

## Una visión global y actual de los edulcorantes. Aspectos de regulación

J. M. García-Almeida<sup>1</sup>, Gracia M.<sup>a</sup> Casado Fdez.<sup>2</sup> y J. García Alemán<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Especialista Endocrinología y Nutrición. <sup>2</sup>Diplomada en Nutrición Humana y Dietética. UGC Endocrinología y Nutrición. Hospital Virgen de la Victoria. Málaga. España.

### Resumen

En este capítulo revisamos el papel y los posibles riesgos/beneficios de los edulcorantes como parte de la alimentación. Tras su aparición e interés por los efectos beneficiosos atribuidos a los mismos, frente a diferentes situaciones y patologías (obesidad, diabetes, caries, etc.), cada vez son más numerosos, sin embargo, los estudios que parecen constatar la ineficacia de su uso. Por tanto, se requieren más investigaciones que aporten datos convincentes de su efectividad a largo plazo, así como de la ausencia de efectos negativos, derivados de su uso.

El interés del capítulo reside en examinar los aspectos distintivos de los edulcorantes frente al azúcar, considerándose ésta como patrón de comparación. Nos centraremos pues, en las otras sustancias que habitualmente se utilizan para edulcorar los alimentos en lugar del azúcar.

*Nutr Hosp 2013; 28 (Supl. 4):17-31*

Palabras clave: *Edulcorantes artificiales. Azúcar y sustitutos del azúcar. Edulcorantes no nutritivos. Edulcorantes acalóricos. Respuesta glucémica.*

### Abreviaturas

ACS: Asociación Americana contra el Cáncer.  
ADA: Asociación Americana de Diabetes.  
AHA: Asociación Americana del Corazón.  
APM: Aspartamo.  
ARNm: ARN mensajero.  
DM: Diabetes Mellitus.  
EAI: edulcorantes de alta intensidad.  
EEMM: Estados miembros.  
EFSA: Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria.  
FFQ: Cuestionarios de frecuencia de consumo.  
FOS: Fructooligosacáridos.  
GIP: Péptido insulino-trópico dependiente de glucosa.  
GLP: Péptidos relacionados con el glucagón.  
GRAS: Reconocido como seguro.  
IDA: Ingesta diaria admisible.

---

**Correspondencia:** José Manuel García Almeida.  
Hospital Virgen de la Victoria.  
Unidad de Endocrinología y Nutrición.  
Campus de Teatinos, s/n.  
29010 Málaga. Andalucía. España.  
E-mail: jgarciaalmeida@yahoo.com

---

### A CURRENT AND GLOBAL REVIEW OF SWEETENERS. REGULATORY ASPECTS

#### Abstract

In this chapter we review the role and potential benefits of non-caloric sweeteners, as part of the diet. After appearing and interest in the beneficial effects attributed to them, face different situations and conditions (obesity, diabetes...), more and more numerous studies, show their ineffective use.

In conclusion, further research and results are needed to provide convincing evidence of their long-term effectiveness and the absence of negative effects from their use.

The interest of the chapter lies in examining the distinctive aspects of sweeteners compared with sugar, measured as the standard of comparison. We will focus then on the other substances that are commonly used to sweeten foods instead of sugar.

*Nutr Hosp 2013; 28 (Supl. 4):17-31*

Key words: *Artificial sweeteners. Sugar and sugar substitutes. Nonnutritive sweetener. No caloric sweetener. Glycemic response.*

IDE: Ingesta diaria estimada.

IG: Índice Glucémico.

IMC: Índice de masa corporal.

JECFA: Comité de Expertos en Aditivos Alimentarios.

NNS: Edulcorantes no nutritivos.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

SCF: Comité Científico de la UE sobre la Alimentación.

UE: Unión Europea.

### Introducción

El término edulcorante, hace referencia a aquel aditivo alimentario que es capaz de mimetizar el efecto dulce del azúcar y que, habitualmente, aporta menor energía. Algunos de ellos son extractos naturales mientras que otros son sintéticos, en este último caso se denominan edulcorantes artificiales. El empleo de edulcorantes acalóricos como sustitutos de todo o parte del contenido en azúcares de comidas y bebidas, ha tenido su máxima expansión en los últimos 35 años<sup>1</sup> y se estima una proyección de venta para el 2014, según una revisión sistemática publicada recientemente, que excede el billón de ventas<sup>2</sup>.

El nuevo patrón de consumo, caracterizado por el consumo elevado de alimentos procesados con modificaciones que afectan al contenido en grasa y azúcares se aleja notablemente del patrón alimentario tradicional mediterráneo. En este sentido, los alimentos edulcorados muestran una expansión exponencial tanto en los de aporte energético pleno como en aquellos supuestamente reducidos en energía. La presión industrial en estos patrones de consumo de alimentos juega un papel fundamental, por lo que resulta esencial clarificar las posiciones de eficacia y seguridad de estas sustancias para trasladar una información clara a los consumidores.

Teniendo en cuenta que el 77% de todas las calorías consumidas en Estados Unidos desde 2005 hasta 2009 contienen edulcorantes calóricos, y que existe una tendencia hacia el consumo de edulcorante sin calorías, resulta prioritario llevar a cabo una investigación extensa y un estricto enfoque regulatorio sobre estos aspectos. Actualmente, no existen datos concluyentes sobre el efecto de los edulcorantes sobre factores cruciales como la ingesta energética, el apetito y su relación con el sabor dulce y, por otro lado, tampoco se

conocen las cantidades exactas de estos edulcorantes contenidas en los alimentos consumidos. Por eso, resultaría de gran interés realizar una cuantificación lo más exacta posible de la prevalencia de consumo de estos productos que contienen edulcorante no calóricos. Este artículo trata de recoger una visión actual sobre los principales hallazgos desde el punto de vista científico y legislativo sobre el problema con idea de mejorar un consumo racional de estas sustancias en nuestra dieta<sup>3</sup>.

El concepto de salud es tremendamente amplio y los factores determinantes de la misma engloban desde los aspectos más biológicos, como los caracteres genéticos, a otros socioeconómicos y culturales que, en conjunto, determinan la situación de salud de los individuos (fig. 1). Los cambios acontecidos en los modelos de enfermedad en el tiempo y, probablemente, asociados a las modificaciones en los estilos de vida de la población, han originado un incremento de la prevalencia de numerosas enfermedades crónicas como obesidad, diabetes tipo II, síndrome metabólico que, en definitiva, determinan un incremento de la morbi-mortalidad cardiovascular. Ante esta situación de necesidad por encontrar alterna-

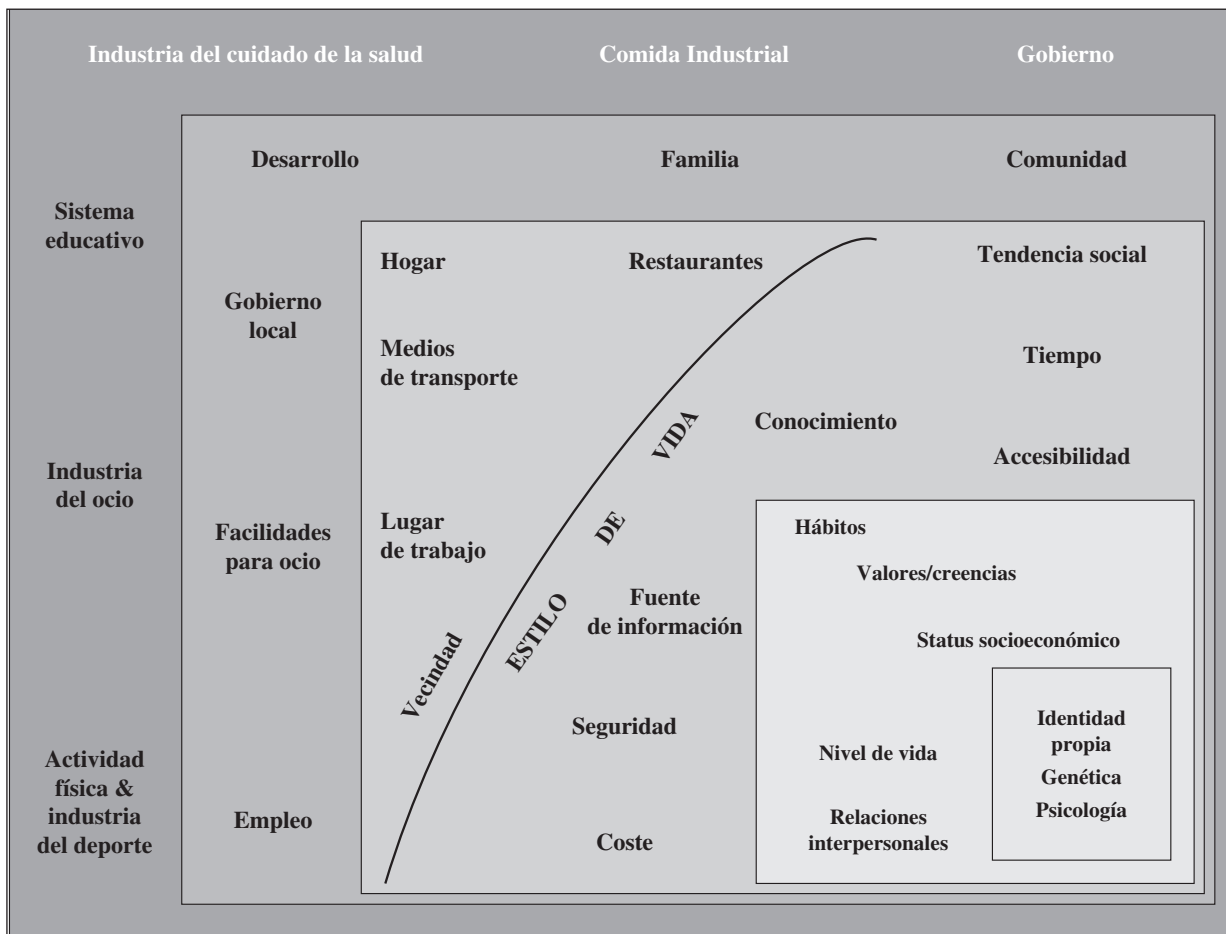


Fig. 1.—Determinantes globales de la salud: Relación multifactorial entre los individuos y los factores ambientales, frente a las elecciones de comida y comportamientos saludables. Modificada de Anderson GH, Foreyt J, Sigman-Grant M, Allison DB. The use of low-calorie sweeteners by adults: impact on weight management. *J Nutr* 2012; 142 (6): 1163S-9S.

tivas que permitan la prevención y mantenimiento de un buen estado de salud, manteniendo la calidad de la dieta, surge el interés por el potencial papel de los edulcorantes.

La obesidad se ha convertido en uno de los mayores retos de la salud global del siglo XXI. El aumento de la misma entre los niños y adolescentes es particularmente alarmante, dada la asociación a enfermedad metabólica y sus complicaciones cardiovasculares. En países en desarrollo las poblaciones están experimentando cambios rápidos en los hábitos nutricionales así como aumentos en la prevalencia de obesidad infantil. El notable incremento en el consumo de bebidas azucaradas observado entre los adultos y los niños en Estados Unidos y otros países se considera un potencial contribuyente a la pandemia de la obesidad. Existen datos recientes que señalan que la ingesta de sacarosa en las bebidas se acerca al 15% de la ingesta calórica diaria de la población estadounidense, llegando a suponer hasta 357 kcal por cada bebida. Todo ello hace que se diseñen estrategias de regulación que limiten la venta y, consecuentemente, el consumo de estas bebidas.

Recientemente, se han publicado en la revista *New England Journal of Medicine* varios estudios aleatorizados y controlados<sup>4</sup> que proporcionan una base sobre la que promover el desarrollo de recomendaciones sanitarias y decisiones de índole político/gubernamental destinadas a limitar el consumo de bebidas azucaradas, especialmente, aquellas que se sirven a bajo costo y en porciones excesivas, con objeto de tratar de revertir el aumento de la obesidad infantil. En estos estudios se limita el uso de azúcar sustituyéndola por edulcorantes con menor aporte energético. Este tipo de intervenciones, de demostrarse eficaces y seguras, podrían ser de ayuda en la prevención del desarrollo de diabetes tipo II y sus complicaciones en los jóvenes.

Además del interés suscitado por su potencial papel preventivo frente a la aparición de enfermedades metabólicas crónicas, podríamos destacar igualmente su efecto frente a las enfermedades de la cavidad bucal como la caries dental. Concretamente, los poli-alcoholes pueden reducir el riesgo de caries dental. Por ejemplo el xilitol, se considera cariostático y ayuda en la prevención de caries dentales<sup>5</sup>.

Por tanto, y desde el punto de vista del consumo de productos edulcorados, existen datos procedentes de encuestas que afirman que, actualmente, el empleo de edulcorantes acalóricos se busca con el objeto de disminuir el valor calórico total de la dieta, promover un descenso del peso corporal y/o prevenir el desarrollo de enfermedades como la Diabetes o la caries dental. Sin embargo, entre los consumidores también existen dudas sobre los riesgos asociados a su uso, como elementos “artificiales o naturales” en el sentido de si implican o no riesgo para la salud.

La estimación del consumo de edulcorantes es compleja pero parece que en EEUU existen más de

6000 productos pre-elaborados que los contienen, mayoritariamente bebidas refrescantes. La información en el etiquetado nutricional frecuentemente es incompleta, sin detallar la cantidad exacta. Los datos procedentes de los registros de 24 horas y las encuestas de frecuencia de consumo de los estudios NHANES 2007-2008 muestran un aumento de consumo de edulcorante en la población estadounidense que, curiosamente, no se asocia a una reducción de alimentos azucarados.

En lo que concierne a los aspectos legales de la utilización de los edulcorantes a nivel Europeo, como normativa reguladora inicial surgiría la Directiva 94/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de junio de 1994<sup>6</sup> relativa a todos los edulcorantes utilizados en los productos alimenticios. Se trata de una directiva específica resultante de la Directiva marco, sobre los aditivos alimentarios empleados para endulzar. Los artículos de esta ley contienen explicaciones y disposiciones especiales sobre la utilización de edulcorantes en alimentos y bebidas. En el anexo de ésta, se indican los niveles máximos de utilización de cada uno de los edulcorantes bajos en calorías en una categoría alimenticia determinada. Esta Directiva, a lo largo de los años, se ha modificado en tres ocasiones, para adaptarse a los avances tecnológicos en el área de los edulcorantes. Más tarde, el Parlamento Europeo y el Consejo aprobarían un reglamento marco (Reglamento N°1333/2008) con el cual, desde enero de 2011, se consolidan todas las autorizaciones vigentes de edulcorantes y aditivos alimentarios en un único texto legal. En la actualidad, en la Unión Europea (UE) están autorizados los siguientes edulcorantes bajos en calorías: Acesulfamo-K (E950), Aspartamo (E951), sal de Aspartamo-Acesulfamo (E962), Ciclamato (E952), Neohesperidina dihidrocalcóna (E959), sacarina (E954), Sucralosa (E955), Tauramina (E957) y Neotamo (E-961)<sup>7</sup> (International Sweeteners Association at <http://www.info-edulcorants.org/es/recursos-profesionales/folleto-isa>).

Así como tras el dictamen favorable de la EFSA, se aprobaba definitivamente el uso de los derivados de la estevia, los glucósidos de esteviol, como edulcorante natural no calórico en todo el mercado europeo. Podrá utilizarse como aditivo alimentario y de esta manera dar una alternativa sana y natural para endulzar alimentos, sobre todo a personas que padecen de diabetes o quieren mantener la línea, por ejemplo: bebidas aromatizadas o alimentos dietéticos destinados al control de peso).

Tuvo lugar con la aprobación del Reglamento (UE) N° 1131/2011 de la Comisión de 11 de noviembre de 2011, por el que se modifica el anexo II del Reglamento (CE) n° 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los glucósidos de esteviol (E-960), y se establecen sus límites de uso como edulcorantes en diferentes productos alimenticios y bebidas (refrescos, productos lácteos fermentados aromatizados, helados, edulcorantes de mesa, alimentos dietéticos para control del peso).

La seguridad de los edulcorantes se evalúa por las autoridades nacionales, por el Comité Científico de la Unión Europea sobre la Alimentación (SCF) y por el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA). El SCF sería el responsable de ello desde 1974 hasta 2003, año en el cual, pasa a ser responsabilidad de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) (<http://efsa.europa.eu/>). Dentro de la EFSA, la Comisión técnica de aditivos alimentarios y fuentes de nutrientes añadidos a los alimentos (ANS) es la responsable actual de la regulación legal de estas sustancias<sup>8</sup>.

Los aspectos legales precisan ser revisados de forma continuada para actualizar las nuevas aportaciones científicas publicadas sobre seguridad o eficacia en el uso de los edulcorantes. Al ser moléculas muy diversas las fuentes de riesgos potenciales son múltiples: interferencia en la absorción, metabolismo o excreción de nutrientes o cualquier metabolito intermedio, así como cualquier reacción alérgica, acumulación en los tejidos, efectos sobre la flora intestinal normal, alteración de la regulación de la glucosa en sangre, o la interacción con otros fármacos o drogas.

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) ha elaborado recientemente un proyecto de evaluación científica sobre la seguridad del aspartamo. Para llevar a cabo esta evaluación completa de los riesgos, la EFSA (<http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/130108.htm>) ha realizado una profunda revisión de la literatura por expertos científicos sobre el aspartamo y sus productos de degradación, incluyendo nuevos estudios en humanos. En esta re-evaluación de la seguridad de la EFSA se ha concluido que el aspartamo no representa un riesgo de toxicidad para los consumidores en los niveles actuales de exposición. La ingesta diaria actual admisible (IDA) se considera segura para la población general y la exposición de los consumidores habitualmente está por debajo de la IDA. A la hora de establecer la IDA para aspartamo la Comisión ANS ha considerado también los resultados de estudios a largo plazo referentes a la fenilalanina, un metabolito del aspartamo, tanto en animales de experimentación relacionados con la toxicidad y carcinogénesis así como en humanos, en concreto, en el desarrollo fetal de los hijos de mujeres consumidoras de dicho edulcorante.

Paralelamente, en Norteamérica la responsabilidad en la evaluación de su seguridad recae desde 1958 en la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos (FDA) y son siete los edulcorantes que constan de aprobación para su uso en el país: Acesulfamo K, Aspartamo, Neotamo, Sacarina, Estevia, Sucralosa y Luo han guo.

En la regulación americana de la FDA también se hace referencia al concepto de ingesta diaria media estimada (IDE) que representa una estimación conservadora basada en la ingesta diaria probable durante toda la vida y la concentración del aditivo alimentario en los alimentos de consumo habitual. Otro concepto importante, que hace referencia a la seguridad de con-

sumo es el GRAS (generalmente reconocido como seguro) y que implica que, aunque no se conocen totalmente los riesgos potenciales, la experiencia de uso habitual no ha planteado problemas. Este es el reconocimiento admitido para la comercialización de estevia en la actualidad en estados unidos pendiente de obtener más datos en el futuro.

La información para un uso correcto de estas sustancias parte de conocer las diferencias en las etiquetas de información nutricional de los productos habituales de consumo que contienen edulcorantes. En la información del etiquetado nutricional, junto al contenido en calorías, grasa o carbohidratos, debería constar la presencia de edulcorantes entre los ingredientes del alimento. Sin embargo, salvo la advertencia del contenido en fenilalanina del aspartamo o la cantidad de sacarina, esta información suele estar ausente o incompleta. En este aspecto se abre una importante área de mejora en el campo del uso de edulcorantes en el futuro para hacer llegar la mejor información al consumidor.

La investigación científica, aunque limitada en humanos según la Biblioteca de Análisis de la Evidencia de la Academia de Nutrición y Dietética (<http://www.adaevidencelibrary.com/files/Docs/NNSResourceDraft3.pdf>), muestra que los edulcorantes artificiales son seguros para su uso en la población general, incluyendo a las mujeres embarazadas y niños. La mayoría de los estudios no encuentran efectos nocivos relacionados con la ingesta de edulcorantes, incluso cuando se consumen grandes cantidades. Poblaciones especiales, como las mujeres embarazadas, deberían limitar su uso aunque estén aprobados por la FDA, utilizándolos con moderación.

En este capítulo revisaremos los principales edulcorantes, sus efectos metabólicos y realizaremos un análisis de sus potenciales debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (Sistema DAFO).

## **Edulcorantes: tipos y principales características**

En cuanto a su clasificación global, ante la gran variedad de tipos existentes, los edulcorantes se pueden agrupar en función de su contenido calórico (calóricos o acalóricos), según su origen (natural o artificial) o incluso según su estructura química (fig. 2). El origen natural del edulcorante no implica una mayor seguridad o eficacia y, en este sentido, existe una gran desinformación por parte del consumidor al respecto. Existen multitud de sustancias con poder edulcorante. En este capítulo nos centraremos en las más habituales y sobre las que existen estudios científicos de interés. La clasificación actual de los principales edulcorantes se presenta en la tabla I.

Los azúcares son hidratos de carbono y por tanto contienen 4 calorías por gramo. Se encuentran de forma natural en muchos alimentos como frutas, verduras, cereales y leche. En ausencia de medidas de higiene y al igual que los almidones, pueden ser perjudiciales para los dientes aunque la literatura científica

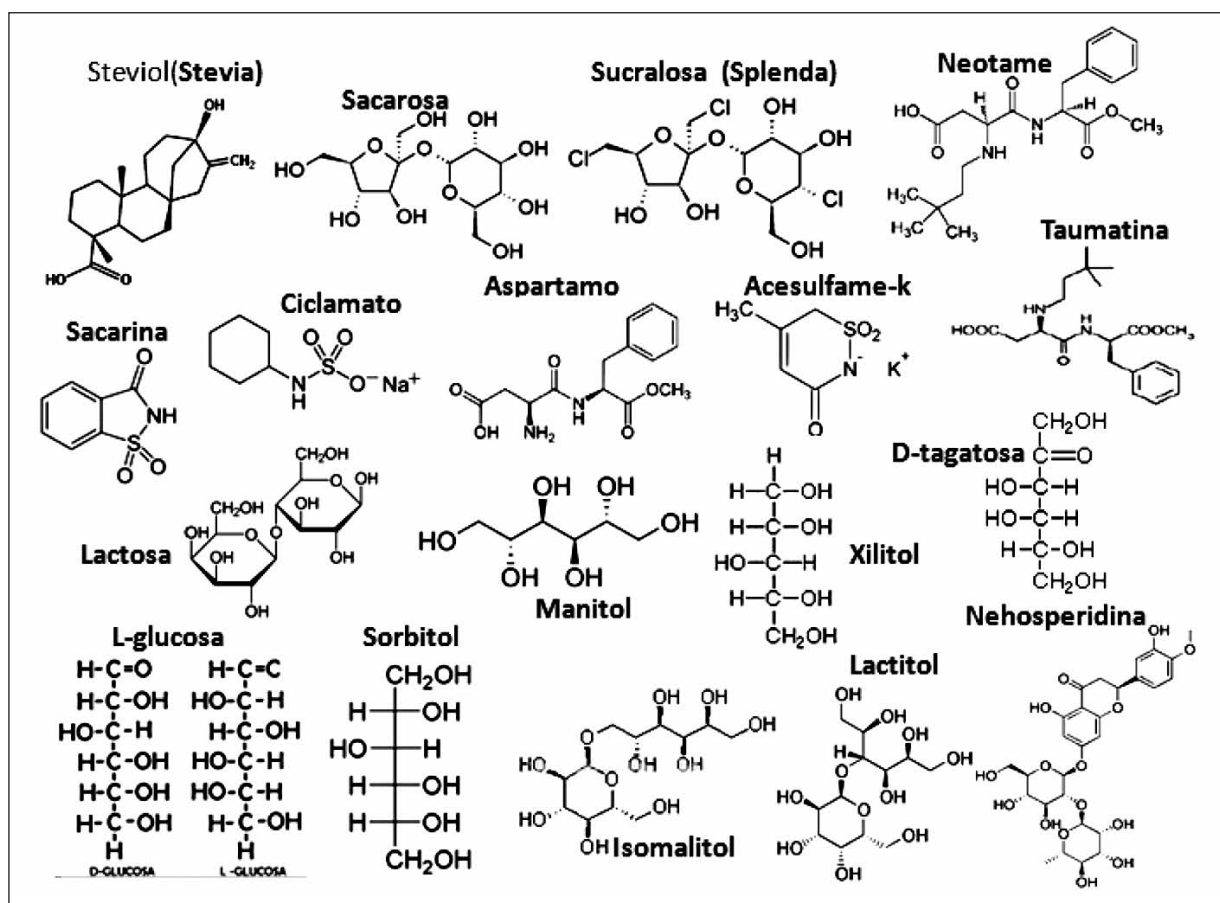


Fig. 2.—Estructura química de los edulcorantes.

Tabla I  
Clasificación de edulcorantes

Calóricos	Naturales	Azúcares	Sacarosa, glucosa, dextrosa, fructosa, lactosa, maltosa, galactosa y trehalosa, tagatosa, Sucromalat*
		Edulcorantes naturales calóricos	Miel, jarabe de arce, azúcar de palma o de coco y jarabe de sorgo
	Artificiales	Azúcares modificados	Jarabe de maíz de alto fructosa, caramelo, azúcar invertido
		Alcoholes del azúcar	Sorbitol, xilitol, manitol, eritritol, maltitol, isomaltulosa, lactitol, glicerol
Acalóricos	Naturales	Edulcorantes naturales sin calorías	Luo Han Guo, stevia, taumatina, pentadina, monelina, brazzeína
	Artificiales	Edulcorantes artificiales	Aspartamo, sucralosa, sacarina, neotamo, acesulfame K, ciclamato, nehesperidina DC, alitamo, advantamo

\*Valor calórico similar a la fructosa, si bien realmente se trata de un oligosacárido artificial.

más reciente apunta también a que en la prevalencia de la caries podría tener incidencia el nivel de pegajosidad del alimento y el número de ocasiones de consumo. La sacarosa tiene moderado-alto índice glucémico (IG). Otros edulcorantes naturales calóricos como la miel y el jarabe de arce son más antiguos, contienen azúcar, pero también otras cualidades nutritivas. Su índice glucémico es algo menor que el azúcar. En el grupo de los edulcorantes calóricos naturales, se engloban todos los

sacáridos, entre los cuales los más usados habitualmente son la sacarosa o sucrosa, fructosa, glucosa (IG de 100 y poder edulcorante relativo a la sacarosa entre 0,5-1), maltosa (IG 105 y poder edulcorante relativo a la sacarosa de 0,5). La fructosa clásicamente se ha sido utilizada en sustitución de la sacarosa en pacientes diabéticos y como edulcorante en la elaboración de numerosos productos etiquetados como “aptos para diabéticos”. Sin embargo, más recientemente se ha comprobado que las



dietas con alto contenido en fructosa, sobre todo si esta es añadida a los alimentos elaborados, podrían inducir hiperinsulinemia, hipertrigliceridemia e insulinoresistencia, hecho que ha determinado la recomendación de limitar su uso entre los pacientes diabéticos. Entre sus propiedades destaca su poder calórico de 4 kcal/g, IG de 23 y un poder edulcorante relativo a la sacarosa entre 1-2. Por otro lado, la tagatosa y la trehalosa, difieren en su aporte calórico, 1,5 y 3,6 kcal y poder edulcorante, 0,9 y 0,45 respectivamente.

Los fructooligosacáridos (FOS) tienen la mitad de calorías por gramo que la sacarosa o la glucosa con un poder edulcorante relativo a la sacarosa de 0,3-0,6. La inulina es un fructano con un grado de polimerización de 20 a 60 monómeros de fructosa con conocido efecto prebiótico que se encuentra de forma natural en un tubérculo originario de los Andes, el yacón (12,5 g/100 g), y que es cultivado históricamente en diversos países de Hispanoamérica. Dicho tubérculo se consume principalmente como edulcorante y se ha planteado la posibilidad de un efecto nutracéutico por el contenido importante en diversos minerales, vitamina C y vitaminas del grupo B. El Azúcar de coco, es otro producto tradicional que se puede emplear como alternativa al azúcar en pacientes diabéticos ya que se considera un alimento de bajo IG. Está compuesto por sacarosa, aminoácidos como la glutamina y destaca su riqueza en minerales y vitaminas del grupo B.

Los alcoholes derivados del azúcar son también carbohidratos que se producen de forma natural, aunque en

pequeñas cantidades, en las plantas y cereales. Por lo general, contienen menos calorías por gramo que el azúcar y no se han asociado al desarrollo de caries dental. A pesar de que son carbohidratos, el organismo no puede metabolizarlos plenamente y, en consecuencia, tienden a tener menos de 4 calorías por gramo y un índice glucémico muy bajo. Algunos de estos hidratos de carbono utilizados como edulcorantes (p. ej., la polidextrosa o el xilitol) se han propuesto como ingredientes de alimentos funcionales útiles para el control de la ingesta por su bajo contenido energético debido a su metabolización parcial (de 1,5 a 3 kcal/g) y también por los posibles efectos de algunos de ellos sobre la supresión del apetito, aunque no se conoce si este efecto tiene relevancia clínica. Una amplia cantidad de estos cada vez son más utilizados como edulcorantes en la obtención de productos “sin azúcar”. La estructura química de estas sustancias (tabla II) determina una mayor potencia edulcorante en su interacción con los receptores del gusto y una menor absorción por el tracto digestivo, por lo que tienen un contenido calórico útil menor que el del azúcar. El límite de cantidad consumida se relaciona con sus efectos secundarios gastrointestinales.

La formación de azúcares modificados por la conversión de almidón, a través del uso de enzimas, que a menudo se utilizan en la cocina industrial o en los alimentos procesados, da lugar a una mezcla de carbohidratos habitualmente de índice glucémico elevado y con elevado contenido calórico. Un producto de uso frecuente en la industria perteneciente a este gran grupo y

**Tabla II**  
*Descripción de los alcoholes de azúcar*

<i>Alcoholes de azúcares/</i>	<i>Nomenclatura</i>	<i>Valor nutritivo (kcal/g)</i>	<i>Poder edulcorante, relativo a la sacarosa</i>	<i>Cantidad máxima tolerable sin sintomatología gastrointestinal (g/día)</i>	<i>Presencia</i>	<i>IG</i>
- Eritritol	E-968	0,2	0,75	En dosis superiores a cualquier otro	En frutas y alimentos fermentados	1
- Hidrolizado de almidón hidrogenado (Licasina) Jarabe de Poliglicitol	E-964	≤ 3	0,4-0,9	-	Bebidas deportivas (ej.: powerade), helados	-
- Lactitol	E-966	2	0,5	≥ 20	Caramelos, helados galletas	3
- Maltitol	E-965	2,1	1	30-50	Chicles, caramelos y gominolas	35
- Manitol	E-421	1,6	0,7	10-20	Chicle*	2
- Sorbitol	E-420	2,6	0,5-1	> 80	Chicle*	4
- Xilitol	E-967	2,4	1	> 50	Chicles, mentas para el aliento, pasta de dientes y enjuagues bucales	12

\*Además contiene conjuntamente isomalt, aspartamo, acesulfame-k. Suponen un total de 61,7 g de polialcoholes/100 g.

con un valor nutricional cercano a las 4 kcal/g características de los hidratos de carbono, es el jarabe de maíz de alta fructosa, cuyo poder edulcorante es de 1.

El sucromat es un oligosacárido artificial ([http://www.aesan.msc.es/AESAN/docs/docs/cadena-alimentaria/tabla\\_decisiones\\_2013.pdf](http://www.aesan.msc.es/AESAN/docs/docs/cadena-alimentaria/tabla_decisiones_2013.pdf)) procedente de la conversión de sacarosa y maltosa, en fructosa y un oligosacárido de glucosa con uniones 1-3 y 1-6 alternativamente. Ha sido muy utilizado en el diseño de alimentos de bajo IG. Su valor nutricional es similar a la fructosa y en cuanto al poder edulcorante relativo a la sacarosa, es de 0,7.

También existen edulcorantes naturales (Estevia, Luo Han Guo, Taumatina y Brazzeína) sin calorías significativas a las cantidades consumidas habitualmente para edulcorar. Estos no son carbohidratos, por tanto no tienen índice glucémico. Se consideran edulcorantes de alta intensidad (EAI).

Probablemente, unos de los edulcorantes que más ha suscitado interés en foros científicos y divulgativos en los últimos años es la Estevia. Ésta se emplea como sustituto del azúcar y presenta un sabor más lento al comienzo y una duración más prolongada, aunque algunos de sus extractos pueden tener un sabor amargo similar al "regaliz" en altas concentraciones. Aunque la palabra "estevia" se refiere a toda la planta, sólo algunos de los componentes de la hoja de estevia son dulces. Estos componentes dulces se conocen como glucósidos de esteviol (alcohol que puede encontrarse en estado natural en la planta). Además, El término "estevia" usualmente hace referencia a una preparación cruda (ya sea e polvo o líquida) hecha a base de las hojas de la planta y estas preparaciones contienen una mezcla de varios componentes, no sólo los que dan a la hoja el sabor dulce.

Los glucósidos de esteviol son los componentes dulces de la hoja de estevia y existen varios tipos, si bien los más abundantes son la steviosida y el rebaudiósido A. La steviosida es el glucósido de esteviol más abundante en la hoja de estevia, y ha sido estudiada ampliamente. Por su parte el rebaudiósido A es el glucósido de esteviol de mejor sabor, y se metaboliza de la misma forma que una steviosida. Dichos edulcorantes son hasta 480 veces más dulces que el azúcar. Sus hojas tienen un dulzor natural 15-30 veces mayor al del azúcar. Se trata de un producto natural, con un índice glucémico cero, y, por tanto, adecuado para los pacientes diabéticos. Es estable al calor y adecuado para cocinar así como para su uso en alimentos procesados. Ha sido utilizado durante siglos por los indios nativos en Paraguay en América del Sur y también en Asia (Japón) desde la década de 1970. Su regularización en el mercado americano a partir de 2008 con el reconocimiento GRAS ha resultado compleja. La planta nativa contiene proteínas, fibra, hierro, fósforo, calcio, potasio, zinc, vitamina A y sus derivados frecuentemente aportan unas cantidades variables de los compuestos activos lo cual supone una limitación importante para su uso. Se han realizado diversos estudios buscando efectos sobre peso,

apetito o flora intestinal con resultados no totalmente concluyentes por lo que se precisan más estudios en el futuro para tener una opinión clara al respecto.

La IDA recomendada por la EFSA para la estevia, o glucósidos de esteviol, es coherente con el nivel adoptado en el pasado por el Comité Conjunto de Expertos en Aditivos Alimentarios de la OAA/OMS (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA).

Luo Han Guo extracto es un edulcorante natural, de alta intensidad (300 veces más dulce que el azúcar de caña) y no calórico. Se extrae de la fruta Monk, procedente de China, donde se ha utilizado durante cientos de años. La dulzura proviene de una sustancia llamada mogrosido en la pulpa de la fruta. Una de las ventajas que tiene sobre Estevia es la ausencia del regusto amargo característico de ésta. Al igual que Estevia, su índice glucémico es cero y recientemente ha sido aprobado por la FDA para el uso con el reconocimiento GRAS para aditivo de algunos alimentos desde 2010. En Europa aún está en evaluación<sup>5</sup>.

Un segmento del grupo de los edulcorantes naturales que todavía permanece completamente fuera del circuito comercial son las "proteínas dulces". A pesar de que se han identificado al menos siete proteínas dulces (Taumatina, monelina, mabinlina, pentadina, brazzeina, curculina y miraculina) sólo se han comercializado dos: Taumatina y brazzeina. Todas estas proteínas se han extraído de plantas que crecen en bosques tropicales. Las proteínas dulces tienden a poseer perfiles de gusto lentos, características que las distinguen claramente del azúcar. Entre estas proteínas dulces, la Taumatina es la más avanzada en cuanto a desarrollo del producto y situación ante las autoridades reguladoras.

Los "edulcorantes artificiales" propiamente dichos suelen hacer referencia a diversos compuestos existentes en el mercado que se caracterizan por ser acalóricos, no poseer efecto glucémico alguno y con alta intensidad edulcorante. Este grupo es el que mayor interés despierta en el área de investigación, con el objetivo de demostrar su seguridad y aportar datos firmes sobre los posibles efectos terapéuticos en pacientes con diabetes o con otros problemas específicos de salud. A nivel del consumidor el interés por estos productos también ha aumentado de forma considerable en una búsqueda de productos bajos en calorías (tabla III).

La Sacarina sigue dominando el mercado global de los EAI en cuanto a niveles de consumo, con millones de toneladas en 2010. Asia sigue siendo de largo el mayor consumidor de sacarina del mundo. La sacarina fue el primer edulcorante artificial que se descubrió hace ahora más de 120 años. Como la mayoría de los edulcorantes artificiales, se descubrió por accidente buscando otras sustancias no edulcorantes. Es 300 veces más dulce que el azúcar, pero tiene un sabor final metálico ligeramente desagradable. Tiene un índice glucémico cero, no contiene calorías y es apto para diabéticos. No tolera altas temperaturas por lo que no es apto para cocinar. Se mezcla muy bien con otros edul-

**Tabla III**  
*Descripción de los alcoholes de azúcar*

Edulcorante	Nomenclatura	Valor nutritivo (kcal/g)	Poder edulcorante, relativo a la sacarosa	ADI* (mg/kg peso/día)		Cantidad máxima del edulcorante (mg/día) en sujeto de 70 kg	N.º de bebidas /sobre = ADI para un sujeto de 70 kg***
				U. E	FDA		
- Acesulfamo-k	E-950	0	200	0-9	15	630	16/13
- Aspartamo	E-951	4	160-220	0,40	50	2.800	15/70
- Ciclamato: ácido ciclamico y sales de sodio y calcio	E-952	0	30	0-7	No permitido	490	-
- Lu Han Guo o extractos concentrados de frutas (mogroside)	Edulcorante natural	0	150-250	No permitido	No determinada. Incluido en la categoría GRAS	-	-
- Neohesperidina DC	E-959	0	1.500	0-5	-	350	-
- Neotame	E-961	0	8.000	0-2	18	140	Ausencia de bebidas carbonatadas y no consumido en productos
- Sacarina y sus sales de sodio, potasio y calcio	E-954	0	300	0-5	No determinado	350	44/9
- Stevia (glucósido de steviol)	E-960	0	300	0-4	4	280	16,5/31
- Sucralosa (splenda)****	E-955	0	600	0-15	5	1.050	15/95,5
- Taumatina	E-957	aprox. 0	2.000-3.000	No especificado o por JECFA	No determinada. Incluido en la categoría GRAS	-	-

corantes, o incluso con una pequeña cantidad de azúcar como en algunas bebidas “light” o “zero”.

El Ciclamato es el segundo edulcorante artificial más antiguo en uso hoy en día. Es el menos potente de este grupo, sólo 40 veces más dulce que el azúcar. Por esta razón, a menudo se mezcla con otros edulcorantes como sacarina. Es estable al calor y tiene una larga vida de almacenamiento por lo que es adecuado para la cocina y para la industria alimentaria. Posee un índice glucémico cero y no aporta calorías. Como la sacarina, también es muy utilizado en Asia. Su uso está autorizado en Europa y en otros 50 países, pero está prohibido en los EE.UU. desde 1969 por una supuesta asociación con el desarrollo de tumores de vejiga en modelos animales y no ha vuelto a revisarse desde entonces.

La Sucralosa es una forma modificada de azúcar común (sacarosa) sin calorías y 600 veces más dulce que el azúcar. Tiene un sabor que difiere considerablemente del azúcar común y no se descompone con el calor. Es muy utilizada a nivel mundial, sola o con otros edulcorantes, y se puede encontrar en más de 4.500 alimentos y bebidas.

La Neoesperidina Dihidrocalcona es un edulcorante que se obtiene por modificación química de una sustancia presente en la naranja amarga. Su potencia edulcorante es entre 250 y 1800 veces mayor que la sacarosa y tiene un sabor dulce más persistente, con regusto a regaliz. No está aprobada por FDA pero si en Europa.

El aspartamo es un edulcorante artificial que es casi 200 veces más dulce que el azúcar. Es una proteína y como tal, contiene 4 calorías por gramo. Sin embargo, es tan dulce que sólo se necesita una pequeña cantidad, y por consiguiente sin valor calórico significativo. Sigue siendo uno de los edulcorantes intensos más utilizados y más conocidos, gracias en su mayor parte a su fuerte posicionamiento en los Estados Unidos, su principal productor, que consume el 60% de la demanda global de esta sustancia. Se descompone con el calor y, por lo tanto, no es adecuado para cocinar. Ha desbancado casi por completo a la sacarina como edulcorante más utilizado en las bebidas “light”. Existen grandes controversias sobre su seguridad aunque los informes de las agencias afirman que su consumo es seguro. Es la mayor fuente de quejas a la FDA, mayor a ningún otro producto o medicamento.



Acesulfame-K es otro compuesto proteico 130-200 veces más dulce que la sacarosa. No se metaboliza y se elimina sin modificaciones. Frecuentemente, se utiliza en bebidas refrescantes, néctares de fruta, edulcorantes de mesa, productos lácteos, productos hechos al horno, pasta de dientes y productos farmacéuticos. Existe una combinación de aspartamo y Acesulfamo cuya composición es de un 64%-36%, respectivamente. Éstas se denominan bajo el código E-962, mantiene un valor nutritivo no apreciable y su poder edulcorante respecto a la sacarosa es de 350.

El Neotamo es un dipéptido derivado del aspartamo con poder edulcorante 8.000 veces mayor que el azúcar. A diferencia del aspartamo no se descompone con el calor y, por lo tanto, es adecuado para la cocción y para su uso en los alimentos procesados. Tiene cero calorías por porción y cero índice glucémico, lo que lo hace adecuado como parte de una dieta para diabéticos. No se metaboliza a fenilalanina y por tanto es seguro para las personas con fenilketonuria. Se utiliza principalmente por los productores de alimentos, en mezclas con sacarosas y otros EAI. Desde su introducción en Europa en 2010 se ha incrementado notablemente su consumo.

Alitamo es 2.000 veces más dulce que el azúcar. Es un dipéptido formado por ácido aspártico y alanina. Es estable, no aporta calorías ni índice glucémico. Todavía no se ha aprobado en los Estados Unidos pero si en Europa (E956).

Existen nuevos edulcorantes como el Advantamo, un derivado de los mismos aminoácidos que el aspartamo con vainilina un componente de la vainilla. Comparado con Aspartamo (unas 200 veces más dulce que el azúcar), Advantamo es entre 20.000 y 40.000 veces más dulce que el azúcar. Ha sido autorizado en Australia y Nueva Zelanda, considerado GRAS como aroma para bebidas no alcohólicas, chicles y productos lácteos.

## Efectos sobre la salud del uso de edulcorantes

El impacto a nivel metabólico y general que tiene el empleo de estas sustancias, añadidas a comidas y bebidas principalmente, puede afectar tanto a la calidad del producto final (características nutricionales y organolépticas) como al consumo de energía y el peso corporal.

Antes de elegir una de estas sustancias por sus supuestos efectos metabólicos debería ser comparada con el azúcar como patrón de referencia. Sin embargo, en realidad el desconocimiento actual de estos posibles efectos es muy importante con lo cual es complejo apoyar su uso basado en motivos científicos claramente contrastados<sup>2</sup>.

En un modelo teórico estas sustancias con menor aporte calórico y un menor efecto sobre la glucemia plasmática, podrían tener un efecto beneficioso en el control del peso o la diabetes, sin embargo esta correlación es improbable.

Recientes resultados obtenidos en modelos de intervención a corto plazo, muestran que los edulcorantes artificiales especialmente en bebidas, pueden ser útiles para reducir el consumo de energía así como el peso corporal y disminuir el riesgo de diabetes tipo II y enfermedad cardiovascular, si se compara con la ingesta de azúcares. Pero para poder afirmarlo, se requiere de su confirmación a largo plazo en estudios diseñados para este fin<sup>9</sup>.

Recientemente se ha publicado un consenso entre sociedades (Asociación Americana de Diabetes-ADA y Asociación Americana del Corazón-AHA) con el objeto de clarificar algunos aspectos sobre los efectos en el apetito y los componentes del síndrome cardiometabólico. Existen importantes limitaciones en la interpretación de los datos procedentes de las investigaciones debidos a la dificultad inherente en el diseño, por la modificación aislada en el contenido de carbohidratos de la dieta pero sin alterar el contenido en grasas o proteínas de los mismos, es decir, para mantener el contenido en calorías han de incrementarse o las proteínas o las grasas en la dieta y éstos pueden afectar el apetito. La mayoría de los datos en humanos proceden de estudios observacionales y algunos ensayos aleatorios controlados sobre cambios en los edulcorantes en bebidas refrescantes. En muchos de estos estudios no se conocen con exactitud los datos de consumo de edulcorantes en las encuestas de frecuencias de consumo (FFQ) o la composición exacta de estos en los productos consumidos por la presencia de datos incompletos en el etiquetado o las referencias de la industria sobre las cantidades contenidas en los alimentos elaborados. Por otro lado, los estudios experimentales en animales aportan importantes datos de potenciales efectos nocivos o toxicidad de los mismos. Sin embargo la extrapolación de estos resultados a la población general tiene importantes limitaciones<sup>10</sup>.

## *Edulcorantes e ingesta energética*

A priori, resultaría lógico pensar, desde el punto de vista del aporte energético, que la sustitución del azúcar por edulcorantes con menor contenido calórico debiera inducir una reducción en la energía total ingerida. Sin embargo, este tema es controvertido ya que existen trabajos científicos con resultados en ambos sentidos. Además, hay que tener en cuenta también que en productos procesados, se hace necesario sustituir no sólo el dulzor aportado por el azúcar sino también el aporte de cuerpo al alimento u otras características tecnológicas de la sacarosa. Ello resulta en que un producto reformulado con menos azúcar con frecuencia sea más calórico que su versión azucarada al reemplazar el azúcar con otros nutrientes, como grasas, de mayor aporte calórico.

En algunos estudios en humanos a corto plazo se ha demostrado una reducción en la ingesta energética resultante de una compensación sólo parcial de las calorías no

ingeridas frente a sacarosa como comparador principalmente en bebidas refrescantes. Sin embargo, también existen datos epidemiológicos que asocian el uso de edulcorantes a la ganancia de peso. Al parecer, la disociación de la sensación del sabor dulce y el aporte calórico deficiente producido por los edulcorantes podría condicionar un incremento en el apetito, dando lugar a un mayor consumo energético y ganancia de peso. Esta hipótesis de condicionamiento operativo (Modelo Pavlov) ha podido demostrarse en modelos animales<sup>11</sup>.

También en estudios observacionales se ha descrito la asociación del uso de edulcorante con una peor calidad final de la dieta por la pérdida del patrón alimentario saludable que incluye frutas y verduras. Existen múltiples factores de confusión asociados que dificultan extraer conclusiones claras, como el hecho de que estos alimentos bajos en calorías frecuentemente se asocian a otros con mayor carga energética y que, precisamente, los individuos los eligen con la finalidad de reducir el impacto energético global de la dieta.

Por otro lado, se sabe que, tanto en personas como en animales, el consumo de alimento provoca una respuesta termogénica refleja en la fase cefálica de la digestión. Esta respuesta trata de preparar al tracto gastrointestinal para la llegada de los nutrientes. Existen evidencias en modelos en roedores de que los edulcorantes, como por ejemplo la sacarina, producen, con el uso crónico, una disminución en este estímulo, con descenso del efecto termogénico de los alimentos y quizás, de otros factores del equilibrio metabólico<sup>11</sup>.

Se ha comprobado que los edulcorantes pueden desempeñar un papel activo a nivel del tracto gastrointestinal al reaccionar con los receptores del sabor dulce (receptores de la familia T1R y  $\alpha$ -gustducina), mediando cambios en la respuesta de hormonas y péptidos como los péptidos relacionados con glucagón (GLP) en las células L del intestino. Por tanto se plantea la hipótesis de que la ingesta conjunta de edulcorantes artificiales junto con comidas o bebidas que contengan azúcares, podría permitir una absorción más rápida de los azúcares, así como incrementar la secreción de GLP-1 e insulina, afectando tanto al peso como al apetito y a la glucemia<sup>12</sup>.

### *Edulcorantes y regulación del apetito*

Entre los mecanismos por los cuales los edulcorantes pueden modular el apetito destacan:

a) *Estimulación de la Fase Cefálica.* Al respecto algunas investigaciones sostienen la hipótesis de que la falta de activación de la respuesta en fase cefálica puede incrementar el riesgo de obesidad, y contrariamente, otras plantean que la activación de respuestas en fase cefálica, a partir de ingerir o simplemente con la exposición a alimentos dulces, puede resultar problemática pues estimula tanto el apetito como el consumo

de alimentos. Otro mecanismo propuesto podría ser mediado por un efecto directo de los edulcorantes acalóricos sobre la secreción de insulina y el metabolismo de la glucosa<sup>13</sup>.

b) *Efectos nutritivos y osmóticos.* Se sabe que el estómago proporciona señales de apetito, basándose principalmente en el volumen que pueda estar o no cubierto del mismo, mientras que por el contrario, el intestino es más sensible a las señales de la presencia de nutrientes, si bien esta hipótesis no parece cumplirse de forma rígida como implica la presencia de osmo-receptores a nivel intestinal y quimio-receptores a nivel gástrico. Se ha comprobado que ante la distensión gástrica, ya sea por la presencia de nutrientes o por otro motivo (balón gástrico), la sensación de saciedad aumenta. Aquellas bebidas que contienen edulcorantes calóricos contienen más energía sobre una carga osmótica que puede ser igual o incluso menor a la producida por los edulcorantes acalóricos, quiere decir esto que, con igual osmolaridad el contenido calórico en edulcorantes acalóricos es menor; por tanto, no sólo depende de la osmolaridad el tema del vaciamiento gástrico (quimiorreceptores/osmoreceptores). Sin embargo, los edulcorantes calóricos inducen un vaciamiento más lento independientemente de los efectos osmóticos.

La activación de señales tanto a nivel intestinal como gástricas, a partir de la presencia de nutrientes, tiene efectos sinérgicos sobre la saciedad. Existe la hipótesis de que las bebidas con edulcorantes artificiales acalóricos pueden debilitar este efecto presente en aquellas que contienen edulcorantes nutritivos, si bien tampoco existen datos realmente claros al respecto<sup>13</sup>.

c) *Respuesta de péptidos gastrointestinales.* Cada macronutriente estimula con mayor o menor efectividad la liberación de péptidos a nivel del tubo digestivo. Así se ha comprobado que los carbohidratos, producen un estímulo de secreción de GLP-1, el cual juega un papel relevante tanto como factor de saciedad como incretina.

Se piensa que los edulcorantes acalóricos no permiten tal liberación de péptidos y por tanto, teóricamente, ello conllevaría una menor sensación de saciedad y provocaría un aumento del consumo energético.

Algunas evidencias más recientes muestran que existen receptores con propiedades similares a los receptores del sabor dulce situados en la lengua, a nivel del tracto gastrointestinal que estimulan la liberación de GLP-1, lo que podría otorgar a los edulcorantes no calóricos algún papel en la regulación de dichos sistemas incretínicos.

d) *Palatabilidad.* Otra de las grandes ventajas, en el uso de los edulcorantes acalóricos como parte de la alimentación, es la mejora de las características organolépticas del alimento en cuestión, permitiendo con ello una mejora en la aceptación tanto de los alimentos en sí como de comidas con contenido reducido de energía en las que se empleen algún alimento de este tipo, frente a su versión original más calórica y que pudiera contener

azúcar como tal, la cual sin duda contribuye a las características organolépticas óptimas. Esto puede suponer una gran ventaja en personas con sobrepeso, obesidad o diabetes con vistas a una mejor adherencia al régimen terapéutico y la modificación de hábitos nutricionales. La hipótesis planteada es si la mayor o menor palatabilidad de los alimentos influye en la sensación de apetito, pero tras numerosos estudios tampoco existen hasta el momento evidencias concluyentes en este aspecto.

e) *Alteración en la Microbiota intestinal.* Se ha demostrado que las modificaciones en las poblaciones bacterianas que componen la microbiota intestinal, pueden contribuir al proceso inflamatorio crónico de bajo grado que se viene observando en algunos pacientes obesos y que parece promover la ganancia de peso a expensas de la masa grasa así como contribuir activamente al desarrollo de la comorbilidad clásicamente asociado a la obesidad como la resistencia a la insulina<sup>14</sup>.

El aspartamo libera una molécula de metanol, que se metaboliza en una molécula de formaldehído, sustancia altamente reactiva clasificada como carcinógeno. Sin embargo, las cantidades ingeridas de estas sustancias peligrosas, suelen estar muy por debajo de los niveles de riesgo. Por lo tanto, no es raro que cantidades muy pequeñas de edulcorantes puedan modificar la microbiota, ya que estas actúan como la primera línea de defensa intestinal y están por lo tanto en contacto directo con el edulcorante y sus compuestos metabólicos. Durante la realización de una dieta hipocalórica para el control del peso con el uso de edulcorantes como el aspartamo se puede alterar el funcionamiento óptimo de la microbiota intestinal<sup>15</sup>.

f) *Compensación excesiva.* En estudios realizados, se pone de manifiesto que un ahorro/supresión de energía por la sustitución de alimentos con edulcorantes no calóricos podría provocar posteriormente una sobre-compensación en las ingestas posteriores que llegue incluso a superar el déficit energético inducido por el edulcorante y por tanto un balance energético positivo.

g) *Pérdida de fidelidad de la señal.* Determinadas propiedades sensoriales de los alimentos orientan sobre la respuesta metabólica requerida para cada producto. Así, si la entrada sensorial de dulzura de los edulcorantes acalóricos lleva a una predicción inexacta o incoherente, la regulación de energía puede verse afectada y conducir a un balance energético positivo por un consumo excesivo provocado por dicha señalización.

h) *Activación de los sistemas de recompensa.* Es posible que una mejor palatabilidad de los productos edulcorados pueda desempeñar un papel de estímulo en la recompensa de la alimentación.

i) *Aprendizaje con refuerzo positivo por el sabor dulce.* Se refiere a la posibilidad de que la exposición repetida a edulcorantes acalóricos pueda perpetuar una preferencia por productos dulces en la dieta, incluyendo los endulzados con edulcorantes calóricos<sup>10</sup>.

## *Edulcorantes y efectos sobre el peso corporal*

Durante muchos años, el control del peso ha sido uno de los principales motivos del gran uso de los edulcorantes como parte de la alimentación habitual. Sin embargo, sería a partir de 1986 cuando comenzaría a surgir la duda de su posible efecto sobre la ganancia de peso, de acuerdo a los resultados de las encuestas realizadas por la Sociedad Americana del Cáncer (ACS)<sup>13</sup>.

Además, en muchos casos el incremento en su uso, no ha ido acompañado de la reducción de edulcorantes nutritivos, a los que se pretende sustituyan con objeto de reducir el aporte calórico, por consiguiente la ingesta no se vio modificada. Y tampoco puede obviarse que, en la medida que se eligen alimentos en los que su contenido en edulcorantes nutritivos se sustituye por otros acalóricos, ello conllevará, en la mayoría de los casos, un incremento en el contenido de grasas y proteínas que podría estar tratando de compensar el déficit calórico producido por el alimento con edulcorantes acalóricos.

Los cambios en la regulación del apetito son los responsables de las modificaciones en la ingesta energética y por tanto en el balance del peso corporal. Así, en la ganancia de peso pueden estar implicados todos los mecanismos de regulación del apetito expuestos en el apartado anterior.

Como posible explicación de la ganancia de peso asociada al uso de edulcorantes, se plantean los cambios en los mecanismos de respuesta neuronal. Se sabe que el acto de comer y la satisfacción derivada del mismo, es el resultado del estímulo sensorial de los alimentos tras la ingesta. En el hombre cuando se ingiere un alimento, el sabor percibido a partir de los receptores presentes en la cavidad bucal, asciende por el tálamo y alcanza la zona del opérculo frontal e ínsula anterior así como la corteza orbito-frontal. Del mismo modo, las amígdalas, a través de la vía gustativa, también realizarán conexiones a todos los niveles. Por último, pero no menos importante, se habla del papel desempeñado por el sistema mesolímbico dopaminérgico, dado que es el encargado de reconocer los estímulos y esa sensación de placer/satisfacción tras la ingesta de alimentos. Tras estudios con ratas, se ha podido comprobar cómo el hipotálamo media la recompensa de la comida en post-ingesta, dada sus diversas funciones de secreción de diversos péptidos que regulan la energía, equilibrio osmótico y el comportamiento frente a la presencia de alimentos.

Cada vez disponemos de más evidencias que muestran que los edulcorantes artificiales no activan del mismo modo las cascadas de recompensa de la comida que los edulcorantes naturales, ya que parece que la ausencia de calorías suprime el componente post-ingesta. Además, el mecanismo de activación de la rama gustativa en cada uno de los casos también difiere.

El sabor dulce de los edulcorantes acalóricos podría fomentar el apetito y la dependencia por tal sabor y existe una estrecha correlación entre la exposición repetida de un sabor y el grado de preferencia por el

mismo. Una investigación en esta línea pero a partir de la reducción de grasa y sal en la dieta, mostró como a menor exposición del grupo, su preferencia por dichos sabores disminuyó, por lo que se plantea como posible hipótesis, si la presentación de dietas no endulzadas, pudiera ser una de las claves para reducir el consumo de azúcares y consecuentemente, revertir la epidemia de la obesidad<sup>16</sup>.

Estas hipótesis anteriormente comentadas y ya reveladas en anteriores estudios, también quedan de manifiesto en la investigación realizada por la Academia Americana de Nutrición y dietética<sup>3</sup>, donde se observa que cuanto mayor es la dulzura de un producto, mayor será el consumo de alimentos dulces o bebidas. Para ellos, ese efecto sobre el apetito, provocado por la exposición repetida a edulcorantes, es debida a una interrupción de las vías hormonales y neuro-conductuales encargadas del control del hambre y la saciedad.

En cuanto al riesgo de enfermedad cardiovascular, asociada a la ganancia de peso, los estudios observacionales prospectivos existentes hasta el momento, sólo permiten identificar asociaciones casuales, pero en ningún caso determinantes; inclusive en muchos casos se da una fuerte plausibilidad de la causalidad inversa, para ciertas de las asociaciones significativas observadas<sup>10</sup>.

### *Edulcorantes y diabetes*

Los posibles beneficios atribuidos a los edulcorantes no nutritivos para las personas con diabetes son la reducción de calorías y de carbohidratos para mejorar el control del peso y el glucémico respectivamente.

En diversos estudios se ha demostrado que el uso de edulcorantes acalóricos no parece afectar los niveles de glucosa o de lípidos plasmáticos en adultos con diabetes, hecho que no ha sido suficientemente examinado en niños<sup>17</sup>. De cara a mejorar el control glucémico las personas con diabetes deben tener en cuenta el total de carbohidratos consumidos. Se ha sugerido que pueden mejorar su control glucémico y el peso con el uso de edulcorantes acalóricos mejor que con alimentos con azúcar.

En el control de la absorción de glucosa a través de la pared intestinal, están involucrados dos transportadores como son el co-transportador de sodio-glucosa (SGLT1), con un papel activo como transportador en la membrana apical y, el transportador facilitador de glucosa (GLUT2), presente tanto en la membrana basolateral como apical. Las células responsables de su absorción son los enterocitos. El azúcar de la dieta así como los edulcorantes de bajo aporte calórico que puedan estar presentes en ella, aumentan el ARNm de SGLT1, la expresión de proteínas y la capacidad de absorción de glucosa; por otro lado, y dada la relación entre la actividad del SGLT1 y la inserción de GLUT2 en la membrana apical, la estimulación a nivel de T1R3 (subunidad del receptor del sabor dulce), también provoca una mayor inserción de GLUT2.

Las células enteroendocrinas se comunican con los enterocitos a través de la producción de señales que son detectadas por éstos últimos aumentando su expresión de SGLT1. Estas señales incretínicas comprenden el péptido insulínico dependiente de glucosa (GIP) y GLP-1, los cuales presentan numerosos efectos sobre el metabolismo de la glucosa, incluyéndose aquí, la estimulación para la liberación de insulina, inhibición de la secreción de glucagón, reducción del vaciamiento gástrico y aumento de la sensación de saciedad. Como para el resto de los mecanismos que se vienen describiendo, los datos disponibles provienen de estudios in vitro y otros a corto plazo, además de estar realizados en animales, lo que implica limitaciones importantes en la extrapolación de resultados a los humanos<sup>18</sup>.

También se han estudiado los efectos de edulcorantes específicos sobre la glucemia postprandial, insulina y lípidos en sangre. Como resultado, se observa tras la comparación de una dieta rica en sacarosa frente a otra en la que están presentes por el contrario edulcorantes acalóricos, un aumento significativo tanto de la glucemia postprandial como de la insulinemia y los niveles de lípidos en sangre en una población sana con ligero sobrepeso, en el grupo con una dieta rica en sacarosa<sup>19</sup>.

Si nos remitimos a las últimas recomendaciones de la Asociación Americana de Diabetes (ADA 2013)<sup>20</sup>, con un nivel de evidencia B, se establece que en caso de Diabetes Mellitus tipo II, los pacientes deben limitar el consumo de bebidas azucaradas sin especificar el número adecuado. No existen recomendaciones específicas de la ADA que incluyan a otras fuentes de edulcorantes, que no sea en las bebidas azucaradas, donde sí se recomienda disminuir su consumo. Podríamos añadir que para otras fuentes de consumo de edulcorantes, no existen recomendaciones en su limitación.

La información sobre el uso de edulcorantes debe transmitirse de forma clara en las sesiones de educación diabetológica. Es necesario disponer de información verídica, contrastada y basada en la mejor evidencia científica disponible para, en base a ello, poder tomar decisiones y establecer recomendaciones en lo relativo a su consumo. En este sentido, es fundamental desmentir los mitos que frecuentemente rodean este tema así como combatir la desinformación/información errónea que encontramos diariamente en Internet y en los medios de comunicación. La investigación sobre los edulcorantes acalóricos recogidas por las agencias reguladoras (FDA) contribuye a la seguridad de su uso y potenciales beneficios en el control glucémico.

### *Edulcorantes y caries dental*

La formación de una caries resulta de la destrucción localizada del tejido dental duro por material ácido que procede de los procesos de fermentación llevados a cabo por determinadas bacterias patógenas, en tanto que cariogénicas, de los carbohidratos fermentables presentes en la dieta. Otros factores que contribuyen al

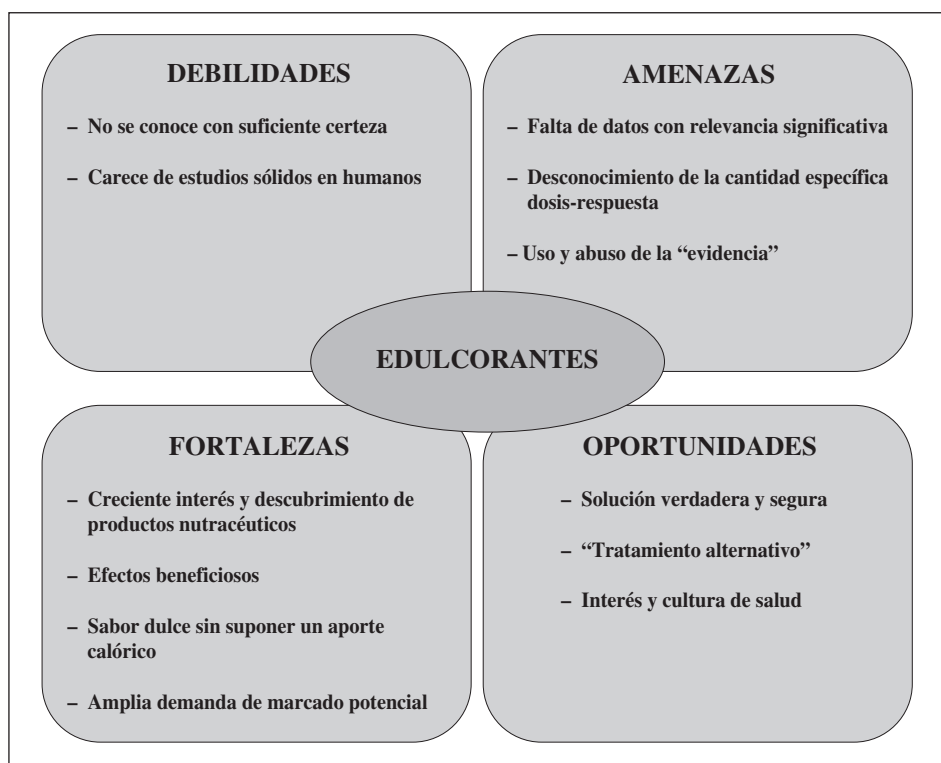


Fig. 3.—Análisis DAFO del uso de edulcorantes.

desarrollo de caries dental son cambios microbiológicos en la flora bacteriana, en la composición de la saliva y su capacidad tamponamiento del pH, tipo de alimentos azucarados ingeridos y frecuencia de consumo y calidad y periodicidad de la higiene bucal. Dentro del gran grupo de los edulcorantes y, de acuerdo a la declaración de propiedades saludables de los mismos, frente a la promoción de la caries dental, han sido aprobados para consumo los alcoholes de azúcar, el eritritol, D-tagatosa, la sucralosa y la isomaltulosa<sup>5</sup>.

### Visión Global del uso de los Edulcorantes: Análisis DAFO

Una vez abordado todo lo referente a los aspectos generales del uso de edulcorantes y sus posibles efectos metabólicos en el organismo, se procede a dar una visión global de su utilización, de acuerdo a la estructura del sistema de análisis DAFO (fig. 3).

#### Debilidades

- Frecuentemente, la población general e incluso muchos profesionales sanitarios carecen de conocimientos certeros sobre las características diferenciales de los distintos edulcorantes disponibles en el mercado como para aconsejar y/o proceder a la elección de un determinado edulcorante en base a sus propiedades..

- A pesar de que el binomio demanda-producción se hace progresivamente más patente en la sociedad, en busca de “posibles soluciones” para cuidar el estado de salud, realmente se carece de estudios sólidos en humanos que confirmen sus posibles beneficios.

#### Amenazas

- Falta de datos con relevancia significativa desde un punto de vista científico.
- Desconocimiento de la cantidad específica dosis-respuesta, que permita clarificar los efectos derivados de su uso a nivel metabólico.
- Derivada de las anteriores ideas, uso y abuso de la “evidencia” hasta el momento, para realizar recomendaciones de uso.

#### Fortalezas

- Creciente interés y descubrimiento de productos nutracéuticos con propiedades edulcorantes.
- Supuestos efectos beneficiosos del uso de edulcorantes en su conjunto, a nivel metabólico, en diferentes situaciones patológicas (obesidad, diabetes, caries), haciéndose hueco en la industria alimentaria.
- Los edulcorantes acalóricos proporcionan sabor dulce sin suponer un aporte calórico extra o en el peor de los casos, nunca tan elevado como el azúcar.



- Amplia demanda de mercado potencial asociándolos a una dieta más equilibrada, si bien de acuerdo a las recomendaciones por parte de organismos internacionales como la FAO/OMS, un consumo de hidratos de carbono simples (azúcares) inferior a un 10% del valor calórico de la dieta, es correcto dentro de una dieta sana y equilibrada.
- Parecen ayudar a limitar el consumo de azúcares refinados en la dieta

### Oportunidades

- Podrían eventualmente, comportarse como una solución verdadera y segura, teniendo en cuenta el incremento de enfermedades crónicas de la sociedad actual (diabetes, obesidad).
- Podrían convertirse en un “tratamiento alternativo”, de cara a la prevención y evolución favorable/mantenimiento de determinadas enfermedades.
- Con el paso de los años, cada vez es mayor el interés y una cultura creciente, del cuidado hacia el cuerpo y de lograr un estado óptimo de salud. Incluyéndose aquí cualquier pauta que pueda suponer una vía para conseguirlo (ej.: actividad física, dietas específicas, consumo de alimentos light).

### Recomendaciones

Teniendo en cuenta las controversias existentes en la actualidad acerca de los posibles efectos beneficiosos y la importancia y coste que para la salud pública supone hoy por hoy la elevada tasa de enfermedades crónicas (destacando entre ellas la obesidad y sus consecuencias a largo plazo), los edulcorantes podrían constituir una estrategia alternativa dentro del tratamiento dietético, tanto como medida de prevención primaria como secundaria y en el tratamiento de la obesidad y sus consecuencias y patologías asociadas. Sin embargo y no obstante, se requieren investigaciones de mayor calidad a nivel clínico y, mientras ello tenga lugar, una vez más la moderación y el falso mito del “alimento milagro” no han de relegar a un patrón sano y estructurado de alimentación que tienda hacia el equilibrio calórico de la mano de alimentos sanos, naturales y variados, adaptados a nuestras costumbres y sin olvidar su combinación con un estilo de vida saludable lejos del sedentarismo.

Evitemos un uso indiscriminado de ellos<sup>13</sup>, ya que su potencial interés como herramienta de prevención de sobrepeso o diabetes e incluso en población sana que quiere cuidar su salud, no está constatada con evidencias que apoyen los efectos beneficiosos frente a las alternativas de edulcorantes calóricos habituales<sup>2</sup>.

En cualquier caso, como se posiciona la Academia de Nutrición y Dietética americana, es cierto que cual-

quier sujeto puede usarlos con seguridad, pero siempre y cuando formen parte del plan de alimentación basado en las recomendaciones dietéticas e ingestas de referencia para la población, sin olvidar, por otro lado, los objetivos de salud y preferencias personales. Independientemente del uso de edulcorantes acalóricos en la dieta, resulta clave controlar el aporte energético total de la misma e incrementar el grado de actividad física para el mantenimiento del peso corporal.

La recomendación de las sociedades científicas (ADA, AHA) reafirman que los alcoholes de azúcar y edulcorantes no nutritivos son seguros, si su consumo se da dentro de los niveles de ingesta diaria establecidos por las agencias reguladoras (FDA, AESAN)<sup>5</sup>.

### Conclusiones

Hasta el momento, la evidencia existente de los beneficios de emplear edulcorantes acalóricos como parte de la dieta y alimentación habitual de la población, carece de resultados a largo plazo, con relevancia significativa desde un punto de vista científico y la mayor parte son estudios de tipo epidemiológico.

Son numerosos los resultados obtenidos al respecto de sus efectos/beneficios en estudios animales, pero no tanto así en estudios en humanos, con el sesgo y limitaciones que ello conlleva de cara a la interpretación de los datos obtenidos y extrapolación a la población. Por otro lado, se hace necesario conocer con precisión la cantidad dosis-respuesta, que clarifique cuáles son tales efectos derivados de su uso a nivel metabólico.

Del mismo modo y, si bien el consumo del azúcar puede estar limitado en pacientes con trastornos metabólicos, tampoco existen datos de que las recomendaciones del uso de los edulcorantes, esté suficientemente contrastada científicamente para recomendar su uso como supuesto beneficio a largo plazo.

En 2009 la AHA concluía que la limitación de azúcares añadidos en la alimentación es una estrategia primordial para mantener un estado nutricional óptimo y peso saludable. Igualmente y por su parte, la ADA, en sus recomendaciones para la práctica clínica, incluye la monitorización en el consumo de hidratos de carbono (lo que incluye limitar los azúcares añadidos), como otra estrategia clave<sup>10</sup>.

Por último, destacar que, todos los edulcorantes acalóricos aprobados para su uso han sido determinados como seguros, dentro de unos niveles de consumo admisibles. La estimación de la ingesta es difícil de evaluar, si además se tiene en cuenta que los productos alimenticios en la mayoría de los casos van a contener una mezcla de ellos, lo que dificulta aún más su estimación. Es fundamental que los futuros estudios sobre su consumo consideren un número adecuado de sujetos, consumidores en el percentil 95, e incluso incluir otros grupos que pueden tener una ingesta mayor a la normal (por ejemplo, las personas con diabetes) o grupos con problemas especiales (embarazadas, mujeres o niños).

## Referencias

1. Anderson GH, Foreyt J, Sigman-Grant M, Allison DB. The use of low-calorie sweeteners by adults: impact on weight management. *J Nutr* 2012; 142 (6): 1163S-9S.
2. Wiebe N, Padwal R, Field C, Marks S, Jacobs R, Tonelli M. A systematic review on the effect of sweeteners on glycemic response and clinically relevant outcomes. *BMC Med* 2011; 9: 123.
3. Ng SW, Slining MM, Popkin BM. Use of caloric and noncaloric sweeteners in US consumer packaged foods, 2005-2009. *J Acad Nutr Diet* 2012; 112 (11): 1828-34.
4. Caprio S. Calories from soft drinks—do they matter? *N Engl J Med* 2012; 367 (15): 1462-3.
5. Fitch C, Keim KS; Academy of Nutrition and Dietetics. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Use of Nutritive and Nonnutritive Sweeteners. *J Acad Nutr Diet* 2012; 112: 739-58.
- 6- Directiva 94/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de Junio de 1994. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 10.09.94, N° L 237/3.
7. Andrew Renwick et al. Edulcorantes bajos en calorías: funciones y beneficios (monografía). International Sweeteners Association, pp. 1-31.
8. Mortensen A. Sweeteners permitted in the European Union, Safety aspects. *Scandinavian Journal of Food and Nutrition* 2006; 50 (3): 104-16.
9. Raben A, Richelsen B. Artificial sweeteners: a place in the field of functional foods? Focus on obesity and related metabolic disorders. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2012; 15 (6): 597-604.
10. Gardner C, Wylie-Rosett J, Gidding SS, Steffen LM, Johnson RK, Reader D, Lichtenstein AH; American Heart Association Nutrition Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism, Council on Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology, Council on Cardiovascular Disease in the Young; American Diabetes Association. Nonnutritive sweeteners: current use and health perspectives: a scientific statement from the American Heart Association and the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2012; 35 (8): 1798-808.
11. Swithers SE, Martin AA, Davidson TL. High-intensity sweeteners and energy balance. *Physiol Behav* 2010; 100 (1): 55-62.
12. Brown RJ, de Banate MA, Rother KI. Artificial sweeteners: a systematic review of metabolic effects in youth. *Int J Pediatr Obes* 2010; 5 (4): 305-12.
13. Mattes RD, Popkin BM. Nonnutritive sweetener consumption in humans: effects on appetite and food intake and their putative mechanisms. *Am J Clin Nutr* 2009; 89 (1): 1-14.
14. Pepino MY, Bourne C. Non-nutritive sweeteners, energy balance, and glucose homeostasis. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2011; 14 (4): 391-5.
15. Wu GD, Chen J, Hoffmann C, Bittinger K, Chen YY, Keilbaugh SA, Bewtra M, Knights D, Walters WA, Knight R, Sinha R, Gilroy E, Gupta K, Baldassano R, Nessel L, Li H, Bushman FD, Lewis JD. Linking long-term dietary patterns with gut microbial enterotypes. *Science* 2011; 334 (6052): 105-8.
16. Yang Q. Gain weight by “going diet?” Artificial sweeteners and the neurobiology of sugar cravings: Neuroscience 2010. *Yale J Biol Med* 2010; 83 (2): 101-8.
17. Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to intense sweeteners and contribution to the maintenance or achievement of a normal body weight (ID 1136, 1444, 4299), reduction of post-prandial glycaemic responses (ID 4298), maintenance of normal blood glucose concentrations (ID 1221, 4298), and maintenance of tooth mineralisation by decreasing tooth demineralisation (ID 1134, 1167, 1283) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA Journal* 2011; 9 (6): 2229 [26 pp.].
18. Renwick AG, Molinary SV. Sweet-taste receptors, low-energy sweeteners, glucose absorption and insulin release. *Br J Nutr* 2010; 104 (10): 1415-20.
19. Raben A, Møller BK, Flint A, Vasilaris TH, Christina Møller A, Juul Holst J, Astrup A. Increased postprandial glycaemia, insulinemia, and lipidemia after 10 weeks' sucrose-rich diet compared to an artificially sweetened diet: a randomised controlled trial. *Food Nutr Res* 2011; 55.
20. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes—2013. *Diabetes Care* 2013; 36 (Suppl. 1): S11-66.