

Trabajo de Fin de Grado

**Sustitutos del azúcar:
Nuevos edulcorantes intensivos**

Ana Barrios Fragoso

Grado en Farmacia

Curso 2019-2020

Tutoras:

Dra. Beatriz Rodríguez Galdón y Dra. Elena M.^a Rodríguez Rodríguez

Departamento de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica.

Área de Nutrición y Bromatología

Julio, 2020

INDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVOS	6
MATERIAL Y MÉTODO	6
AZUCARES Y EDULCORANTES	7
EDULCORANTES INTENSIVOS	10
1) Edulcorantes intensivos naturales	10
2) Edulcorantes intensivos sintéticos	13
CONSUMO DE EDULCORANTES Y CONTROL DE PESO	16
CONCLUSIONES	18
BIBLIOGRAFÍA	19

RESUMEN

Debido a los efectos negativos para la salud del consumo de azúcar, desde hace muchos años se están buscando alternativas. La reducción o sustitución de la sacarosa manteniendo la dulzura del alimento ha sido y es un reto para la industria alimentaria, pero hoy en día hay numerosos sustitutos del azúcar. Entre ellos se encuentran los edulcorantes sintéticos y naturales, siendo sacarina (sintético) y estevia (natural) los más consumidos.

Estos edulcorantes son una buena alternativa para sustituir los sabores dulces sin la respuesta fisiológica generada por el consumo de azúcares. Además, proporcionan un agradable sabor dulce, no aportan energía (salvo excepciones), no favorecen la caries dental y son inocuos en las cantidades permitidas. Éstos, por sí solos, no son suficientes para controlar el peso por lo que su consumo debe ir acompañado de una dieta equilibrada y un estilo de vida saludable que incluya actividad física.

Actualmente se está investigando en los llamados edulcorantes intensivos, los cuales tienen un poder edulcorante muy superior al de la sacarosa, y entre los cuales se encuentran neotame y advantame.

El consumo de edulcorantes se está incrementando notablemente, por lo que se está estudiando si realmente son una buena opción para disminuir los efectos de enfermedades tales como obesidad y diabetes.

Palabras clave: Edulcorantes, azúcar, advantame, control del peso.

ABSTRACT

Due to the negative health effects of sugar consumption, alternatives have been sought for many years. Reducing or substituting sucrose while maintaining the sweetness of the food has been and is a challenge for the food industry, but today there are numerous sugar substitutes. Among them are synthetic and natural sweeteners, with saccharine (synthetic) and stevia (natural) being the most consumed.

These sweeteners are a good alternative to replace sweet flavours without the physiological response generated by the consumption of sugars. In addition, they provide a pleasant sweet taste, do not provide energy (with few exceptions), do not promote dental caries and

are harmless in the permitted quantities. They are not sufficient on their own to control weight, so their consumption must be accompanied by a balanced diet and a healthy lifestyle that includes physical activity.

Research is currently being conducted on so-called intensive sweeteners, which have a much higher sweetening power than sucrose, and among which are neotame and advantame.

The consumption of sweeteners is increasing notably, so it is being studied if they are really a good option to diminish the effects of diseases such as obesity and diabetes.

Keywords: Sweeteners, sugar, advantame, weight management.

INTRODUCCIÓN

Los hidratos de carbono son los nutrientes que constituyen la principal fuente energética alimentaria. Son un grupo muy variado de compuestos, dentro de los cuales se encuentran los azúcares. Su presencia en los alimentos favorece su consumo, al presentar un sabor agradable con diferente intensidad de dulzor, y, además, pueden tener otras funciones en el alimento, tales como aumentar la viscosidad, participar en la formación de la estructura de productos con harina, aportar volumen, ser humectantes, conferir el aspecto tostado típico de productos asados y horneados y aportar sabor y aromas, todo ello mediante reacciones de Maillard y de caramelización ⁽¹⁾.

El Real Decreto 1333/2008 define como "aditivo alimentario" a toda sustancia que normalmente no se consuma como alimento en sí, ni se use como ingrediente característico de los alimentos, independientemente de que tenga o no valor nutritivo, y que se adicione intencionadamente a los productos alimenticios, con un propósito tecnológico durante su fabricación, transformación, preparación, tratamiento, envasado, transporte o almacenamiento tenga; o pueda esperarse razonablemente que tenga, directa o indirectamente, como resultado que el propio aditivo o sus subproductos se conviertan en un componente de dichos productos alimenticios ⁽²⁾. Todos los aditivos autorizados tienen asignando un número E, que consiste en la letra E seguido de 3 ó 4 cifras.

De acuerdo con la definición anterior, no se consideran como aditivos a alimentos como miel, azúcar, fructosa, glucosa, lactosa y melazas, siropes y jarabes de palma, arce o agave, entre otros.

Los edulcorantes son aquellos aditivos alimentarios que se emplean para dar un sabor dulce a los alimentos o como edulcorantes de mesa. Su sabor dulce se mide en función del poder edulcorante (PE), que se define como el número de veces que un edulcorante es más dulce que la sacarosa, que es el azúcar de referencia con un poder edulcorante igual a 1 ⁽³⁾.

Los edulcorantes se caracterizan porque no aportan o proporcionan muy poca energía. Se utilizan para endulzar alimentos, medicamentos y complementos alimenticios cuando se persiguen fines no nutritivos ⁽¹⁾. Ayudan a prevenir la caries dental y controlar el nivel de

azúcar en la sangre en personas con diabetes. Pueden ser útiles para las personas que están tratando de adelgazar, pero por sí solos no son herramientas para el control de peso. Su consumo debe ir acompañado de una dieta equilibrada y un estilo de vida saludable que incluya actividad física ⁽⁴⁾.

La prevalencia de enfermedades relacionadas con el consumo excesivo de azúcar, como diabetes, obesidad, hipertensión y enfermedades cardíacas, aumenta cada año. Por tanto, la producción de alimentos sin azúcar, en los que se obtiene un sabor dulce mediante el uso de sustancias edulcorantes no calóricas, se está haciendo cada vez más popular ⁽⁵⁾.

Los edulcorantes intensivos son una clase de compuestos altamente dulces que se utilizan comúnmente en alimentos y bebidas para reducir su contenido calórico y mantener la palatabilidad ⁽⁶⁾. Como consecuencia de su alto poder edulcorante, las cantidades necesarias para lograr la dulzura deseada de los productos alimenticios son tan pequeñas que se consideran prácticamente no calóricos ⁽⁷⁾.

OBJETIVOS

La finalidad de este trabajo es, mediante una revisión bibliográfica, dar a conocer los nuevos edulcorantes intensivos que están en el mercado o bien que están en fase de desarrollo como sustitutos al azúcar. Este objetivo general se puede desglosar en los siguientes objetivos:

- Describir los principales edulcorantes intensivos naturales y sintéticos.
- Conocer los nuevos edulcorantes intensivos y algunas de sus propiedades.
- Revisar los estudios que relacionan el consumo de edulcorantes intensivos con el control de peso.

MATERIAL Y MÉTODO

Para la realización del presente trabajo se han realizado diferentes búsquedas bibliográficas (desde 2011 hasta la actualidad) y se han consultado libros de la Biblioteca virtual de la Universidad de La Laguna, todo ello desde la plataforma punto Q.

Para facilitar la búsqueda y obtener resultados concretos que no se desviasen del tema de estudio, se emplearon palabras clave como *“low calorie sweeteners”*, *“natural high intensity sweeteners”*, *“noncaloric sweeteners”*, *“advantame”*, *“sugar substitutes”*, *“edulcorantes”*, también se realizaron búsquedas incluyendo la palabra *“sweeteners”* o *“edulcorante”* junto con *“energy balance”*, *“body weight management”* o *“balance energético”*, *“control de peso”*, entre otras.

Una vez consultada toda la bibliografía relacionada con el tema, se procedió a organizarla en función de su contenido con la finalidad de dar cumplimiento a los objetivos propuestos en este estudio.

AZUCARES Y EDULCORANTES

La industria alimentaria ha desarrollado y suministrado sustancias alternativas al uso del azúcar, denominadas sustitutos del azúcar, edulcorantes artificiales o edulcorantes intensivos ⁽³⁾. La aprobación de un nuevo aditivo alimentario se basa en estudios que demuestran su seguridad y en evaluaciones que determinan que no tienen ningún efecto fisiológico ya que se consumirán con los alimentos ⁽⁴⁾.

Las sustancias endulzantes se pueden clasificar de diferentes formas. Una de ellas es en función del índice glucémico (IG) de los alimentos, el cual se basa en la respuesta posprandial de la glucosa sanguínea comparándolo con un alimento de referencia (IG = 100). Otra es en función de su aporte energético, en este caso se clasificarían en «calóricos», «bajos en calorías» o «no calóricos». También se puede clasificar como ha establecido la Agencia de Medicamentos y Alimentación de EE. UU. (FDA) en «nutritivos» y «no nutritivos». Por otro lado, existe otra clasificación en función de su origen «natural» o «sintético», que es la que se presenta en la Tabla 1 ^(1,5).

En esta Tabla se muestra el origen de la sustancia, si es azúcar o aditivo, y ejemplos de cada uno, incluyendo entre paréntesis el PE y el número E, y si está autorizado en la Unión Europea.

Tabla 1. Clasificación de las sustancias endulzantes.

Origen	Tipos	Sustancias, nº E y (PE)
NATURAL	AZÚCARES	Sacarosa (1) Fructosa (1,5-1,7) Glucosa (0,5-0,7) Lactosa (0,3) Maltosa Galactosa (0,3) Trehalosa
	OTROS	Miel Jarabe/melaza/sirope de arce, palma, coco...
	ADITIVOS	Brazzeína Estevia E-960 (210-300) Glicirricina (50) Luo han guo (500) Monelina (3000) Pentadina (500-2000) Polialcoholes (<1) Taumatina E-957 (1600-3000)
SINTÉTICO	AZÚCARES MODIFICADOS	Jarabe de maíz Jarabe de azúcar invertido
	ADITIVOS	Acesulfame K E-950 (200) Advantame E-969 (20000) Alitamo (1500-2000) Aspartame E-951 (180-200) Ciclamato E-952 (30) Neoheperidina DC E-959 (1000) Neotame E-961 (8000-13000) Sacarina E-954 (300-400) Sal de aspartamo y acesulfamo E-962 (350) Sucralosa E-955 (600) Polialcoholes: - Eritritol E-968 (0,6-0,7) - Lactitol E-966 (0,5) - Manitol E-421 (0,7) - Sorbitol E-420 (0,5) - Xilitol E-967 (0,7-0,8)

Las sustancias de origen natural se diferencian en tres grupos (Tabla 1):

- Azúcares propiamente dichos, tales como sacarosa, fructosa, glucosa, lactosa o maltosa, que son los azúcares mayoritarios en los alimentos. Son nutritivos y aportan calorías (4 kcal/g).

- Alimentos que presentan sabor dulce como la miel, y los obtenidos a partir de diferentes extractos de plantas, como son los jarabes, melazas o siropes. Son nutritivos y aportan calorías (4 kcal/g).
- Aditivos edulcorantes naturales, los cuales se obtienen a partir de extractos de plantas y pueden ser proteínas, glicósidos o polialcoholes. Algunos son acalóricos como estevia, luo han guo, y glicirricina, otros aportan muy pocas calorías (1-2 kcal/g) en las cantidades en las que se emplean como taumatina y monelina, que son proteínas, y luego están los polialcoholes (derivados hidroxilados de azúcares), que aportan de media 2,4 kcal/g.

Entre las sustancias de origen sintético o artificial (Tabla 1), están los azúcares modificados, los cuales se obtienen a nivel industrial a partir del almidón, y se caracterizan por tener IG elevados y alto valor calórico (4 kcal/g), destacando el jarabe de maíz y el jarabe invertido ⁽¹⁾.

Dentro de los edulcorantes sintéticos se encuentran los polialcoholes monosacáridos (sorbitol, manitol y xilitol) y disacáridos (maltitol y lactitol), los cuales tienen un PE inferior al de la sacarosa. Los otros edulcorantes incluyen sustancias con estructuras químicas diferentes que interactúan con los receptores del gusto y superan notablemente, la mayor parte de ellos, el dulzor de la sacarosa ⁽³⁾.

Los edulcorantes sintéticos se usan mucho más que los naturales en la industria, tanto alimentaria como no alimentaria, porque son sintetizados con altas intensidades de dulzor, lo que significa que se necesita menos cantidad del compuesto para lograr el mismo dulzor. Entre ellos destacan la sacarina, por tener un alto PE y gran versatilidad, la sucralosa o el aspartamo ⁽¹⁾. La mezcla de ciclamato y sacarina es una de las más comercializadas, principalmente por su bajo costo de producción, en comparación con otros edulcorantes y porque proporciona un sabor dulce que se asemeja bastante al de la sacarosa. No obstante, el ciclamato no está aprobado por la FDA para su uso en EE.UU., pero sí está autorizado en la UE ⁽⁶⁾.

Comparando los PE indicados en la Tabla 1, se observa como dentro de los azúcares, todos presentan un PE inferior al de la sacarosa, con excepción de la fructosa. Los polialcoholes

también tienen un PE inferior al de la sacarosa, pero el resto de los edulcorantes tienen PE que oscila entre 30 (Ciclamato) y más de 10000 (Neotame y Advantame).

EDULCORANTES INTENSIVOS

Los edulcorantes intensivos son aquellos que presentan un alto poder endulzante, y se emplean en muy baja dosis, por lo que su aporte calórico es muy bajo o nulo, no presentan ningún peligro en cuanto a cariogenicidad o reacción a la insulina y no tienen ninguna otra función en los alimentos aparte de la de endulzar ⁽⁸⁾.

1) Edulcorantes intensivos naturales

Se extraen de plantas, principalmente de frutas, existiendo diferencias según la parte de la planta que se use. Su uso no está muy extendido ⁽⁹⁾, a pesar de que pueden contener asociados compuestos bioactivos beneficiosos, como los compuestos polifenólicos, conocidos por sus propiedades antioxidantes.

El principal problema de estas plantas es que la mayoría de ellas todavía no están aprobadas para su uso como endulzantes, aunque si se utilizan tradicionalmente en los países donde aparecen de forma natural ⁽⁵⁾. Se espera que estas alternativas naturales al azúcar puedan tener un mayor impacto en el desarrollo de nuevos alimentos y productos farmacéuticos en el futuro ⁽³⁾.

En la Tabla 2 se indica la especie, la parte de la planta de la que se extrae, las sustancias endulzantes extraídas, su PE y si están aprobadas o no por FDA y la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA). De los edulcorantes de origen natural, la estevia es la que más se comercializa ⁽³⁾.

Tabla 2. Las plantas y los edulcorantes intensivos que se obtienen. Adaptado de Świąder ⁽⁵⁾

ESPECIES	PARTE DE LA PLANTA	EDULCORANTES	PE	ESTADO DE LOS EDULCORANTES EN LA FDA / EFSA
<i>Capparis masaikai</i>	Semillas de la fruta	Mabinlin I-I Mabinlin II Mabinlin III Mabinlin IV	10-400	No aprobado
<i>Curculigo latifolia</i> (Lemba)	Fruta	Neoculina Curculina	500 * 430-2.070	No aprobado
<i>Dioscoreophyllum cumminsii</i> (Stapf) (Baya de serendipia)	Fruta	Monelina	3.000	No aprobado
<i>Glycyrrhiza glabra</i> (Regalíz)	Raíz	Glicirrizina	50	Potenciador de sabor GRAS** / No aprobado por la UE
<i>Pentadiplandra brazzeana</i>	Fruta	Pentadina Brazzeina	500-2.000	No aprobado
<i>Sclerohiton ilicifolius A.</i> (Arruva)	Raíz	Monatina 2R,4R Monatina 2S,4S	3.000 1.200	No aprobado
<i>Siraitia grosvenorii</i> (Luo Han Guo, La fruta del monje)	Fruta	Siamentosido I 11-oxomogrosido V Mogrosido V Mogrosido Iva Mogrosido IVe	500	GRAS / No aprobado por la UE
<i>Stevia rebaudiana</i> (Estevia)	Hoja	Dulcósido A Rebaudiosido A Rebaudiosido B Rebaudiosido C Rebaudiosido D Rebaudiosido E Rebaudiosido F RebaudiosidoM Rubusósido Esteviósido Esteviolbíosido	30 200 150 30 221 174 200 250 114 210 90	GRAS glicósidos de esteviol / Edulcorante E-960, glucósidos de esteviol
<i>Synsepalum dulcificum</i> (Fruto milagroso)	Fruta	Miraculina	400.000	No aprobado
<i>Thaumatococcus daniellii.</i> (Katemfe)	Fruta	Taumatina I Taumatina II Taumatina a Taumatina b Taumatina c	1.600-3.000	Potenciador de sabor GRAS / Edulcorante E-957, potenciador de sabor
* Modificando el sabor agrio en sabor dulce. ** Gras = Generalmente reconocido como seguro.				

En seis de estas plantas se han identificado proteínas (taumatina, monelina, mabinlin, brazzeina, pentadina y neoculina) capaces de inducir un intenso dulzor en los seres humanos. En otras, el compuesto dulce es un terpenoide, como es el caso del glucósido de estiviol (glucósido diterpenoide), glicirricina y Luo Han Guo, que son glicósidos triterpenoides; y finalmente, la monatina es un indol ⁽⁵⁾.

Los componentes dulces de las semillas de *C. masaikai* son varias isoformas de proteínas llamadas mabinlin I-1, mabinlin II, mabinlin III y mabinlin IV. Mabinlin es aproximadamente 400 veces más dulce que la sacarosa. El *C. latifolia*, comúnmente llamado lembe, posee un fruto comestible que contiene la curculina y la neoculina. Las bayas de *D. cumminisii* contienen sustancias solubles en agua de intenso dulzor, llamadas monelina ⁽⁵⁾. A partir de los frutos de la *P. brazzeana* (Imagen 1) se obtienen pentadina y brazzeina. La brazzeina es la proteína más pequeña de sabor dulce, y tiene un sabor parecido al de los azúcares naturales. Su alta potencia dulce junto con la ausencia de amargura la convierte en una buena alternativa a otros edulcorantes naturales ^(3,5). De *S. dulcificum* se extrae el edulcorante miraculina, que, aunque no es dulce, tiene propiedades modificadoras del sabor y transforma el sabor agrio en un sabor dulce. Por otro lado, también posee actividades antioxidantes, antibacterianas y anticancerígenas ⁽⁵⁾.

El fruto de *S. grosvenorii* es ampliamente conocido en China como Luo Han Guo o "luo han kuo", en Vietnam "la han qua", o en inglés arhat, Buddha, o Monk fruit (fruta del monje) ⁽⁵⁾. Los extractos poseen diversas actividades biológicas, como antioxidantes, hipoglucémicas, inmunológicas, antitusivas y reductoras del esputo, actividades hepatoprotectoras y antimicrobianas ⁽¹¹⁾. La *S. rebaudiana* es una planta que se cultiva por su fuerte y dulce sabor. Están únicamente autorizados como aditivos los glicósidos de esteviol (E-960), pero no la hoja entera y el extracto en bruto. El extracto de las hojas se ha usado tradicionalmente para tratar la diabetes ^(5,9,10,12). La monatina, comúnmente conocida como Arruva, es un edulcorante aislado de las raíces de *S. ilicifolius*. De los frutos de *T. daniellii*, comúnmente llamada katemfe, se ha aislado la taumatina ⁽¹²⁾. La taumatina (E-957) es un aditivo alimentario y se puede utilizar en la confitería sin azúcar, chicles sin azúcar añadido, suplementos dietéticos o helados bajos en calorías o sin azúcares añadidos ⁽⁵⁾.



Imagen 1. Foto de los frutos de *P. brazzeana*. Fuente: Świąder ⁽⁵⁾

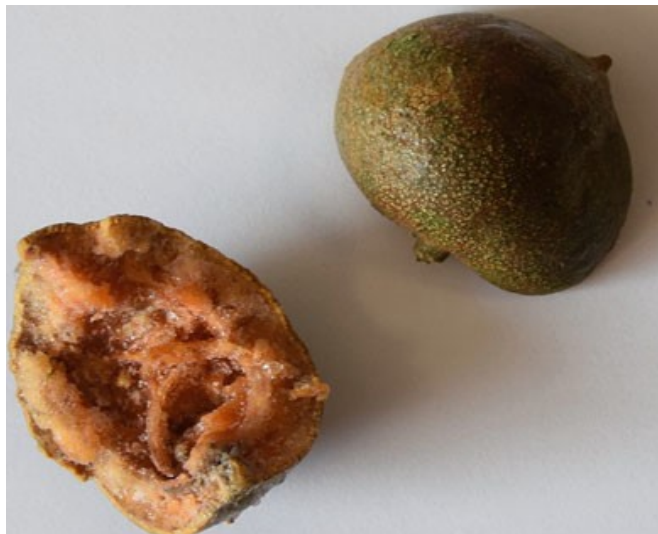


Imagen 2. Frutas de *S. dulcificum*. Fuente: Świąder ⁽⁵⁾

No obstante, dado que la producción natural de estas proteínas es a menudo demasiado costosa, actualmente se están investigando métodos de producción bioquímica, como la tecnología de ADN recombinante, para producir proteínas dulces en un organismo huésped. El huésped más prometedor conocido hoy es la levadura metilotrónica, *Pichia pastoris* ⁽¹⁰⁾.

2) Edulcorantes intensivos sintéticos

Entre los más destacados se encuentran acesulfame K (E-950), aspartamo (E-951), ciclamato (E-952), sacarina (E-954) y sucralosa (E-955) que se detallan en la Tabla 3. Asimismo, la UE aprobó el advantame como edulcorante intensivo en el Reglamento 497/2014.

El advantame es el resultado de la combinación de aspartamo y vainilla ($C_{24}H_{30}N_2O_7 \cdot H_2O$) (Imagen 3), tiene un PE de 20.000 y es 100 veces más dulce que el aspartamo ⁽¹³⁾. La calidad

de su dulzor se describe como limpia, dulce y similar a la del aspartamo; presenta unas débiles notas amargas y agrias ⁽¹⁴⁾. Los estudios de seguridad han indicado un NOEL (Nivel Sin Efecto Adverso Observable) de 667 mg/kg por día. Por lo que, la máxima exposición humana para uso general se estima en 0,05 mg/kg por día, lo que da un factor de seguridad superior a 13.000 veces el NOEL ⁽¹⁴⁾.

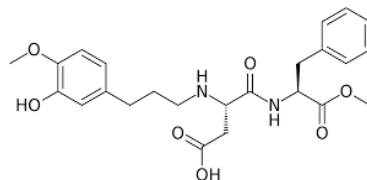
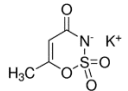
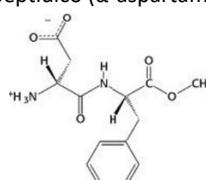
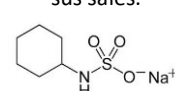
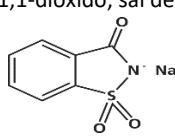
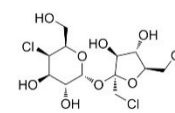


Imagen 3. Estructura del Advantame. Fuente: O'Donell ⁽¹⁴⁾

Por lo tanto, el sabor y el dulzor de advantame, junto con su buena estabilidad, lo convierten en una alternativa, en diversos productos alimenticios y de mesa, a los edulcorantes intensivos ya autorizados y al empleo de azúcares calóricos. Además, ofrece a los consumidores y a la industria alimentaria la opción de elegir entre una selección más amplia de edulcorantes.

Tabla 3. Características de los edulcorantes sintéticos más comercializados. Adaptado de Mérillon ⁽³⁾ y Aldrete-Velasco ⁽⁴⁾

EDULCORANTES	GENERALIDADES: Metabolismo y excreción	COMPOSICIÓN	USOS COMERCIALES	IDA (mg/kg peso corporal)
Acelsufame K	Se absorbe en el intestino delgado y se excreta por vía renal sin ser metabolizado	Es el 6-metil-1,2,3-oxatiazina-4-2,2 dióxido, sal de potasio 	Productos horneados, postres congelados, caramelos, bebidas, pastillas para la tos, mentas para el aliento...	9
Aspartame	Se metaboliza en el intestino delgado en metabolitos como L-fenilalanina, ácido aspártico y metanol o a dicetopiperazina, que es un producto de la degradación térmica del aspartame.	Es un dipéptido de éster metílico de L-fenilalanina y el ácido L-aspártico que lleva un grupo amino en la posición α -desde el carbono del enlace peptídico (α -aspartame). 	Alimentos de uso general	40
Ciclamato y sus sales de sodio y calcio	El 60% se metaboliza por la flora intestinal. El resto, 40%, se absorbe y se excreta sin alterar.	Es el ácido ciclohexilsulfamato y sus sales. 	Postres, alimentos horneados y procesados, refrescos, frutas enlatadas, gelatinas y como edulcorantes de mesa.	7
Sacarina	Se absorbe intacto por el intestino y se excreta por vía renal.	Es el 1,2-benzisotiazol-3(2H)-uno,1,1-dioxido, sal de sodio. 	Edulcorante de mesa, productos horneados, refrescos, mermeladas, chicles...	5
Sucralosa	Se absorbe en el tubo digestivo, el 85% es excretado intacto por heces y el resto por vía renal.	Derivado de la sacarosa. Disacárido triclorado con el nombre químico de 1,6-dicloro-1,6-didesoxi- β -D-fructofuranosil-4-cloro-4 desoxi- α -D-galactopiranosido. 	Edulcorante de mesa, bebidas, chicles, postres congelados, zumos de fruta, gelatinas.	15

Estos edulcorantes intensos suelen mezclarse con agentes de volumen como la polidextrosa y la maltodextrina para mejorar su aplicabilidad. Aunque la influencia de los edulcorantes artificiales en los aspectos de la salud se ha debatido ampliamente en el pasado, todavía hay

algunas incertidumbres que giran en torno a estos edulcorantes en cuanto a las limitaciones de uso ⁽¹⁰⁾.

CONSUMO DE EDULCORANTES Y CONTROL DE PESO

La FAO/OMS aconseja un consumo de azúcares inferior al 10% del valor calórico total de la ingesta, tratando de que estos formen parte de una alimentación saludable en la que se limite el consumo de bebidas azucaradas ⁽¹⁾. Generalmente, la obesidad está relacionada con un desequilibrio entre la ingesta de alimentos y el gasto de energía, de tal forma que el aumento del consumo de azúcar y grasa son factores claves en el desarrollo de la obesidad ⁽¹⁵⁾.

Es por ello, por lo que el incremento de la obesidad y la diabetes en las sociedades más desarrolladas ha potenciado el aumento del consumo de productos alimenticios en los que se sustituye o reduce el azúcar por edulcorantes ⁽⁷⁾.

Los edulcorantes se han utilizado ampliamente en alimentos y bebidas durante décadas, pero sigue habiendo controversia sobre sus efectos reales en el equilibrio energético, ¿ayudan o dificultan el control del peso? ⁽¹⁶⁾.

En los últimos años ha crecido el interés en este debate a raíz de varios estudios de cohortes prospectivo (se registra y da seguimiento progresivo a dos ó más grupos desde una exposición hasta un desenlace), en los que se observó que el riesgo de aumento de peso se potenciaba de manera sensible al incrementarse entre los participantes el consumo de bebidas dietéticas con edulcorantes en comparación con los que no las consumían ⁽¹⁶⁾.

Estos resultados parecen indicar que el consumo de productos alimenticios que contienen aditivos edulcorantes en lugar de azúcar puede conducir a un aumento de peso, así como a trastornos metabólicos no deseados, que afecten al centro de saciedad o lleven a preferir consumir productos muy dulces ⁽³⁾. Por otro lado, los ensayos controlados aleatorios (ECAs) muestran un panorama diferente al de los estudios observacionales y sugieren que los edulcorantes proporcionan un beneficio directo, ya sea previniendo el aumento de peso o induciendo alguna pérdida de peso ⁽¹⁶⁾.

Actualmente no hay pruebas suficientes de estudios en seres humanos para apoyar mecanismos alternativos que expliquen cómo los edulcorantes podrían promover el aumento de peso. Las pruebas existentes de los ensayos aleatorios no confirman los efectos adversos en la pérdida y el mantenimiento del peso y, en conjunto, los resultados muestran un beneficio positivo ⁽¹⁶⁾.

La mayor crítica a los ECAs parece ser el uso de los edulcorantes en conjunto con programas de control de peso que ofrecen estructura y educación sobre la dieta y el ejercicio. El hecho de que los edulcorantes promuevan la pérdida y el mantenimiento de peso en ese contexto muestra que cualquier mecanismo que se crea que explica la asociación de los edulcorantes y el aumento de peso de los estudios de observación debe ser relativamente débil y puede ser fácilmente superado por la intención cognitiva y el compromiso durante un programa de pérdida de peso. Una pregunta crucial en esta discusión es ¿por qué alguien esperaría perder peso simplemente bebiendo gaseosa de dieta o usando otros productos edulcorantes sin prestar atención a la dieta total y al ejercicio? Esto equivale a decir "Compré un libro de pérdida de peso y lo leí, pero no perdí nada de peso" ⁽¹⁶⁾.

Según las conclusiones del estudio revisado por Toews ⁽¹⁷⁾, donde abarcaron una amplia gama de beneficios y daños de los edulcorantes en una población generalmente sana de adultos y niños, para la mayoría de los resultados, no pareció haber ninguna diferencia estadística o clínica relevante entre la ingesta de edulcorantes versus ninguna ingesta, o entre las diferentes dosis de edulcorantes. No se observaron pruebas de los beneficios para la salud de los edulcorantes y no se pudieron excluir los posibles daños ⁽¹⁷⁾.

Por lo tanto, simplemente sustituyendo el azúcar regular por edulcorantes en la dieta puede producir alguna pérdida de peso, pero, en ausencia de otra restricción energética persistente o un mayor gasto de energía, se esperaría que esta pérdida de peso sea mínima ya que el cuerpo contrarresta el balance energético negativo. Por tanto, las intenciones, el nivel de esfuerzo, las opiniones y las expectativas de un individuo son las que pueden afectar al resultado, ya que rara vez se produce una pérdida significativa de peso en ausencia de fuerza de voluntad y esfuerzo mental ⁽¹⁶⁾.

CONCLUSIONES

De esta revisión bibliográfica se extraen las siguientes conclusiones:

1. Los sustitutos del azúcar están en auge pues el consumo de éste, en altas dosis, impulsa al desarrollo de enfermedades crónicas. Además, las sustancias endulzantes pasan por evaluaciones precisas que aseguran la inocuidad de su consumo.
2. Generalmente los edulcorantes sintéticos y naturales suelen tener alto poder edulcorante, lo que quiere decir que necesitan muy poca cantidad de la sustancia para llegar al dulzor deseado.
3. Entre los edulcorantes intensivos naturales existen más de 16 compuestos en estudio, aunque la mayoría de ellos aún no han sido aprobados como aditivos. Uno de los que posee mayor poder edulcorante (1600-3000) es la taumatina, que está aprobada como potenciador del sabor y como edulcorante.
4. Los edulcorantes intensivos sintéticos son los más utilizados. Dentro de ellos destaca el advantame, que posee un gran poder edulcorante (20000) y una dosis sin efecto adverso observable muy alta (667 mg/kg y día).
5. En cuanto a la relación del consumo de edulcorantes y el control de peso existen estudios contradictorios. No obstante, todos coinciden en que sustituir exclusivamente el azúcar por edulcorantes no es suficiente para disminuir el peso, ya que es necesario un déficit calórico que no se consigue sólo con edulcorantes bajos en calorías.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gil-Campos M, San José González MA, Díaz Martín JJ y Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. Uso de azúcares y edulcorantes en la alimentación del niño. Recomendaciones del Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. *Anales de Pediatría*, 2015; 83(5): 353.e1-353.e7.
2. Reglamento (CE) Nº 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre los aditivos alimentarios.
3. Mérillon JM, Ramawat KG. Sweeteners. Pharmacology, biotechnology, and applications. Switzerland: Springer International Publishing AG; 2018.
4. Aldrete-Velasco J, López-García R, Zúñiga-Guajardo S, Riobó-Serván P, Serra-Majem L, Suverza-Fernández A, Esquivel-Flores MG, Molina-Segui F, Pedroza-Islas R, Rascón-Hernández M, Díaz-Madero S, Tommasi-Pedraza J, Laviada-Molina H. Análisis de la evidencia disponible para el consumo de edulcorantes no calóricos. Documento de expertos. *Medicina interna de México*, 2017; 33(1): 61-83.
5. Świąder K, Wegner K, Piotrowska A, Tan FJ, Sadowska A. Plants as a source of natural high-intensity sweeteners: a review. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 2019; 92:160-171.
6. Sylvetsky AC, Rother CI. Trends in the consumption of low-calorie sweeteners. *Physiology & Behavior*, 2016; 164: 446-450.
7. Zygler A, Wasik A, Kot-Wasik A, Namiesnik J. Determination of nine high-intensity sweeteners in various foods by high-performance liquid chromatography with mass spectrometric detection. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2011; 400(7): 2159-2172.
8. Carocho M, Morales P, Ferreira ICFR. Sweeteners as food additives in the XXI century: A review of what is known, and what is to come. *Food and Chemical Toxicology*, 2017; 107: 302-317.
9. Wal P, Pal RS, Wal A. A review on the sugar alternates. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2019; 10(4): 2320-5148.
10. Joseph JA, Akkermans S, Nimmegeers P, Van Impe JPM. Bioproduction of the recombinant sweet protein thaumatin: Current state of the art and perspectives. *Frontiers in Microbiology*, 2019; 10: 3389.
11. Gong X, Chen N, Ren K, Jia J, Wei K, Zhang L, Lv Y, Wang J, Li M. The Fruits of *Siraitia grosvenorii*: A review of a Chinese food-medicine. *Frontiers in pharmacology*, 2019; 10: 1400.

12. Soejarto DD, Addo EM, Kinghorn AD. Highly sweet compounds of plant origin: From ethnobotanical observations. *Journal of Ethnopharmacology*, 2019; 243: 112056.
13. Ferrer Villar JM. Aprobado un nuevo edulcorante alimentario. *Consumer*, 2014.
14. O'Donnell K. Aspartame, neotame and advantame. En: *Sweeteners and sugar alternatives in food technology*. K O'Donnell y M Kearsley eds. Cap. 6. Oxford: Wiley-Blackwell; 2012.
15. Meyer-Gerspach AC, Wölnerhanssen B, Beglinger C. Functional roles of low calorie sweeteners on gut function. *Physiology & Behavior*, 2016; 164: 479-481.
16. Toews I, Lohner S, Küllenberg de Gaudry DK, Sommer H, Meerpohl JJ. Association between intake of non-sugar sweeteners and health outcomes: systematic review and meta-analyses of randomised and non-randomised controlled trials and observational studies. *British Medical Journal*, 2019; 364:4718.
17. Peters JC, Beck J. Low Calorie Sweetener (LCS) use and energy balance. *Physiology & Behavior*, 2016; 164: 524-528.