

Edulcorantes naturales

Natural sweeteners

Jorge Rubén Alonso

Presidente de la Asociación Argentina de Fitomedicina. Director Cursos Posgrado de la facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires, Argentina

Autor para correspondencia: fitomedic@gmail.com

Manuscrito recibido el 30 de octubre de 2010. Aceptado, tras revisión el 20 de noviembre de 2010.

Resumen

Los edulcorantes naturales constituyen, en la actualidad, una excelente alternativa en la industria alimenticia. Si bien esta industria emplea desde hace varios años productos químicos como el aspartame, acelsufame-K, sacarina o ciclamato, la inocuidad de estas sustancias ha estado siempre como tema de discusión en los principales foros académicos alimenticios, generando desconcierto entre los consumidores de productos bajos en calorías, e incluso múltiples dudas entre las propias autoridades regulatorias, en especial cuando se habla del largoplacismo de toma de estas sustancias. En las plantas medicinales se ha investigado en los últimos años alternativas edulcorantes mucho más seguras, y que a la vez, mantengan el índice de dulzor en niveles adecuados para el consumo humano. Entre las sustancias más estudiadas figuran la taumatina, monellina o los esteviósidos, los cuales ya forman parte de muchos productos alimenticios.

Palabras claves: edulcorantes, aspartame, taumatina, esteviódios, monellina, taumatina, sucralosa, sacarina.

Abstract

Natural sweeteners constitute at present, an excellent alternative for their inclusion in the food industry, although this industry has used chemical products like aspartame, acelsufame-k, saccharine, or cyclamate, the harmlessness of these substances has always been in discussion in the main academic food forums, generating bewilderment among low-calorie consumers, even multiple doubts among the regulatory authorities, especially when we speak about consuming these substances for long periods of time. Referring to medicinal plants, some safer sweetener alternatives have been studied in the last years, and at the same time, keep the index of sweetness in suitable levels for the human consumption. Among the most studied we have thaumatin, monellina or steviosides, which are already part of many food products.

Keywords: sweeteners, aspartame, thaumatin, steviosides, monellin, sucralose, saccharine.

Forma sugerida de citar: Alonso, J.R. 2010. **Edulcorantes Naturales**. La Granja. Vol.12(2). Pp. 3-12. ISSN: 13903799

I. Introducción

Los edulcorantes no calóricos, en especial los naturales, constituyen hoy una de las áreas más dinámicas dentro del campo de los aditivos alimentarios, dada la gran expansión que ha experimentado en estos últimos años el mercado de los alimentos bajos en calorías o para diabéticos.

A pesar de los notables avances respecto al registro de muchos productos sintéticos que cumplan estos requisitos, el tema de la seguridad o inocuidad de los compuestos químicos responsables, sigue siendo materia de controversia. El endulzante más antiguo ha sido sin lugar a dudas la sacarosa o azúcar común, la cual químicamente está conformada por un disacárido (alfa-glucosa y beta-fructosa). Se la extrae principalmente de la caña de azúcar, planta cultivada desde hace más de 3.000 años y refinada a partir del siglo XVI. Se la puede obtener también, pero en menor medida a partir del procesamiento de la remolacha azucarera.

Para que un edulcorante natural o artificial sea utilizable por la industria alimentaria, tiene que cumplir con ciertos requisitos que no sólo se refieren a la inocuidad, entre ellos tenemos: que su sabor dulce sea percibido inmediatamente; que tenga la capacidad de degradarse rápidamente; debe ser lo más parecido posible al azúcar común en cuanto al sabor; que su aporte calórico sea sensiblemente más bajo al del azúcar común. Otra de las características importantes es que debe ser lo suficientemente estable para mantener sus cualidades al ser combinado con otros alimentos, así como al ser procesado debe mantener su termoestabilidad.

La sacarosa es un elemento restringido para los pacientes diabéticos, por ello la industria farmacéuti-

ca y alimenticia trabaja permanentemente para lograr sustituir dicho producto por un edulcorante bajo en calorías. Sin embargo, el uso de edulcorantes artificiales ha sido objeto de múltiples polémicas en lo atinente a su seguridad a largo plazo o uso excesivo.

Entre los empleos más destacados de los edulcorantes está el control de pacientes diabéticos, el manejo de pacientes obesos, como tratamiento para el síndrome metabólico, en la prevención de caries dentales y también son de utilidad en casos de hiperlipemias.

Los estudios referidos a edulcorantes sintéticos y su supuesta seguridad es aún tema de debate, sin que hasta el momento se pudieran obtener conclusiones definitivas hacia uno u otro lado. El primer endulzante químico de distribución masiva en los alimentos bajos en calorías ha sido la 'sacarina' (Figura 1), la cual pudo ser purificada e identificada en 1878 (a partir del ácido antranílico), siendo muy popular su uso durante la Primera Guerra Mundial (1914-1918), cuando la disponibilidad de conseguir azúcar por los países desarrollados se encontraba complicada.

La sacarina fue cuestionada en 1960, cuando algunas experiencias en ratas sugirieron su potencial carcinogenicidad. En 1977, EE.UU. y Canadá prohibieron su consumo, medida que fue levantada 20 años más tarde en razón de "ausencia de evidencias que cuestionen su inocuidad" (Bakal, 1987). En el año 2000 se elimina la leyenda que anunciaba algún riesgo de carcinogenicidad.

El 'ciclurato' (Figura 2) fue el segundo producto en utilizarse, en ocasiones asociado a la sacarina (para mejorar sus características organolépticas). Fue descubierto por un estudiante de la Universidad de Illinois en 1937, y recién en 1958 la FDA de Norteamérica la habilita para su consumo como edulcorante.

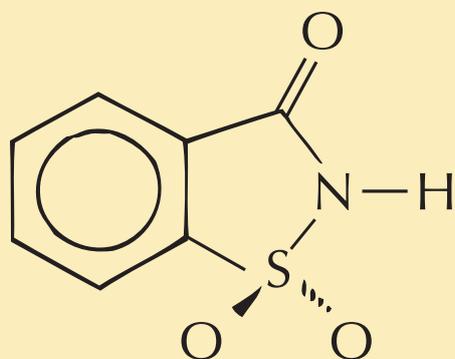


Figura 1. Sacarina

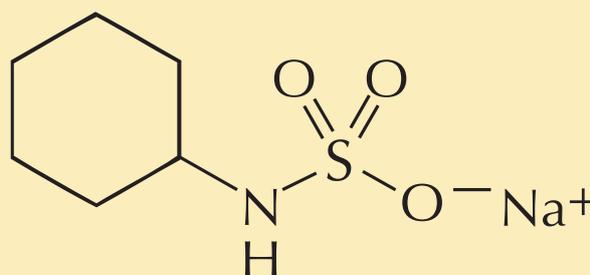


Figura 2. Ciclamato

El problema de esta droga es que si bien sólo el 37% de la misma es absorbida por el intestino, un tercio del 67% restante es metabolizado por nuestra flora intestinal hacia ciclohexilamida, una sustancia que evidenció carcinogenicidad en animales. Asimismo, la ciclohexilamida demostró en humanos efectos alérgicos, alterar la síntesis de hormonas tiroideas y dañar la función testicular.

En 1977, se prohíbe su consumo en Canadá, EE.UU. y el Reino Unido; sin embargo otros organismos de control internacional como el Código Alimentarius de la FAO (Food & Agriculture Organization), EFSA (The European Food Safety Authority) y JECFA (Comité mixto FAO/OMS de expertos en aditivos alimentarios) la autorizan. Evidentemente los consumidores (en especial los niños) son los que requieren urgentes respuestas para definir la inocuidad de esta droga.

Los niveles de consumo diario de estos productos son expresados mediante el valor de IDA (Ingesta Diaria Admisible) que representa la cantidad de sustancia que puede ser consumida todos los días durante toda la vida de una persona sin producir daño a la salud. La misma se expresa en mg/kg de peso corporal/día. Esta IDA es estipulada por los organismos internacionales regulatorios sobre alimentos, estableciendo por ejemplo para la sacarina un IDA de 0-5 mg/kg/día (Tabla 1):

Tabla 1. Ingesta diaria admisible (mg/kg/día)

| Edulcorante | FAO/OMS | EFSA |
|--------------------|---------|------|
| Acesulfame de K+ | 0-15 | 0-9 |
| Aspartame | 0-40 | 0-40 |
| Ciclámato de Na/Ca | 0-11 | 0-7 |
| Sacarina de Na/Ca | 0-5 | 0-5 |
| Sucralosa | 0-15 | 0-10 |

Recordemos que la sacarosa no es considerada un aditivo; para los expertos es un alimento, igual que la fructosa, la lactosa y la miel. En el caso de la FDA (Food & Drug Administration) de Norteamérica, dicho organismo posee dos formas de registro para que un aditivo alimentario puede ser considerado seguro para su uso (ellos emplean el término 'GRAS' (Generally Recognized As Safe). El primero de los mé-

todos califica a las sustancias mediante ensayos *in vitro* y en animales de laboratorio que evalúan la seguridad de su empleo en los alimentos. Otro método para la aprobación de un aditivo es el de petición.

Para ello se requiere una batería de ensayos (metabolización, farmacodinamia, teratogenicidad y mutagenicidad). Estos ensayos son usados cuando se precisa establecer el valor del IDA. Este nivel de efecto no observado (NOEL) es luego usado por la FDA para determinar los niveles de seguridad en alimentos. Basado en el nivel 1/100 del NOEL en la especie más sensible, la FDA establece el IDA.

Otro de los edulcorantes sintéticos más empleados en la actualidad es el 'aspartame' (Figura 3), descubierto por James Slatter en 1965.

Este producto fue aprobado inicialmente por la FDA en 1980, con algunas restricciones, las cuales fueron anuladas en 1986, quedando el producto, a partir de entonces, libre de restricciones para su registro y venta. Como a nivel intestinal se degrada en varios compuestos, entre ellos fenilalanina, esto último ha hecho que quede contraindicado para pacientes fenilcetonúricos.

Algunos ensayos de carcinogenicidad en ratas confirmaron la posibilidad de efectos carcinogénicos del aspartame en dosis cercanas a las DDR en humanos. Asimismo, el estudio en ratas demostró que la exposición prenatal al aspartame aumenta los efectos carcinogénicos (Sofritti *et al.*, 2007). Vale la pena señalar que dichos estudios insumen periodos de ensayo que muchas veces exceden la vida del animal, es decir que la manifestación clínica del cáncer que se observa hoy en una persona responde a una exposición al tóxico que data de 20 a 30 años.

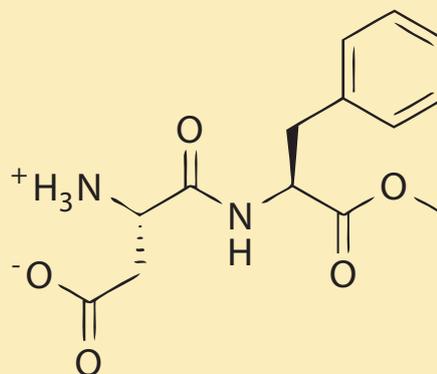


Figura 3. aspartame

Otros aspectos discutibles aún en ámbitos internacionales se refieren al hecho de que los estudios de carcinogenicidad realizados en animales de labora-

torio no pueden ser extrapolados tan simplemente al hombre dado que pueden presentar diferentes formas de absorción, distribución y metabolización de sustancias químicas. Otro aspecto en discusión se refiere a la extrapolación de las altas dosis en que son realizados la mayoría de los estudios en animales respecto a las bajas dosis que el ser humano suele consumir de estos productos. No obstante, el largo periodo de toma de productos químicos edulcorantes sigue siendo el talón de Aquiles de la mayoría de estas sustancias.

Otro de los productos edulcorantes más comercializados y de más reciente introducción es el 'acesulfame de potasio', el cual fue descubierto por K. Klaus de Laboratorios Hoesch en 1967 y aprobado por la FDA en 2001. Se suele asociar con ferulato de sodio para enmascarar su sabor amargo.

Se lo utiliza en productos de panificación, dulces, postres congelados, bebidas, mezclas para preparar postres y edulcorantes de mesa. En la actualidad, el ingrediente se usa en más de 4.000 alimentos y bebidas en aproximadamente 90 países de todo el mundo. Se desconocen problemas de toxicidad.

Otros edulcorantes sintéticos son la 'sucralosa' (se obtiene por clorinación de la sacarosa), descubierta en 1976, aprobado por la FDA en 1988 y por la Comisión Europea recién en 2002 (Knight, 1994); el 'neotamo' (Figura 4) (posee fenilalanina en su estruc-

tura al igual que el aspartame) (Prakash, 2002); y el 'alitamo' (por ahora autorizado en Australia y China, no aún por la Comisión Europea ni la FDA).

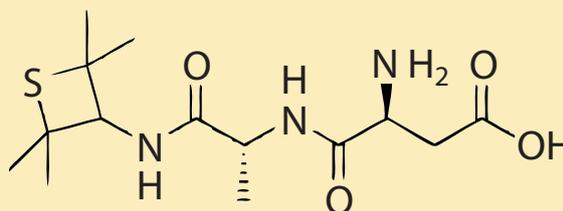


Figura 4. Neotamo

El edulcorante ideal debe poseer como características un alto grado edulcorante, sabor agradable sin gusto amargo, sin color ni olor, solubilizarse rápidamente, ser estable, funcional y económico, no ser tóxico, no provocar caries dentales y ser metabolizado o excretado normalmente.

Uno de los temas de factibilidad de registro para los edulcorantes se basa en su dulzor o 'Índice de dulzor', el cual se calcula en relación a la sacarosa, de valor 1. En tanto el sabor se calcula como sabor residual (el que deja en la boca) (Tabla 2).

Tabla 2. Índice de dulzor

| Sustancia | Dulzor | Sabor | Disolución | Termoestabilidad |
|------------|--------|--------------|------------|------------------|
| Sacarina | 300 | Amargo | Rápida | Termoestable |
| Ciclamato | 50 | Metálico | Rápida | Termoestable |
| Aspartame | 180 | Sui generis | Lenta | Termolábil |
| Acesulfame | 200 | Muy amargo | Rápida | Termoestable |
| Sucralosa | 600 | Indetectable | Lenta | Termoestable |

El modo de actuar de los edulcorantes se efectúa en general sobre los receptores presentes en las papilas gustativas, las cuales deben traducirle al individuo el mensaje neurosensorial en un placer específico. En realidad la intensidad edulcorante es muy difícil de ser medida en términos absolutos o físicos, requiriéndose para ello el empleo de métodos sensoriales subjetivos, para lo cual se utilizan paneles de evaluación.

Como ya se ha dicho que la sacarosa tiene como valor de referencia 1, fue así que se estableció que el ciclamato es 50 veces más dulce que la sacarosa y la

sacarina 300 veces. Esto último es porque la sacarina deja un resabio dulce que perdura con el tiempo. No obstante, si se emplea en concentraciones altas (1:10000 p/v) el dulzor puede convertirse en amargor.

2. Clasificación de los edulcorantes naturales

La clasificación de los edulcorantes puede estar dada por su aporte calórico o por su origen (químico o natural). Entre los que hacen un aporte energético se

encuentran la sacarosa y la fructosa, en tanto los de bajas calorías agrupan a la sacarina, aspartame, acesulfame de potasio o el ciclamato. Estos últimos se corresponden también dentro de la clasificación de edulcorantes químicos, en tanto entre los edulcorantes naturales encontraremos a la taumatina, la monelina, la miraculina y el esteviosido, entre otros.

2.1 Taumatina

La taumatina (o taumatinas) representa a un conjunto de proteínas (polipéptidos) extraídas de la pulpa que rodea las semillas de una planta originaria de África Occidental (Sierra Leona, Congo, Gabón, Sudán, Zaire y Angola), conocida científicamente con el nombre de *Thaumatococcus daniellii* Benth (Figura 5), y popularmente con los vocablos 'katernfe o katemphe', 'ketenfe', 'kekerenfe' y 'amwuranasis'. También le denominan como el "fruto milagroso de Sudán".

Hasta el momento la taumatina es considerada la sustancia más dulce del planeta (1.600 veces más que una solución de sacarosa al 10%), lo que motivó su inclusión en el libro Guinness de los récords. La sola masticación de sus semillas deja un sabor dulce perdurable en la boca. La taumatina tiene un cierto parecido (en el gusto) al regaliz, y, mezclada con glutamato, puede utilizarse como potenciador del sabor.

Se conocen cinco tipos de taumatinas, y la mezcla de dos de ellas es conocida con el nombre comercial de Talin®.

Se utiliza en el Japón desde el año 1979 (año del descubrimiento de las taumatinas).

En el listado de la Unión Europea tiene el código de aditivo E-957 y figura en el listado GRAS de EE.UU. desde 1984 (principalmente para ser usadas en gomas de mascar). Las taumatinas son proteínas con un peso

molecular alrededor de 22.000, estando conformadas por 207 aminoácidos (Boy C, 1994).

De su estructura molecular 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 termoresistencia. Asimismo, conviene destacar que el mantenimiento de su estructura tridimensional (ver Figura 6) es fundamental para mantener su sabor dulce. Basta la simple ruptura del puente disulfuro entre las cisteínas 145 y 158 (particularmente lábil), para que el sabor dulce se pierda.

La obtención industrial de taumatina en la actualidad es realizada por programación genética de microorganismos (clonación sobre *Escherichia coli*), lo cual implica un alto 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. Se han realizado numerosos estudios de seguridad en animales de laboratorio especialmente en los niveles de consumo corriente y han resultado en todos los casos muy seguras para la salud.

In vitro la taumatina puede degradarse de la misma manera que la ovoalbúmina. No se detectaron anticuerpos contra la taumatina en ratas ni en el hombre, después de una prolongada administración bucal (Higginbotham, 1986). Tampoco resultó ser mutagénica ni teratogénica. Los ensayos de toxicidad de 90 días de duración en ratas y perros, demostró su inocuidad en concentraciones altas (30 y 10 gramos por kg de peso), respectivamente.

Tras 13 semanas de tratamiento en humanos, no fueron detectados cambios o efectos colaterales en dosis de 280 mg diarios. La ingesta diaria prevista



Figura 5. *Thaumatococcus daniellii* Benth, fuente de la Taumatina.

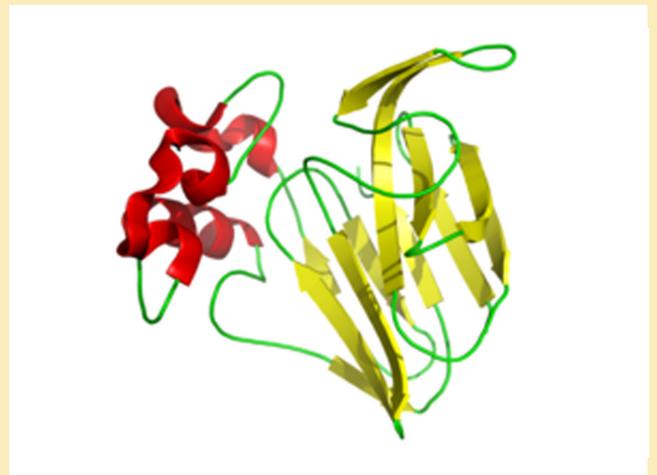


Figura 6. Estructura tridimensional de la taumatina

para la taumatina es de 2 mg/día (Mandrile E. et al., 1988). Dado que dicha dosis representa un aporte insignificante en una dieta proteínica normal, y siendo considerados estos polipéptidos como “no extraños” para el organismo, no ha podido establecerse una IDA específica.

1.2 Monelina

Esta proteína se encuentra en la pulpa del fruto de la especie tropical *Dioscoreophyllum cumminsii* (ver Figura 7) conocida en el oeste de África por los nombres vernáculos de ‘Ekali-bonte’, ‘kaligbonde’, ‘ito-igbin’, ‘ayun-ita’ y ‘serendipity berries’. Es aproximadamente 1.000 veces más dulce que el azúcar.

Inicialmente fue considerada como carbohidrato, pero posteriores elucidaciones estructurales determinaron que se trata de una proteína con peso molecular 10.700 Da (Morris et al., 1973). La monelina está formada por dos cadenas polipeptídicas (A y B), una de 45 aminoácidos y otra de 50. Como sucede con la taumatina, es necesario que se mantenga la estructura tridimensional para que exista sabor dulce. No obstante, la monelina no se emplea en bebidas dado que pierde la capacidad edulcorante con el tiempo.

2.3 Miraculina

La miraculina es una glicoproteína que se encuentra en la pulpa del fruto rojizo de *Synsepalum dulcificum* (Figura 8) conocida popularmente como la ‘fruta milagrosa’ o por sus nombres vernáculos ‘asaba’, ‘talinié’, ‘taaini-tso’, ‘tamaini’, entre otros.

Esta planta pertenece a la familia de las Sapotáceas, y es oriunda de África Occidental. La miraculina

fue aislada por Inglett en 1965, y en su estructura presenta una sola cadena polipeptídica de 42.000-44.000 Da de peso molecular. No tiene sabor dulce intenso por sí misma, pero modifica profundamente los sabores al entrar en contacto con las papilas gustativas, transformando el sabor ácido en dulce. Este efecto dura unos 30 minutos. Por el momento, no tiene aplicaciones industriales.

2.4 Brazzeína

Proteína proveniente de los frutos secos y ahumados (epicarpio, semilla y pulpa) de *Pentadiplandra brazzeana* (Gabón, África). Se caracteriza por ser 1.000 veces superior en dulzor a la sacarosa, y termoestable. Fue descubierta en 1994 en los Estados Unidos, país donde se radicó su patentamiento. Junto al acesulfame de K, prolonga el sabor de éste. Comercialmente se le conoce con el nombre de Cweet®.

2.5 Neohesperidina dihidrochalcona

La neohesperidina dihidrochalcona se obtiene por modificación química de una sustancia presente en la naranja amarga (*Citrus aurantium*). Es entre 250 y 1.800 veces más dulce que la sacarosa, y tiene un sabor dulce más persistente, similar al del regaliz. Se degrada en parte por la acción de la flora intestinal. Tiene asignado el código de aditivo E-959 en el listado de la Unión Europea.

2.6 Glicirricina

Obtenida en el año 1809 del rizoma de la especie *Glycyrrhiza glabra*, conocida como regaliz, palo dulce u orozús. Es originaria del sur de Europa (principalmen-



Figura 7. *Dioscoreophyllum cumminsii* fuente conocida de la Monelina



Figura 8. *Synsepalum dulcificum* fuente de la Miraculina.

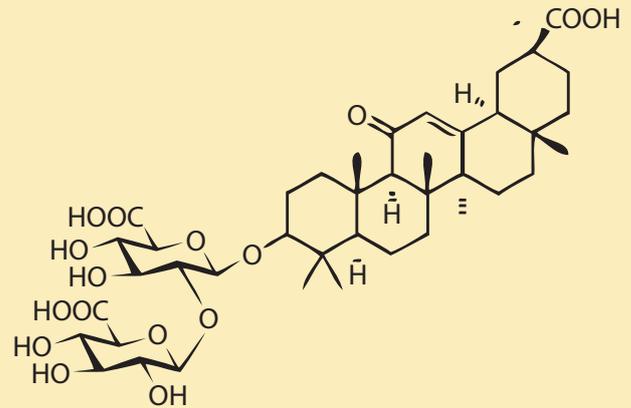


Figura 9. *Glycyrrhiza glabra* fuente de la Glicirrina, y estructura de la Glicirrina

te España e Italia), norte de África y oeste y centro de Asia. Su poder endulzante es 60 veces mayor que el de la sacarosa. Se utiliza para edulcorar alimentos y bebidas. Se emplea también en tabletas y para aromatizar el tabaco. Su denominación científica significa *Glycys* = dulce y *rhyza* = raíz, un término acuñado por el propio Hipócrates (Stormer *et al.*, 1993).

2.7 Esteviósido

La *Stevia rebaudiana* Bertoni (Figura 6) es una especie sudamericana oriunda del Paraguay, sur de Brasil y noreste de Argentina. En las citadas regiones se cultiva comercialmente, aconteciendo lo mismo en Japón y China.

Se la conoce mundialmente como yerba dulce o 'ka-á-he-é' en su denominación vernácula. El esteviósido

fue identificado por los franceses Bridel y Lavieille en 1931; no obstante, las hojas de esta especie contienen otros principios endulzantes como ser los rebaudósidos A y B. El rebaudósido A es 190 veces más. El esteviósido (Figura 6) en forma pura es 300 veces más dulce que una solución al 0,4% de sacarosa. En cuanto a calorías, 10 hojas secas equivalen a 1 kilocaloría.

Las hojas contienen aproximadamente un 42% de constituyentes solubles en agua, de los cuales se extrae el esteviósido en una proporción que varía entre 2 y 22% P/P. En Japón se considera como endulzante alternativo desde 1984. Tanto el rebaudósido como el esteviósido son degradados por la flora intestinal de las ratas siendo completamente absorbidos.

El esteviósido presenta sabor amargo, dejando un resabio dulce en altas concentraciones. Los estudios

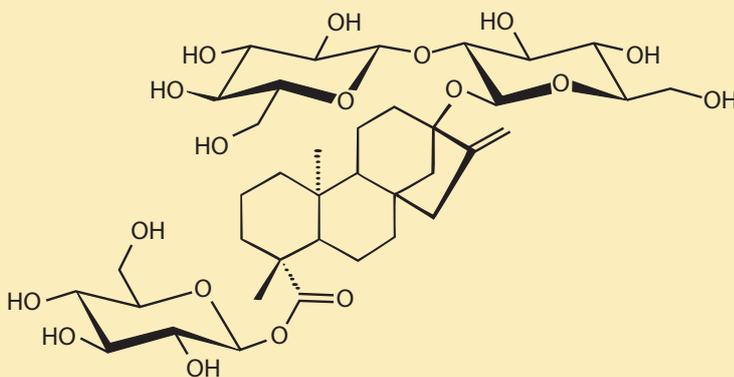


Figura 10. Estructura del Esteviósido, y *Stevia rebaudiana*

de toxicidad tanto en animales como en humanos revelan que el producto es muy seguro. Asimismo, los esteviósidos presentan efecto hipoglucemiante suave y mejoran la curva de tolerancia a la glucosa en ayunas.

2.8 Jarabe de maíz de alta fructosa

Este jarabe se fabrica mediante la isomerización de la dextrosa en el almidón de maíz. Ha reemplazado al azúcar en muchos alimentos y bebidas (gaseosas, bebidas de fruta, bebidas deportivas, productos horneados, caramelos, mermeladas, yogures, condimentos, alimentos enlatados y envasados).

Por su mayor poder edulcorante y solubilidad, le permite incorporarse fácilmente a los productos, realizándoles el sabor, color y estabilidad. Además sinergiza el poder edulcorante de la sacarosa y de otros edulcorantes no nutritivos, de ahí que se use industrialmente. Se ha mencionado que su empleo puede producir lesiones hepáticas e incrementos del ácido úrico. También aumento del apetito por estimulación pancreática.

2.9 Lou Han Guo

Aislado del fruto de la especie china *Momordica grosvenori* Swingle. Se lo considera 150 veces más potente que la sacarosa. En pacientes diabéticos demostró favorecer la respuesta a la insulina, a la par que colabora en el descenso de los niveles de azúcar en la sangre. Además, también demostró ser un protector de los riñones y páncreas, órganos ambos alterados en dichos pacientes.

2.10 Osladina

Aislado del rizoma de *Polypodium vulgare*, es una saponina esteroidal aún en investigación.

2.11 Yacón

Se emplea de esta especie sudamericana (*Smallanthus sonchifolius*) la raíz, la cual es rica en oligofruetosanos. El rebaudósido A es 190 veces más dulce que la sacarosa. Estas sustancias no son absorbidas en intestino, y en su paso por allí estimulan a los lactobacilos y bifidobacterias, lo cual genera propiedades funcionales específicas. Es muy útil para los diabéticos, dado el aporte hidrocarbonado no asimilable y su bajo valor energético. El sabor es similar al de la sacarosa. Por su parte, las hojas presentan actividad hipoglucemiante.

2.12 Xilitol

El xilitol se conoce desde hace más de 90 años y ha sido utilizado durante mucho tiempo como endulzante para diabéticos en diversos países de Europa y Asia. Pocas sustancias químicas han sido investigadas tan profundamente como ésta en cuanto a la seguridad para su consumo por el hombre.

Se trata de un alcohol de azúcar que se obtiene comercialmente a partir de la madera del abedul (*Betula alba*). Posee el mismo valor energético que la sacarosa y por lo tanto no tiene uso sustituyente del azúcar en obesidad. No es fermentado en ácidos por las bacterias presentes en la boca y por tanto, a diferencia de la sacarosa, no es cariogénico. De ahí su extenso empleo en productos tales como cremas dentales y chicles.

El xilitol (Figura 7) se utiliza también como un sustituto de la sacarosa en los alimentos para diabéticos debido a que no se requiere de insulina para su metabolismo. Su consumo en exceso puede generar efectos laxantes. En los humanos no se conoce toxicidad aún en dosis de 400 g diarios durante largos periodos de tiempo. En cambio, se han observado cuadros de hipoglucemia, pérdida de la coordinación,

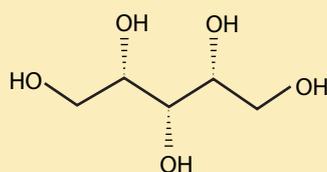


Figura 11. Xilitol

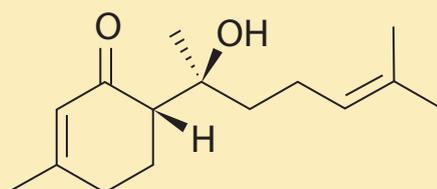


Figura 12. *Lippia dulcis* Trev., fuente de la Hernandulcina



depresión y colapso, en perros que ingirieron productos endulzados con xilitol.

2.13 Hernandulcina

Se trata de un terpeno obtenido de la especie americana *Lippia dulcis* Trev. (perteneciente a la familia de las Verbenáceas) a partir de investigadores del Colegio de Farmacia de la Universidad de Illinois (Chicago). Popularmente se le conoce con los nombres de hierba dulce, corronchocho, orozú cimarrón, etcétera. Fue descrita por Francisco Hernández en su obra Historia Natural de la Nueva España (1570-76) donde describe su empleo como endulzante por los Aztecas desde tiempos anteriores a la conquista española. Gracias a esta descripción de Hernández, el compuesto hallado recibió el nombre de hernandulcina (Figura 12). Su administración a ratones no resultó tóxica ni mutagenética (Compadre et al., 1985).

2.14 Otros

Existen varios edulcorantes naturales más, la mayoría de larga data de uso. Un edulcorante muy empleado en la actualidad sigue siendo el 'sorbitol' (Figura 9). Se produce a partir de la glucosa y también se encuentra en forma natural en ciertas bayas y frutas (*Sorbus aucuparia*, algas rojas, cerezas, manzanas, etcétera).

Se metaboliza lentamente y en el hígado puede transformarse en glucosa y fructosa. Entre sus efectos adversos se señalan cuadros de dolores cólicos estomacales y diarreas. Se lo clasifica como edulcorante nutritivo porque cada gramo contiene 2,4 calorías, bastante menos que las 4 de la sacarosa o el almidón. Es el edulcorante que contienen generalmente los chicles 'sin azúcar'. El sorbitol se emplea en muchos productos alimenticios dietéticos.

Otro edulcorante natural es el 'jarabe de malta de cebada', el cual contiene malta de cebada, glucosa, y carbohidratos complejos; tiene un 65% de maltosa, un 30% de carbohidratos complejos, y un 3% de proteínas. Su color es marrón oscuro, siendo denso y pegajoso. Su sabor es distintivamente fuerte, como la melaza, y la mitad de dulce que el azúcar blanca. Asimismo, el 'jarabe de arce' se obtiene de la savia del árbol del arce (*Acer saccharum*). Se compone de sacarosa, fructosa y glucosa. Su color es marrón oscuro, y es rico en potasio y calcio.

Por último unas breves palabras sobre la 'miel'. Se trata de un fluido dulce y viscoso producido por las abejas a partir del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de plantas. Es rica en fructosa y glucosa. Su poder endulzante es dos veces mayor que el azúcar de caña.

En cuanto al contenido calórico que aporta, se asemeja mucho al del azúcar. El contenido en agua de la miel es mayor que en el azúcar refinado y por esta razón, a igual cantidad, el valor calórico de la miel es inferior al del azúcar (por 100 gramos de producto, la miel aporta 300 calorías contra 400 del azúcar). Sin embargo, a igualdad de volumen como la miel pesa más que el azúcar, la diferencia calórica es inapreciable.

La miel (al igual que otros endulzantes) puede ser también extremadamente peligroso para los bebés. Esto se debe a que al mezclarse con los jugos digestivos no ácidos del niño se crea un ambiente ideal para el crecimiento de esporas de *Clostridium botulinum*, que producen toxinas (botulismo). Las esporas del botulismo son de las pocas bacterias que sobreviven en la miel, pero se encuentran también ampliamente presentes en el medio ambiente.

Aunque dichas esporas son inofensivas para los adultos, debido a su acidez estomacal, el sistema digestivo de los niños pequeños no se halla lo suficientemente desarrollado para destruirlas, por lo que las esporas pueden potencialmente causar botulismo infantil. Por esta razón se aconseja no alimentar con miel ni ningún otro endulzante a los niños menores de 18 meses, o hasta los 3 años de edad para mayor seguridad.

Conclusiones

El mercado de los edulcorantes naturales se ha constituido en un polo productivo muy interesante, a partir de las dudas que han generado desde el punto de vista de la seguridad a largo plazo, los edulcorantes sintéticos. Sin embargo, esa idea primordial que surge de la posibilidad de cultivar estas especies, generando nueva mano de obra y desarrollo regional, se va esfumando a partir de la incursión de la biotecnología, aplicada en no pocos casos, a la biopiratería.

Algunas de las nuevas materias primas utilizadas en la fabricación de edulcorantes transgénicos fueron inventadas en los laboratorios, pero la mayor parte de ellas son descubrimientos que fueron obtenidos de la flora autóctona de países en vías de desarrollo. Tanto la taumatina como la brazeína corrieron esa suerte.

Prácticamente toda la investigación está abocada a la síntesis industrial de edulcorantes, antes que a su cultivo en la tierra. Fue Unilever quien primero aisló y extrajo el código genético de la taumatina y se lo introdujo a la bacteria *E. Coli*. Hoy en día hay tres multinacionales de productos alimenticios, dos empresas de biotecnología y tres universidades que han solicitado u obtenido patentes sobre la taumatina. El saber local que

llevó a los bioprospectores al conocimiento de la planta y su procesamiento está ahora privatizado y consagrado en las solicitudes de patente de las empresas.

Con la brazeína ha pasado casi lo mismo. Un equipo de investigadores de la Universidad de Wisconsin (EE. UU.), obtuvieron patentes europeas y estadounidenses sobre esta proteína aislada de la baya de la *Pentadiplandra brazzeana*, al igual que sobre la secuencia genética que la contiene y sobre los organismos transgénicos a los cuales le ha sido introducida la proteína.

La investigación seguidamente se enfocó hacia la creación de organismos transgénicos que produzcan brazeína en el laboratorio, eliminando así la necesidad de cosecharla o plantarla comercialmente en África occidental.

La empresa Néctar Worldwide y la Prodigen (creación de la Pioneer Hi-Bred International, la compañía semillera más grande del mundo) ya crearon un maíz transgénico que produce grandes cantidades de brazeína y, según sus proyecciones, la demanda futura podrá cubrirse con un millón de toneladas de su maíz transgénico, en lugar de materias primas importadas del África occidental.

Referencias bibliográficas

- Alonso, J. 2010. **Curso anual de Alimentos Funcionales y Nutraceuticos**. Asoc. Argentina de Fitomedicina. Bs.Aires, Argentina.
- Bakal, A. 1987. **Saccharin functionality and safety**. Food Technol. 41 (1) 117-118.
- Boy, C. 1994. **Thaumatococcus**. Food Ingredients. 6, 23-36.
- Calvo, M. 2002. **Uso de aditivos en la industria alimentaria**. Actas del II Curso de Verano Interdisciplinar Alimentos y Salud. Institución Fernando el Católico, Zaragoza. 111-120.
- Calvo, M. 2008. **Edulcorantes no calóricos**. Bioquímica de los alimentos. En: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/aditivos/edulcorantes.html>.
- Compadre C., J. Pezzuto, A. Douglas Kinghorn y S. Kamath. 1985. Science 227: 417-9
- Giannuzzi, L. y Molina Ortiz S. 1995. **Edulcorantes Naturales y Sintéticos: Aplicaciones y Aspectos Toxicológicos**. Acta Farm. Bonaerense 14 (2): 119-133.
- Higginbotham, J. 1986. **Alternative Sweeteners**. Marcel Dekker, Inc. Eds., New York, págs. 103-34.
- Knight, I. 1994. **The development and applications of sucralose, a new high-intensity sweetener**. Can. J. Physiol. Pharmacol. 72, 435-439
- Mandrile E, Bongiorno G. Cortella A. 1988. **Endulzantes de Origen Vegetal. Taumatococcus, Monellina, Miraculina, Glicirricina, Estevióside y Hernandulcina**. Acta Farm. Bonaerense 7 (2): 117-29
- Morris, J., A. Martenson, Y. Ikber y K. Caglar. 1973. J. Biol. Chem. 248: 534-8.
- Prakash L, G. Corliss, R. Polnakala y G. Isikawa. 2002. **Neotame: The next generation sweetener**. Food Technol. 56 (7), 36-40
- Sofritti M. et al. 2007. **Life-Span Exposure to Low Doses of Aspartame Beginning during Prenatal Life Increases Cancer Effects in Rats**. Environmental Health Perspectives. Vol 115 (9). September 2007.
- Stormer F, R. Reistad y J. Alexander. 1993. **Glycyrrhizic acid in liquorice. Evaluation of health hazard**. Food Chem. Toxicol. 31: 303-312.