

# ¿POR QUÉ NOS SABEN DULCES LAS COSAS?

Jacqueline Meneses Pérez<sup>1</sup>, Jocksan I. Morales Camacho<sup>2</sup>, Silvia Luna Suárez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada - Instituto Politécnico Nacional, carretera estatal Santa Inés Tecuexcomac - Tepetitla km 1.5, Tepetitla de Lardizábal, Tlaxcala, México, C.P. 9070

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Universidad de las Américas Puebla, Sta. Catarina Mártir, San Andrés Cholula, Puebla 72810, México

\* Autor para correspondencia: silvials2004@yahoo.com.mx , sluna@ipn.mx

## RESUMEN

Desde tiempos ancestrales los seres humanos han tenido afinidad por consumir alimentos dulces, hoy en día se consume una amplia gama de alimentos que dan este tipo de sabor, como son los productos de confitería, bebidas azucaradas, productos horneados, entre otros. Estos alimentos se han caracterizado por ser enriquecidos con edulcorantes, los cuales se denominan así por la presencia de moléculas que son capaces de activar el sabor dulce y que gracias a las características de estos edulcorantes y su interacción con receptores de la lengua el ser humano puede probar el sabor dulce característico de muchos alimentos. En este trabajo se hablará del papel tan importante del receptor del sabor dulce y los edulcorantes más utilizados en la industria alimentaria.

## ABSTRACT

Since ancient times, human beings have had an affinity for consuming sweet foods, today a wide range of foods that give this type of flavor are consumed, such as confectionery products, sugary drinks, baked goods, among others. These foods have been enriched with sweeteners, which are molecules that can activate the sweet taste. Thanks to the characteristics of these sweeteners and their interaction with receptors on the tongue, humans can taste the sweetness of many foods. In this work, the important role of the sweet taste receptor and the most used sweeteners in the food industry will be discussed.

**Keywords:** Taste, Sweet taste receptor, Synthetic sweeteners, Natural sweeten

## 1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día la industria de los alimentos ha implementado el uso de nuevos ingredientes que le den ciertas propiedades a los alimentos y sean atractivas para el consumidor, ejemplo de ello son los alimentos con sabores dulces que desde hace muchos años han cobrado cierta importancia, sin embargo, el consumo excesivo de alimentos ricos en azúcares con un aporte de 4 kilocalorías por gramo está directamente relacionado con el incremento de trastornos metabólicos como la obesidad y enfermedades como la diabetes (Rani et al. 2016). De acuerdo con la Organización para la Comunicación y Desarrollo económico OCDE (2021) México ocupa el segundo lugar a nivel mundial con índices de obesidad con un 32.4 % de su población obesa, debido a ello se han buscado nuevas alternativas para sustituir el consumo de azúcares, sustituyéndola con otros compuestos como son los edulcorantes. De acuerdo con el Codex alimentario (1967) un edulcorante es aquella sustancia que tienen la capacidad de estimular el sabor dulce y estos se pueden clasificar de acuerdo con su origen en naturales o sintéticos, calóricos bajos en calorías y no calóricos haciendo

referencia a su aporte calórico. En este trabajo se hablará del papel tan importante del receptor del sabor dulce y los edulcorantes más utilizados en la industria alimentaria.

## 2. EL SABOR DULCE

El sabor permite al ser humano identificar ciertas sustancias, desde las más apetecibles hasta las más desagradables (Gutiérrez et al. 2020). El sabor está definido como una percepción compleja, de acuerdo con Doty (2015) el sabor es una percepción inducida por la estimulación multisensorial de los alimentos, en la cual intervienen otros parámetros como es la textura y el sentido del olfato. El ser humano puede percibir distintos sabores gracias a la presencia de papilas gustativas encontradas en la lengua, estas papilas a su vez contienen células receptoras del gusto que tienen la función de responder a estímulos químicos, gracias a estas células se pueden detectar cinco sabores: amargo, salado, agrio o ácido y el sabor umami característico del sabor salado de algunos aminoácidos (Ribeiro y Oliveira 202)

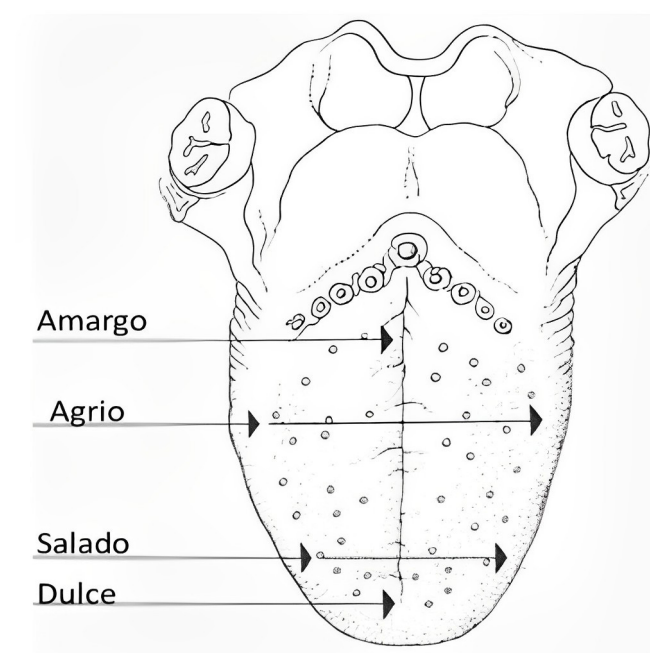


Figura 1. Percepción de sabores en la lengua (Spence, 2022).

El sabor dulce es uno de los sabores más agradable para el consumidor, pero se han preguntado ¿Cómo se puede percibir el sabor dulce? La presencia de receptores en la lengua tienen un papel fundamental en probar distintos sabores, debido a que estos se activan cuando ciertas moléculas presentes en los alimentos interactúan con ellos activando un sabor, en el caso específico del sabor dulce el cual se percibe en la punta de la lengua (Figura 1) tenemos un tipo de receptores, el cual es un heterodímero, es decir está formado por 2 subunidades llamadas TIR2 y TIR3 (Figura 2), este receptor está anclado a la proteína G, a su vez cada subunidad está conformada por 3 dominios,

el dominio módulo de venus atrapamoscas (VFTM), un dominio rico en cisteínas (CRD) el cual contiene 9 residuos de cisteínas conservados, y el dominio transmembrana (TMD) (Temussi 2006). Hoy en día ya se han realizado estudios para saber cómo moléculas dulces (sacarosa, fructosa, etc.) se relacionan con este receptor, ejemplo de ello es la glucosa y sacarosa que interactúan con el dominio VFTM y una vez que estos interactúan se desencadenan una serie de reacciones que activan el sabor dulce, así como este ejemplo pasa de manera similar con otro tipo de moléculas que tienen la capacidad de dar un sabor de dulzor (Assadi 2010).

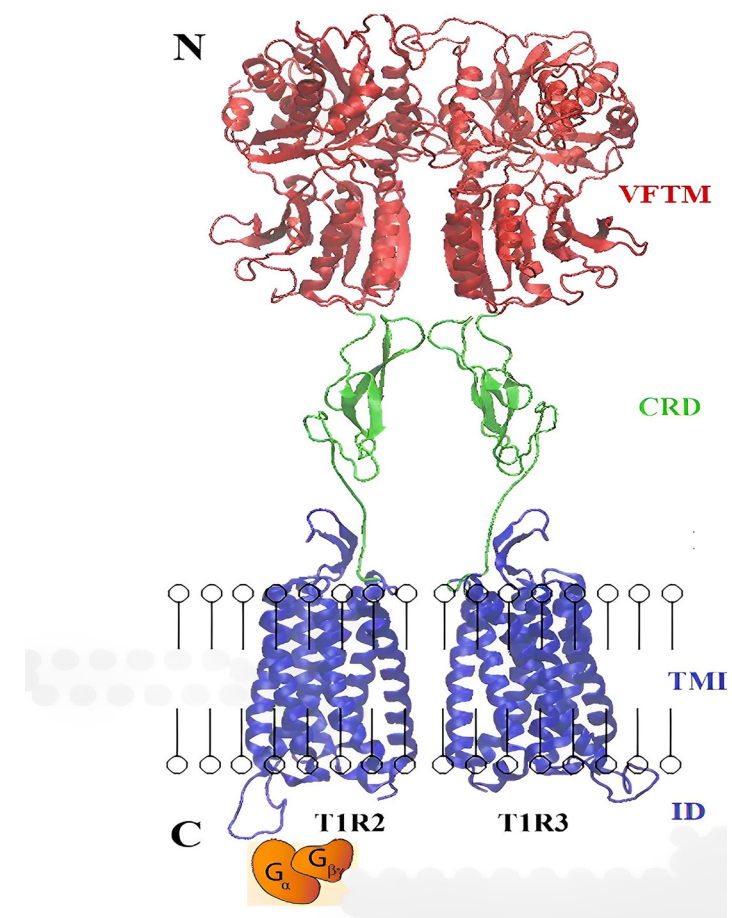


Figura 2. Receptor del sabor dulce, formado por 2 subunidades (TIR2 Y TIR3), cada subunidad está conformada por 3 dominios VFTM (color rojo), CRD (color verde) y TMD (color azul). Tomada de: Yang, Cui, & Liu, (2021).

## 3. EDULCORANTES CALÓRICOS DE ORIGEN NATURAL

Los edulcorantes naturales de tipo calórico se han utilizado desde hace muchos años en la industria de alimentos, dentro de este grupo podemos mencionar a la glucosa, sacarosa y fructosa, no obstante, estos edulcorantes cuando se ingieren en exceso tienen efectos en la salud debido a su aporte calórico (4Kcal/ g).

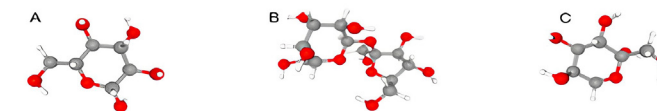


Figura 3. Estructura de los edulcorantes calóricos de origen natural. A Glucosa, B Sacarosa, C Fructosa. Tomadas de National Center for Biotechnology Information (2023).

### Glucosa

La glucosa es un hidrato de carbono, su estructura consta de 6 carbonos, su fórmula química  $C_6H_{12}O_6$ , tiene una dulzura de 0.75 veces la del azúcar (sacarosa), aporta 4 calorías por gramo, se ha considerado fundamental para el consumo de energía y llevar a cabo todas las necesidades energéticas siendo el combustible metabólico primario de los mamíferos, provienen de la descomposición de carbohidratos, lípidos y proteínas. La glucosa sirve como un precursor para la síntesis de otros carbohidratos como la ribosa y glucógeno. Se encuentran de forma natural en muchos alimentos como frutas, verduras, cereales con alto contenido de almidón y en la miel. Una vez que la glucosa entra a nuestro organismo, viaja a través de la sangre hacia tejidos que requieren energía y es en donde se descompone en una serie de reacciones bioquímicas, las cuales liberan la energía en forma de ATP, cuya molécula se utiliza para llevar a cabo todos los procesos que requieren energía en nuestro organismo (Martín-Aragón 2006).

### Sacarosa

La sacarosa es un disacárido, formado por glucosa y fructosa, mejor conocida como el azúcar de mesa, desde tiempos ancestrales ha sido ampliamente consumida por el ser humano siendo una de las sustancias más abundantes en el mundo. Para su comercialización se obtiene a partir de la caña de azúcar y de la remolacha. Este carbohidrato aporta 4 Kcal/g y es característico del sabor dulce, de manera natural se encuentra en la mayoría de las frutas y su contenido varía en función del grado de madurez, debido a esto las frutas maduras resultan ser más dulces que los frutos inmaduros (Badui 2016).

### Fructosa

La fructosa es un monosacárido, siendo uno de los carbohidratos más consumidos principalmente por pacientes con diabetes debido a que tiene un índice glucémico más bajo comparado con la sacarosa (Carvalho et al. 2019), la fructosa se encuentra principalmente en los jugos de frutas y en las mieles. La fructosa se ha considerado el azúcar de origen natural más dulce. De manera industrial se obtiene del maíz en forma de cristales o en polvo, sin embargo, a pesar de su alto poder edulcorante no se recomienda la ingesta en altas dosis por posibles efectos secundarios entre los que destacan el incremento en las concentraciones de colesterol total.

## 4. EDULCORANTES CALÓRICOS DE ORIGEN SINTÉTICO

El jarabe de alta fructosa hoy en día es de los más utilizados en la industria alimentaria, es obtenido a partir de la molienda húmeda de los granos de maíz, por medio de una triple hidrólisis ácida del almidón en dextrinas en un proceso denominado licuefacción y la hidrólisis de estos compuestos en unidades de glucosa en el proceso de la sacarificación. Posteriormente, la glucosa es transformada en fructosa por medio de la enzima glucosa isomerasa por la acción de la enzima glucosa isomerasa, una de las ventajas que tiene el jarabe de alta fructosa es comparado con la sacarosa, el jarabe de alta fructosa es 170 veces más dulce, debido a esta propiedad ha sido utilizado en bebidas azucaradas como refrescos y zumo de frutas (Bray et al. 2004).

## 5. EDULCORANTES NO CALÓRICOS DE ORIGEN NATURAL

Los edulcorantes no calóricos son aquellos que como su nombre lo indica no aportan calóricas cuando se consumen y son obtenidos de plantas naturales, debido a estas características estos edulcorantes se empezaron a utilizar como sustitutos de azúcar de mesa, dentro de este grupo podemos describir los siguientes:

### Stevia

La stevia rebaudiana (Figura 4) es una planta originaria del suroeste de Brasil y Paraguay (Reyes 2014) desde su descubrimiento se volvió una planta con gran importancia por la presencia de un compuesto llamado esteviósido el cual es un glucósido encontrado en las hojas de la planta y es caracterizado por su bajo contenido calórico y su alto poder de dulzor, que es de 250 a 300 veces mayor que la sacarosa (Brandle et al. 2002). Fue aprobada por la FDA para su consumo desde el año 2005 y se ha catalogado como un edulcorante Generalmente Reconocido como Seguro (GRAS) desde entonces el consumo de Stevia se ha ido incrementando a lo largo de los años debido a sus propiedades para el control de peso y la obesidad, estos hallazgos se han encontrado gracias a diversos estudios con modelos murinos, en los que se indica que las ratas suministradas con dosis de esteviósidos por 3 días redujeron sus niveles de glucosa, además de perder 1 Kg de peso (Anton et al. 2010). Otra característica de Stevia es su baja toxicidad mientras la ingesta no sobrepase la dosis establecida (2 mg/Kg de peso) al día. Hoy en día es empleada en mermeladas, bebidas, dulces, pastelería, productos lácteos, entre otros (Durán et al. 2012).



Figura 4. Planta de Stevia rebaudiana. Tomada de Chonata Orozco (2020).

### Luo Han Guo/ Luo Han Kuo (mogrósidos)

Los mogrósidos son compuestos presentes en el fruto de la planta conocida como Luo Han Guo originaria del Sur de China, estos compuestos se clasifican en mogrósidos I, II, III, IV y V, cada uno con diversas características y funciones, el mogrósido V se ha caracterizado por su capacidad edulcorante 250 veces mayor que el de la sacarosa (Stephens 2018), en el año 2007 la FDA reportó que era Generalmente Reconocido como Seguro (GRAS), y que debido a su alta estabilidad se puede añadir a diversos productos principalmente en productos horneados, ya que es resistente y estable a altas temperaturas (Qin et al. 2007).

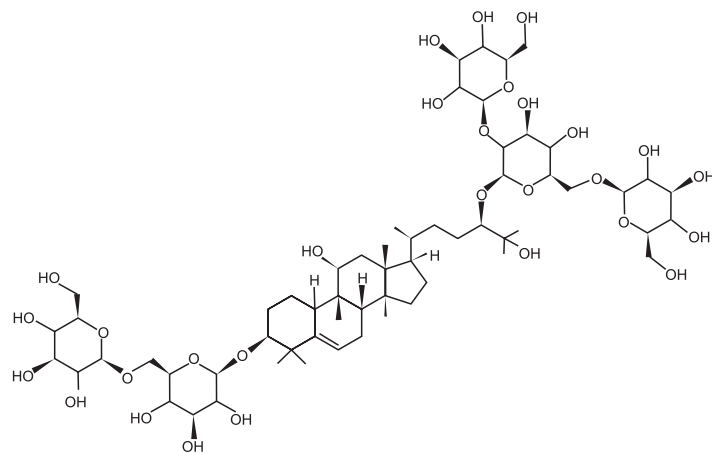


Figura 5. Estructura de mogrósido V. Tomada de Stephens-Camacho et al. (2018).

### Eritritol

El eritritol es un alcohol de azúcar de 4 carbonos usado como sustituto del azúcar, lo podemos encontrar de manera natural en frutas como melón, uvas, peras y en alimentos fermentados como el queso y la salsa de soya, de manera endógena es producido por la vía de las pentosas fosfato (PPP), de manera comercial se obtiene a gran escala a partir de la fermentación por levaduras y hongos similares a las levaduras utilizando sustratos como glucosa, fructosa, xilosa, sacarosa, celulosa y glicerol. El eritritol comparado

con la sacarosa es aproximadamente 70% tan dulce como esta (Mazi y Stanhope 2023). Hoy en día el eritritol se agrega en alimentos procesados como un edulcorante a granel y en combinación con otro tipo de edulcorantes debido a su alto potencial como edulcorante no calórico, su tolerancia digestiva es alta siendo la ingesta en países desarrollados de 30g por día, además se ha visto que tiene presuntos efectos no cancerígenos antioxidantes. Los estudios informan que el eritritol no tiene efectos insulínicos o glucémicos a corto plazo, por ello se ha considerado como un edulcorante apropiado para pacientes diabéticos o con obesidad. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud se ha asignado una ingesta diaria de eritritol admisible que es "no especificada" y no se ha exigido por parte de la FDA la divulgación del contenido de este edulcorante en los diversos productos alimenticios. Actualmente se está investigando sobre los efectos que pudiera tener el consumo de este edulcorante, debido a que en este caso se han visto posibles efectos trombóticos después de la ingesta de eritritol, sin embargo, se necesitan más estudios clínicos para determinar sus efectos secundarios (Witkowski et al. 2023).

## 6. EDULCORANTES BAJOS EN CALORÍAS DE ORIGEN NATURAL

### Tagatosa

La tagatosa es un edulcorante de origen natural bajo en calorías que se ha caracterizado por sus propiedades funcionales, es un monosacárido el cual presenta un carbono quiral en la posición cuatro, siendo una imagen especular del átomo de carbono respecto a la D fructosa (Vastenavond et al. 2012). Se encuentra de manera natural en algunas frutas y productos lácteos. De manera comercial se obtiene a partir de lactosa a través de procesos enzimáticos y químicos (Fujimaru et al. 2012). Se caracteriza por tener un aspecto similar a la sacarosa provocando un sabor dulce sin cualidades indeseables como la amargura, astringencia o sensaciones de tipo químico. Actualmente de acuerdo con la FDA desde el año 2011 se ha reconocido como un compuesto seguro GRAS, otra de las características que tiene la tagatosa comparada con otro tipo de edulcorantes es la mínima absorción que tiene en el tracto gastrointestinal y su bajo contenido calórico, aportando únicamente el 33% de calorías que aporta la sacarosa, teniendo un efecto glucémico menor. Una de las ventajas que tiene son sus características sensoriales favorables pudiendo usarlo de manera individual o combinado con otros edulcorantes para enmascarar sabores desagradables. En cuanto al poder de dulzor de acuerdo con Vastenavond y colaboradores (2012) es 0.90 a 0.92 veces dulce que la sacarosa

## 7. EDULCORANTES BAJOS EN

## CALORÍAS DE ORIGEN SINTÉTICO

### Polioles (Sorbitol, Xilitol y Manitol)

Los polioles o también llamados alcoholes de azúcar son aquellos derivados de los azúcares por un proceso de reducción de un grupo aldo o ceto a un grupo hidroxilo, de manera natural son producidos por diversos microorganismos y organismos superiores. Actualmente la producción de estos polioles es importante para la industria alimentaria por su uso como edulcorantes y potenciadores de sabor; su obtención a nivel industrial se lleva a cabo por la hidrogenación química de azúcares, siendo uno de los procesos con mayor costo debido al requerimiento de parámetros como la temperatura, la presión y el uso de catalizadores puros. El bajo contenido calórico de los polioles en relación con los azúcares se debe en parte a su menor descomposición en el cuerpo y también a su mala absorción en el intestino (Rice et al. 2020). Si bien estos rasgos tienen efectos positivos efectos tales como disminución de glucosa en la sangre, los polioles no digeridos son libres de ser descompuestos por miembros de la microbiota intestinal. Dentro del grupo de polioles se incluyen al manitol, xilitol y sorbitol (Bielecki 1982). El manitol tiene del 50-60% de dulzura de la sacarosa, se utiliza en diversos productos como la goma de mascar como agente de carga y polvo y, de manera similar, en caramelos de menta y su más amplio uso es como una alternativa de sacarosa en recubrimientos de chocolate sin azúcar, glaseados para pasteles. Por otro lado, el sorbitol es un isómero del manitol, tiene una dulzura relativa a la sacarosa del 60%, sin embargo, a diferencia del manitol este es 20 veces más soluble en agua por ende se prefiere su uso en diversas aplicaciones como es su uso en gomas de mascar. El sorbitol cristalino combinado con su sabor dulce y agradable efecto refrescante, es muy práctico para masticar chicle y caramelos. Vilela et al. (2015) describieron el uso de sorbitol para reemplazar la sacarosa en mermeladas, su estudio comprobó que las mermeladas de cerezas preparadas con sorbitol mostraron una menor actividad del agua asociada por lo tanto un menor crecimiento microbiano. Finalmente, el xilitol es uno de los edulcorantes más antiguos, su dulzura es 100% similar a la de la sacarosa, su principal aplicación ha sido en la goma de mascar. Estudios han demostrado que el xilitol es el mejor poliol candidato para reemplazar la sacarosa en pasteles, en gran parte debido a su capacidad para igualar la dulzura y el sabor, también se ha utilizado en la elaboración de caramelos, chocolate, helados y productos horneados, donde se ha concluido que es un sustituto de azúcar adecuado (Ronda et al. 2005)

### Isomaltosa

La isomaltosa es un poliol utilizado como sustituto de azúcar con un bajo contenido calórico y bajas propiedades glucémicas en diabéticos. Es una mezcla de polioles 1-O-a-D-glucopiranosil-D-manitol (GPM) y 6-O-a-D-glucopiranosil-D-sorbitol (GPS). Es un derivado de la sacarosa en dos pasos,

El primero es el reordenamiento enzimático de sacarosa (2-O-a-D-glucopiranosil-D-fructofuranosa) en isomaltulosa (palatinosa; 6-O-a-Dglucopiranosil-D-fructofuranosa) y posteriormente la hidrogenación catalítica de isomaltulosa en isomaltosa. En el tracto digestivo superior, la isomaltosa se hidroliza lenta e incompletamente a glucosa, sorbitol y manitol (Dills, 1989). Este edulcorante aporta únicamente 2 Kcal/g, es decir la mitad de la energía aportada por la sacarosa, también estudios han comprobado su uso como dulces amigables con los dientes siendo una opción favorable para el consumo en niños, por otro lado, a diferencia de otros edulcorantes artificiales, la isomaltosa no tiene sabores amargos, metálicos u otros sabores secundarios desagradables. Sin embargo, una de las limitantes es su baja percepción de dulzor en seres humanos, comparado con a sacarosa este se percibe en un 45 a 60% (Pereira et al. 2020).

## 8. EDULCORANTES NO CALÓRICOS DE ORIGEN SINTÉTICO

Los edulcorantes sintéticos no calóricos empezaron a ganar popularidad durante las guerras mundiales, debido a la crisis agrícola y por ende una reducción en la producción de azúcar; por otro lado, los altos índices de obesidad en el mundo alertaron a toda la comunidad científica y se empezaron a buscar nuevas alternativas de productos que suplieran el azúcar de mesa por edulcorantes que dieran un mayor poder de dulzor pero que además tuvieran un menor o nulo índice calórico, (Scott et al. 2006). Los nuevos edulcorantes han superado el poder de dulzor comparado con la sacarosa, dentro de este grupo de edulcorantes podemos mencionar a la sucralosa, sacarina, ciclamato, aspartamo y Acesulfamo k (Figura 6).

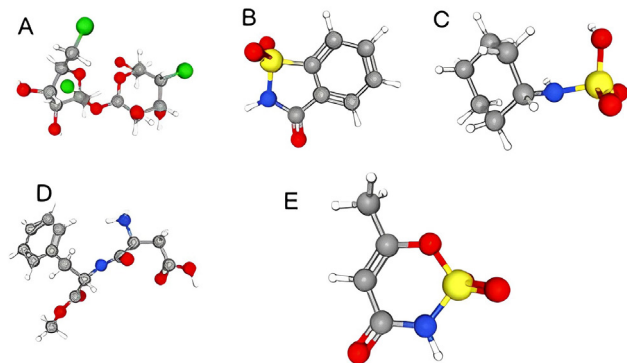


Figura 6. Moléculas de los edulcorantes no calóricos de origen sintético. A, sucralosa, B, sacarina, C, ciclamato, D, aspartamo y E, Acesulfamo k. Tomadas de National Center for Biotechnology Information (2023).

### Sucralosa

La sucralosa es un edulcorante no calórico aprobado por la FDA (1999) para su venta y consumo, mejor conocido con su nombre comercial Splenda, su poder de dulzor es de 600 veces más dulce que la sacarosa y debido a ello

con pocas cantidades se puede endulzar un alimento, una característica que tiene es su estabilidad al calor, es decir si se utiliza en alimentos que requieran una alta temperatura no pierde su poder de dulzura (Duran 2013). Cuando se consume sucralosa no es digerida y metabolizada en el cuerpo humano, por ello es ampliamente consumida por personas que padecen diabetes u obesidad. A nivel comercial es utilizada en diversos productos como son postres, productos horneados, cereales, mermeladas, entre otros. (Goldsmith 2000).

### Sacarina

La sacarina es el edulcorante más antiguo que se conoce, fue sintetizado en el año de 1878 por Remson y Fahlberg en la Universidad Johns Hopkins de Baltimore, es no calórico y su poder de dulzor es 300 veces más dulce que la sacarosa (Mahmood y Al- Juboori 2020). Sin embargo, en 1977 la FDA intentó prohibir este edulcorante debido a que diversos estudios de laboratorio con ratas a las cuales se les suministraban dosis de sacarina tenían una incidencia a la aparición de cáncer de vejiga (Weihrauch y Diehl 2004). Sin embargo, no se ha comprobado algún efecto secundario en humanos y en muchos países está permitido su uso bajo regulaciones específicas y dosis permisibles en bebidas, alimentos procesados y como sustituto de azúcar, (Kroger et al. 2006).

### Ciclamato

Edulcorante descubierto en 1937, se caracteriza por ser un edulcorante no calórico, en países como Estados Unidos se empezó a comercializar desde 1950, pero en 1970 la FDA prohibió su uso en este país debido a que se tenían sospechas que causaba cáncer, como edulcorante es 30 veces más dulce que la sacarosa, no obstante, cuando se consume deja un sabor amargo por ello para poder incrementar su poder de dulzor y disminuir el desagradable amargor se utiliza en conjunto con la sacarina, haciendo una excelente sinergia (Chattopadhyay et al. 2014). A nivel metabólico el ciclamato muestra una toxicidad muy baja, sin embargo, cuando se consume las bacterias presentes en el intestino lo metabolizan formando un compuesto llamado ciclohexilamina que resulta tener un mayor grado de toxicidad, debido a esto, las investigaciones se están centrando en elucidar los efectos que puede tener el alto consumo de ciclamato (Renwick et al. 2004).

### Aspartamo

Edulcorante descubierto en 1965 por James Schlatter, fue introducido al mercado en 1981 con el nombre de NutraSweet y en sus inicios no se tenía conocimiento de que tuviera efectos secundarios, su poder de dulzor es aproximadamente entre 180 a 200 veces mayor que la sacarosa, uno de los inconvenientes que tiene cuando se consume es su desaparición tardada del sabor dulce y un

sabor desagradable al final (Czarnecka 2021). De acuerdo con la FDA, el consumo de aspartamo está aprobado en diversos productos con dosis específicas, en América del Norte (50 mg/ peso) Europa y Asia (40 mg/peso). Debido a que el aspartamo está conformado de 2 aminoácidos L-fenilalanina y ácido L-aspártico), cuando se metaboliza se libera metanol, ácido aspártico y fenilalanina la cual es metabolizada en el hígado a tirosina mediante la enzima fenilalanina hidroxilasa. En personas que carecen de esta enzima, quienes tienen la enfermedad fenilcetonuria, no es recomendable el consumo de este edulcorante, debido a que no pueden metabolizar correctamente el aminoácido y su acumulación conlleva un daño neurológico, retraso global y discapacidad intelectual que en dosis elevadas pueden causar un riesgo, por lo que todos los alimentos que contienen aspartamo deben tener una etiqueta con la leyenda "contiene fenilalanina" (Choudhary y Lee 2018).

### Acesulfamo K

Es un edulcorante desarrollado en el año de 1970 por Horchst, tiene apariencia de polvo cristalino color blanco. Se caracteriza por ser de 120 a 150 veces más dulce que la sacarosa (Karstadt 2010), es estable al calor siendo útil para productos horneados y que requieren de un tratamiento térmico (Nabors 2002). Es uno de los edulcorantes que no se metaboliza en el organismo por lo tanto su aporte calórico es nulo, siendo ampliamente utilizado en una diversidad de productos como edulcorante de mesa, néctares de frutas, productos horneados, productos lácteos e incluso en algunos productos de cuidado personal como pasta de dientes, (García 2013).

## 9. TIPOS DE SUSTITUTOS DE AZUCARES Y EDULCORANTES MAS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Debido a los altos índices de prevalencia en obesidad y casos de diabetes por el consumo excesivo de azúcares se han buscado nuevas alternativas que limiten y disminuyan el consumo de azúcares simples a menos del 10% del consumo calórico diario tal es el caso de edulcorantes y sustitutos de azúcar que han cobrado gran importancia en la industria alimentaria y hoy en día se utilizan en diversos productos para disminuir el consumo de sacarosa o mejor conocida como azúcar de mesa, estos edulcorantes en su mayoría se caracterizan por su alto poder de dulzura comparada con la sacarosa, como se puede observar en la figura 6, en los cuales se observa su poder de dulzor tomando como referencia el azúcar de mesa, sin embargo, se está estudiando su efecto en la salud debido a que su consumo pudiera tener efectos desfavorables en la salud (Moorandian et al. 2017).

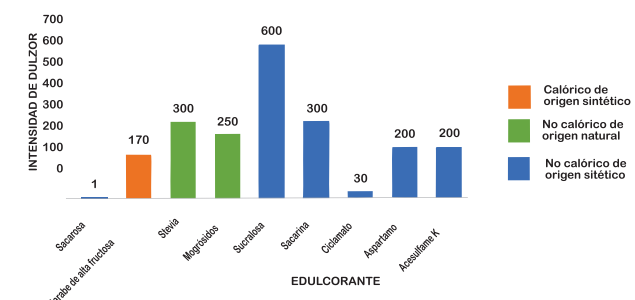


Figura 7. Intensidad de dulzor con respecto al azúcar de mesa (sacarosa). Información obtenida de Moorandian et al. (2017).

## 10. CONCLUSIONES

Como pudimos observar en esta revisión, es gracias al receptor del sabor dulce que tenemos en la lengua, y las interacciones que se dan entre éste y los edulcorantes que podemos darnos cuenta de que un alimento es dulce. Los edulcorantes de origen natural y sintético se introdujeron en la industria alimentaria para otorgar el sabor dulce de muchos alimentos debido a que se han considerado una alternativa para sustituir el azúcar de mesa y disminuir los índices de trastornos metabólicos y enfermedades como la obesidad y diabetes, sin embargo; es necesario seguir investigando más a fondo si los edulcorantes en este caso de origen sintético no tienen un efecto secundario en la salud, se regulen las dosis permisibles en alimentos y la dosis de ingesta para que consideren seguros y confiables para el consumidor.

## 11. AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Investigación y Posgrado-IPN, por el apoyo al proyecto 20231031

## 12. REFERENCIAS

- Anton SD, Martin CK, Han H, Coulon S, Cefalu WT, Geiselman P, Williamson D (2010). Effects of stevia, aspartame, and sucrose on food intake, satiety, and postprandial glucose and insulin levels. *Appetite* 55:1 37-43.
- Assadi FM, Maillat EL, Radek JT, Quijada J, Markley JL, Max M (2010). Key amino acid residues involved in multi-point binding interactions between brazzein, a sweet protein, and the TIR2-TIR3 human sweet receptor. *Journal of molecular biology* 398:4 584-599.
- Badui S (2016). *Química de los alimentos*. México, Pearson Educación.
- Brandle JE, Richman A, Swanson AK, Chapman BP (2002). Leaf ESTs from *Stevia rebaudiana*: a resource for gene discovery in diterpene synthesis. *Plant molecular biology* 50:4 613-622.
- Bray G, Nielsen S, Popkin M (2004). Consumption of high-fructose corn syrup in beverages may play a role in

the epidemic of obesity. *The American journal of clinical nutrition* 79:4, 537-543.

Bieleski RL. (1982). Sugar alcohols. *Plant carbohydrates I: intracellular carbohydrates*, 158-192.

Carvalho P, Carvalho E, Barbosa S, Mandarim A, Hernández A, & Del-Sol, M (2019). Efectos metabólicos del consumo excesivo de fructosa añadida. *International Journal of Morphology* 37:3, 1058-1066.

Chattopadhyay S, Raychaudhuri U, & Chakraborty R (2014). Artificial sweeteners—a review. *Journal of food science and technology* 51:4, 611-621. Chonata Orozco E. (2020). La Stevia (Rebaudiana) como edulcorante acalórico. Propuesta de su adición a galletas (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de Valencia).

Choudhary K, Lee Y (2018). The debate over neurotransmitter interaction in aspartame usage. *Journal of Clinical Neuroscience* 56: 7-15.

Czarnecka K, Pilarz A, Rogut A, Maj P, Szymańska J, Olejnik Ł, Szymański P (2021). Aspartame true or false. Narrative review of safety analysis of general use in products. *Nutrients* 13:6. 1957.

Dills W (1989). Sugar alcohols as bulk sweeteners. *Annual Review of Nutrition*, 9:1 161-186.

Doty RL (2015). *Handbook of olfaction and gustation*. John Wiley & Sons.

Durán S, Córdón K, Rodríguez MD (2013). Edulcorantes no nutritivos, riesgos, apetito y ganancia de peso. *Revista chilena de nutrición* 40:3 309-314.

Durán S, Rodríguez MD, Córdón K, Record J (2012). Estevia (Stevia rebaudiana), edulcorante natural y no calórico. *Revista chilena de nutrición* 39:4 203-206.

Fujimaru T, Park J, & Lim J. (2012). Sensory characteristics and relative sweetness of tagatose and other sweeteners. *Journal of food science*, 77:9 S323-S328.

García JM, Casado GM, García J (2013). Una visión global y actual de los edulcorantes: aspectos de regulación. *Nutrición hospitalaria* 28: 17-31.

Goldsmith LA (2000). Acute and subchronic toxicity of sucralose. *Food and chemical toxicology* 38: 53-69.

Gutierrez R, Fonseca E, Simon A (2020). The neuroscience of sugars in taste, gut-reward, feeding circuits, and obesity. *Cellular and Molecular Life Sciences* 77:18 3469-3502.

Karstadt M (2010). Inadequate toxicity tests of food additive acesulfame. *International journal of occupational and environmental health* 16:1 89-96.

Kroger M, Meister K, Kava R (2006). Low-calorie sweeteners and other sugar substitutes: a review of the safety issues. *Comprehensive reviews in food science and food safety* 5:2 35-47.

Mazi T, & Stanhope K (2023). Erythritol: An In-Depth Discussion of Its Potential to Be a Beneficial

Dietary Component. *Nutrients*, 15:1 204.

Mahmood R, Juboori B (2020). A Review: Saccharin Discovery, Synthesis, and Applications. *Ibn AL-Haitham journal for pure and applied science* 33:2 43-61.

Martín-Aragón, S. (2006). Azúcares y edulcorantes en la dieta: características y usos. *Farmacia profesional*, 20(2), 66-70.

Martín-Aragón S. (2006). Azúcares y edulcorantes en la dieta: características y usos. *Farmacia profesional*, 20:2 66-70.

Mooradian AD, Smith M, Tokuda M. (2017). The role of artificial and natural sweeteners in reducing the consumption of table sugar: A narrative review. *Clinical nutrition eSPen*, 18 1-8.

Nabors LO (2002). Sweet choices: sugar replacements for foods and beverages. *Food technology (Chicago)* 56:7 28-34.

National Center for Biotechnology Information (NCBI) 2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

Qin X, Xiaoqian S, Ronggan G, Yuxian W, Zhunian T, Shouji G, Heimbach J. (2008). Subchronic 90-day oral (Gavage) toxicity study of a Luo Han Guo mogrosin extract in dogs. *Food and chemical toxicology* 44:12 2106-2109.

Pereira S, Hernandez Salazar LT, Laska M. (2021). Taste detection threshold of human (*Homo sapiens*) subjects and taste preference threshold of black-handed spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) for the sugar substitute isomalt. *Primates*, 62 389-394.

Renwick AG, Thompson JP, O'shaughnessy M, Walter EJ. (2004). The metabolism of cyclamate to cyclohexylamine in humans during long-term administration. *Toxicology and applied pharmacology*, 196:3 367

Reyes R, Sotelo M, Panucar L (2014). Estudio de la Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud. *Scientia Agropecuaria* 5:3 157-163.

Ribeiro G, Oliveira J (2021). Sweet taste and obesity. *European journal of internal medicine* 92:3-10.

Rani V, Deep G, Singh RK, Palle K, Yadav UC (2016). Oxidative stress and metabolic disorders: Pathogenesis and therapeutic strategies. *Life sciences* 148:183-193.

Rice T, Zannini E, Arendt, Coffey A (2020). A review of polyols—biotechnological production, food applications, regulation, labeling and health effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60:12, 2034-2051.

Ronda F, Gomez M, Blanco CA, Caballero PA. (2005). Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food chemistry*, 90:4 549-555.

Scott SK, Rabito FA, Price PD, Butler NN, Schwartzbaum JA, Jackson BM, Harris RE (2006). Comorbidity among the morbidly obese: a comparative study of 2002 US hospital patient discharges. *Surgery for Obesity and Related Diseases* 2:2 105-111.

Spence C. (2022). The tongue map and the spatial modulation of taste perception. *Current Research in Food Science*. 598-610-

Stephens-Camacho NA, Valdez-Hurtado S, Lastra-Zavala G, Félix-Ibarra LI (2018). Consumo de edulcorantes no nutritivos: efectos a nivel celular y metabólico. *Perspectivas en Nutrición Humana* 202

Stephens N, Valdez S, Lastra G, Félix L (2018). Consumo de edulcorantes no nutritivos: Efectos a nivel celular y metabólico. *Perspectivas en Nutrición Humana* 20:2 185-202.

Temussi PA (2006). Natural sweet macromolecules: how sweet proteins work. *Cellular and Molecular Life Sciences CMLS* 63:16 1876-1888. Vastenavond M, Bertelsen H, Hansen J, Laursen S, Saunders J y Eriknaer K (2012). Tagatose (D-tagatose). In: Nabors L, editor. *Alternative sweeteners*. Boca Raton, Fla: CRC Press

Vilela A, Matos S, Abraão AS, Lemos AM & Nunes, FM.

(2015). Sucrose replacement by sweeteners in strawberry, raspberry, and cherry jams: Effect on the textural characteristics and sensorial profile—A chemometric Approach. *Journal of Food Processing*, 2015.

Weihrauch MR, Diehl V (2004). Artificial sweeteners do they bear a carcinogenic risk? *Annals of Oncology* 15:10 1460-1465.

Witkowski M, Nemet I, Alamri H, Wilcox J, Gupta N y Hazen S (2023). The artificial sweetener erythritol and cardiovascular event risk. *Nature Medicine*, 1:9.

Yang L, Cui M, & Liu B (2021). Current progress in understanding the structure and function of sweet taste receptor. *Journal of Molecular Neuroscience*, 71 234-244.

