 1-202.
2. Crane, E., El libro de la miel, **1985**, *Fondo de Cultura Económica*, pp. 1-289.
3. Genus, J.M.C. Stevioside, *Elsevier Ltd*, **2003**, *64*, pp. 913-921.
4. Grenby, T.H. Intense sweeteners for the food industry: an overview. *Elsevier Science Publishers Lid*, **1991**, pp. 2-6.
5. Guggisberg, D; Piccinali, P; Schreier, K. Effects of sugar substitution with Stevia, Actilight and Stevia combinations or Palatinose on rheological and sensory characteristics of low-fat and whole milk set yogurt, *International Dairy Journal*, **2011**, *21*, pp.636-644.
6. Jiménez, T; Cabrera, G; Álvarez, E; Gómez, F. Evaluación del contenido de Esteviósido y Rebaudiósido A en una población de *Stevia rebaudiana Bertoni* cultivada comercialmente. *Instituto de Investigación de Ciencia y Salud*, **2010**, *8(1)*, pp. 47-53.
7. Kinghorn, A.D; Kennelly, E.J. Discovery of Highly Sweet Compounds from Natural Sources, *Journal of Chemical Education*, **1995**, *72(8)*, pp. 676-682.
8. Kinghorn, A.D; Pan, L; Fletcher, J.N; Chai, H. The Relevance of Higher Plants in Lead Compound Discovery Programs, *Journal of Natural Products*, **2011**, *74*, pp. 1539-1555.
9. Kitagawa, I. Licorice root. A natural sweetener and an important ingredient in Chinese medicine, *Pure and Applied Chemistry*, **2002**, *74(7)*, pp.1189-1198.
10. Li, D; Ikeda, T; Nohara, T; Liu, J; Wen, Y; Sakamoto, T; Nonaka, G. Curcubitane Glycosides from Unripe Fruits of *Siratia prosvenori*, *Chemistry Pharmaceutical Society*, **2007**, *55(7)*, pp. 1082-1086.
11. Nabors, L. O`B; Glardi, R.C. Alternative Sweeteners, **1991**, NY, *Marcel Dekker, Inc*, pp.1-461.
12. Prakash, I; DuBois, G.E; Clos, J.F; Wilkens, K.L; Fosdick, L.E. Development of rebiana, a natural, non-caloric sweetener, *Food Chemistry Toxicology*, **2008**, *46(7)*, pp. 1-8.

13. Puri, M; Sharma, D; Tiwari, A.K. Downstream processing of stevioside and its potential applications, *Biotechnology Advances*, **2011**, 29, pp. 781-791.
14. Sardesai, V.M; Waldshan, T.H. Natural and synthetic intense sweeteners, *Journal of Natural Products*, **2011**, 74, pp. 1539-1555.