

# TEORÍA SENSORIAL Y MOLECULAR DEL SABOR DULCE

SENSORY AND MOLECULAR THEORY OF SWEET TASTE

Olga Lucía Martínez Álvarez<sup>1\*</sup> María Orfilia Román Morales<sup>2</sup>

## RESUMEN

**Este artículo tiene como objetivo presentar el estado actual del conocimiento en lo concerniente a la percepción del sabor dulce y su relación con la estructura molecular de los compuestos edulcorantes. Se hace una revisión de literatura publicada en los últimos cinco años sobre la teoría sensorial y molecular del sabor dulce. Los autores hacen referencia a la anatomía y las características fisiológicas de la lengua, además de los mecanismos químicos y bioquímicos del sabor dulce, que han permitido el descubrimiento de nuevos edulcorantes para el diseño de alimentos y bebidas.**

**Palabras clave:** *Teoría del sabor dulce, edulcorante, proteína G.*

## SUMMARY

**This paper reviews the state of the art about the perception of sweet taste and its relationship with the molecular structure of sweeteners. A literature review of publications from the last five years on the sensory and molecular theory of the sweet taste is included. The authors describe the anatomy and physiological characteristics of the tongue as well as the chemical and biochemical mechanisms of the sweet taste that have contributed to the discovery of new sweeteners to desing foods and beverage.**

**Key words:** *Sensory theory, sweet taste, G protein.*

---

1 Tecnóloga de Alimentos. Profesional en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Departamento de Alimentos. Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia.

\* Dirigir correspondencia a la dirección electrónica: olgalma@epm.net.co Fax (574) 210 54 56

2 Química Farmacéutica. MSc. Química. Departamento de Alimentos. Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia.

## INTRODUCCIÓN

El proceso sensorial se inicia por la presencia de un estímulo físico o químico que actúa sobre los receptores sensoriales, por esto, se define el estímulo como el agente químico o físico que produce la respuesta de los receptores sensoriales externos o internos. Las características físicas y químicas de los alimentos son estímulos que perciben los ojos, oídos, piel y músculos, nariz y boca, cuyos receptores inician los impulsos que viajan hasta el cerebro donde se interpretan convirtiéndolos en la verdadera sensación. La percepción o la correlación de las impresiones sensoriales determinan el que un alimento se acepte o se rechace (1, 2).

El análisis sensorial estudia y traduce los deseos y preferencias de los consumidores en propiedades tangibles y bien definidas de un producto dado, comparando y analizando las características de los productos que los consumidores aprecian o rechazan; la evaluación sensorial contribuye a destacar los aspectos positivos y negativos y a adaptarlos para responder mejor al gusto de los consumidores. Este conocimiento es vital para toda empresa que quiera ser competitiva en el mercado actual. Como meta final el objetivo de esta ciencia es predecir el futuro comportamiento del producto en el mercado. Para ello es necesario llegar a una combinación de datos por diferentes métodos a la vez analíticos (cualitativos y cuantitativos) y hedónicos junto a la comprensión de las motivaciones humanas (1, 3).

Entre los sentidos del hombre, el del gusto es el menos entendido, aunque se ha avanzado bastante en la dilucidación de su funcionamiento. Los estímulos interpretados por el cerebro como modalidades básicas del gusto -salado, ácido, dulce, amargo y posiblemente umami- desencadenan una serie de reacciones químicas en las células gustativas de los botones gustativos de la lengua (4 - 6).

El gusto es un sentido químico que responde a la acción de los componentes químicos de los alimentos en los sitios receptores de las papilas gustativas que se localizan principalmente en la lengua. Para ser detectados, los productos químicos portadores del sabor deben disolverse en los fluidos de la boca; esta sensación no sólo es percibida en los receptores celulares de las papilas, sino también en cualquier punto de la cavidad bucal (2, 7).

Uno de los cuatro sabores básicos, el sabor dulce, se asocia habitualmente a compuestos hidrocarbonados, como la sacarosa que se utiliza como estándar para expresar el dulzor de otros azúcares y de otros edulcorantes. Sin embargo, existen otras sustancias capaces de desencadenar esa sensación, como moléculas con grupos hidróxilo alcohólicos, especialmente el glicerol; algunos aminoácidos, péptidos, ácidos orgánicos, aldehídos -como el aldehído cinámico de la canela-, dihidrocalconas, thaumatin, monellina, aspartame, acesulfame-K y otros edulcorantes intensos artificiales y naturales, que pueden producir una sensación dulce en aquellos productos en los que se encuentren o a los que se añadan. La variedad de las estructuras químicas de estas sustancias, que desencadenan la misma sensación, ha estimulado durante mucho tiempo a fisiólogos y químicos en la búsqueda de las características moleculares o fisiológicas determinantes de esta propiedad (8 -10).

Para el presente artículo se tomó como punto de partida un trabajo monográfico realizado por Martínez A. O. L. y Restrepo A. L. I. citado en la referencia No. 8, el cual recopila en forma sistemática una serie de trabajos investigativos y documentos sobre edulcorantes naturales no calóricos y su aplicación en la industria de alimentos, especialmente referenciada para los edulcorantes naturales no calóricos producidos por las especies vegetales *Stevia rebaudiana* y *Thaumatococcus danillii*, en el período comprendido entre 1.987- 1.997.

Adicionalmente, se hizo una revisión de textos y las bases de datos Current Contents/ Agriculture, Biological, Environmental Science y el Expanded Academic ASAP International para el período comprendido entre 1.995 – 2.001.

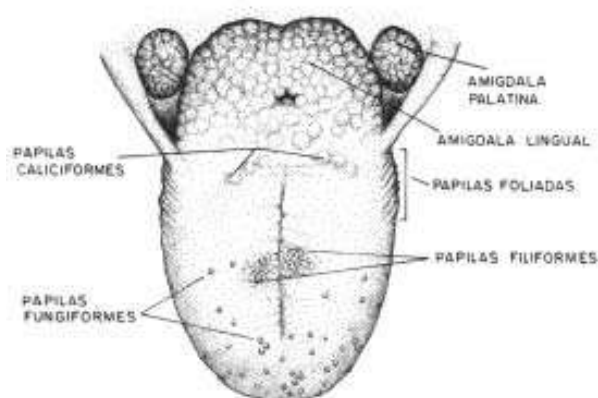
## LA PERCEPCIÓN SENSORIAL DEL GUSTO

En la boca se encuentran la lengua, el paladar con su parte final denominada velo del paladar y la úvula o “campanilla”. El proceso que sufre el alimento cuando se introduce en la boca empieza con la trituración por masticación con los dientes, seguido de la extracción de los líquidos por aplastamiento del alimento con la lengua contra el paladar y el simultáneo deslizamiento del bolo alimenticio hacia el esófago. En la deglución, que es el conjunto de movimientos que hacen pasar el bolo alimenticio ya triturado por la masticación al esófago y después al estómago, la epiglotis cierra el conducto que va a la laringe, y el velo del paladar se mueve acompañando la acción de succión o deglución. Al mismo tiempo, el movimiento de deglución crea una ligera sobre presión en la boca, que rechaza el aire por la vía retranasal. Una vez el alimento o el líquido ha sobrepasado la entrada del esófago, se restablece el circuito respiratorio. En este momento, el aire expandido atraviesa la cavidad bucal y se impregna con los aromas y olores del producto que se ha ingerido, arrastrando estas sustancias hasta las fosas nasales, donde estimulan las neuronas olfativas (1, 4).

### Los analizadores del gusto

Las papilas linguales están compuestas por estructuras especializadas, denominadas botones gustativos, las cuales miden alrededor de  $80.000 \mu\text{m} \times 80.000 \mu\text{m}$  (micrómetros). Otras dimensiones que trae la literatura son  $50.000\text{--}80.000 \mu\text{m} \times 30.000\text{--}50.000 \mu\text{m}$  (micrómetros).

Estos botones se alojan en la lengua y el paladar blando. En su mayoría, los botones gustativos de la lengua se hallan, a su vez, dentro de las papilas gustativas, prominencias pequeñas de la lengua que le confieren su aspecto aterciopelado y que se clasifican según su morfología. Las papilas fungiformes son alrededor de 200 a 300, residen en la parte anterior de la lengua, contienen uno o varios botones gustativos. De mayor tamaño son las papilas caliciformes, que en número aproximado de 12, están en la parte posterior de la lengua, distribuidas en forma de “V” invertida. Un tercer grupo es el de las papilas foliadas que crean pequeños surcos en los bordes laterales de la parte posterior de la lengua. Finalmente se tienen las papilas filiformes que son las más numerosas, pero que carecen de botones gustativos; sin embargo, están implicadas en la sensación táctil bucal (Véase la figura 1) (4, 11-13).



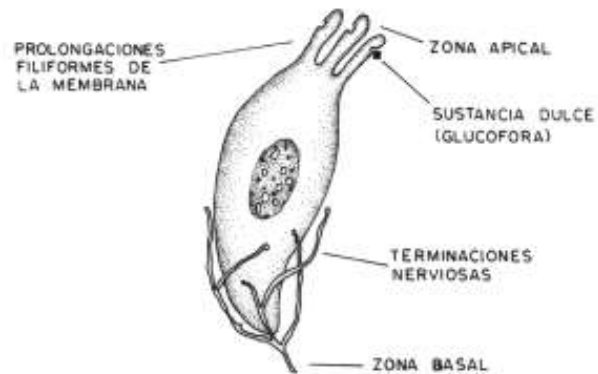
**Figura 1.** Las papilas de la lengua

El sabor dulce, cuando se debe a los azúcares y a la mayoría de las sustancias dulces, es detectado por las papilas gustativas de la punta de la lengua, pero existen algunas sustancias, principalmente dihidrocalconas como la neoesferidin-dihidrocalcona, cuyo sabor dulce se detecta en la parte posterior de la lengua (8).

Las células del gusto se encuentran en el interior de los botones gustativos (4). La zona apical de estas células presenta unas 3 a 7 pro-

longaciones filiformes o pestañas que son en realidad evaginaciones de la membrana plasmática. A su nivel se sitúan los receptores sensibles, emplazamientos altamente específicos capaces de reaccionar con las sustancias sápidas disueltas en la saliva y llevadas así a través del poro gustativo del botón hasta las formaciones membranosas sensibles. La zona basal de la célula sensorial está rodeada por una red de filamentos nerviosos que no alcanzan las prolongaciones filiformes y no penetran en las células sensoriales, quedando en contacto con la membrana (Véase la figura 2). Cada botón está constituido por 30 a 60 células elongadas, orientadas de tal manera que sólo entre el 1% y el 2% de sus membranas -la parte correspondiente a las prolongaciones filiformes- hace contacto con la saliva. El 98% o 99% restante de las membranas está comprometido en apretadas uniones intercelulares, lo que hace que quede aislado del contacto con los estímulos químicos disueltos en la saliva.

Además no todas las papilas fungiformes poseen botones gustativos. Arvidson y Friberg en 1980, encontraron que apenas un 44% de tales papilas eran sensibles al gusto y que el número de botones que tenían eran muy bajo, entre 1 y 15; inclusive, un 24% de las papilas estudiadas apenas tenían entre 1 y 3 botones (12). Por su parte Miller y sus colaboradores en 1999, encontraron densidades de  $254 \pm 51$  y  $136 \pm 75$  botones por papila foliada y caliciforme, respectivamente (13). Del trabajo de Miller se desprende también que una persona normal posee aproximadamente 750 botones gustativos, de los cuales apenas un 15% corresponde a papilas fungiformes. Los botones no son necesariamente específicos en la detección de sabores, lo que complica más el conocimiento de los mecanismos que intervienen en tal proceso. Arvidson y Friberg, encontraron que uno de los sujetos estudiados poseía una papila con un sólo botón gustativo. Al estimularlo con los cuatro sabores básicos, el sujeto fue capaz de reconocerlos sin ninguna dificultad (1, 14 -15).



**Figura 2.** Célula sensorial del gusto

### Los estímulos dulces

Los estudios realizados en humanos y animales demuestran el carácter variable de la correlación entre las características químicas de las sustancias y la modalidad gustativa asociada, especialmente en el caso de los compuestos amargos o dulces. Muchos carbohidratos son dulces, pero no todos. Además, existe una multiplicidad de tipos de productos químicos que pueden provocar la misma sensación: el cloroformo y los edulcorantes artificiales como el aspartame o la sacarina suelen considerarse dulces, a pesar de que su estructura química no tenga nada en común con la del azúcar (4).

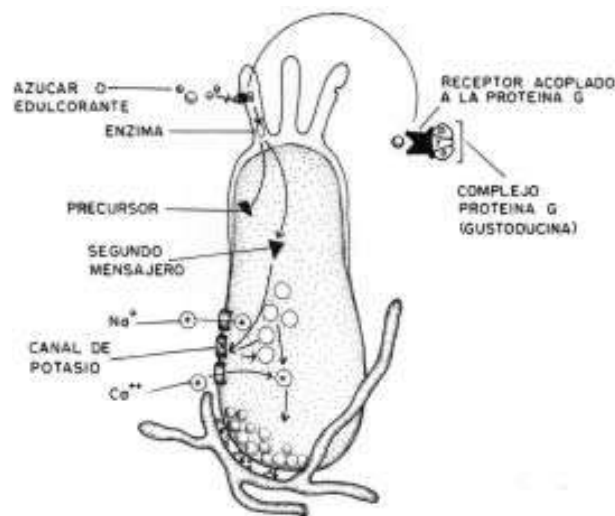
En el mecanismo bioquímico que ocurre en los botones gustativos, los productos químicos asociados al sabor dulce y amargo se unen a ciertos receptores de la membrana celular que desencadenan una cascada de señales en el interior de las células, cuyo resultado final se manifiesta en la apertura y el cierre de los canales iónicos. En 1992 Margolskee y colaboradores, identificaron uno de los miembros clave de la cascada. Lo llamaron gustoducina, dada su similitud molecular con la transducina, una proteína de las células retinianas que ayuda a transformar o transducir la señal luminosa que alcanza la retina en un impulso eléctrico constitutivo de la visión (4). La gustoducina y la transducina son proteínas G (16), que se encuentran unidas a la

parte interna de distintos tipos de receptores de superficie. El trifosfato de guanosina o GTP regula su actividad (4, 17-18). Cuando una molécula gustativa genuina se une a una célula gustativa receptora, con la especificidad de una llave en su cerradura, las subunidades de la gustoducina se separan y catalizan una serie de reacciones bioquímicas que desembocan en la apertura o cierre de los canales iónicos. De esta manera, el interior de la célula presenta una carga más positiva (4, 11).

En la vía bioquímica asociada al sabor dulce, los estímulos dulces son producidos por el azúcar o los edulcorantes sintéticos, que no entran en las células gustativas, pero desencadenan cambios en el interior de las mismas. Las moléculas del edulcorante activan los receptores de la membrana celular, los cuales a su vez, activan las proteínas G. Como resultado, tales proteínas (compuestas de las subunidades  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ ) forman un complejo con moléculas de GTP y luego se escinden liberando la subunidad  $\alpha$  que permanece asociada al GTP. Este nuevo complejo activa la adenilciclase, una enzima unida a la membrana que cataliza la conversión de ATP en AMP. Este adenosinmonofosfato se constituye así en un segundo mensajero (el primero era la información obtenida de la molécula edulcorante en el exterior de la célula) y muy probablemente activa una quinasa, con la cual se propicia la fosforilación de un canal de iones potasio. El resultado de todo este proceso es, entonces, un cambio en la conductancia de dichos iones y, por tanto, una perturbación en el potencial de la membrana celular. Esta perturbación se propaga "hacia abajo" y mediante un "efecto dominó" induce la apertura de canales de iones sodio y estos la de canales de iones calcio. Estos últimos pasan a ser un tercer mensajero, pues al aumentarse su concentración, se desencadena otra serie de reacciones que tienen como resultado la liberación de moléculas neurotransmisoras en la sinapsis. Dichas moléculas activan los receptores de los terminales de las fibras nerviosas dando origen a las seña-

les eléctricas que finalmente llegarán al cerebro para ser interpretadas allí como sabor dulce (Véase la figura 3) (4, 19). Estas se unen a unos receptores, cuya naturaleza molecular no ha sido aún totalmente explorada, situados en la superficie de la célula gustativa que están conectados a proteínas G. Cuando esto sucede, las subunidades ( $\alpha$  y  $\beta$ ) de la proteína G se escinden en dos subunidades funcionales ( $\alpha$  y  $\beta$ ) que activan una enzima próxima. Seguidamente, la enzima convierte ciertas moléculas precursoras del interior de la célula en lo que se conoce como segundos mensajeros que, de forma indirecta cierran los canales de potasio. También hay una intervención significativa del ión sodio y del ión calcio. Lo anterior se traduce en la transmisión de señales que terminan por alcanzar el cerebro. ( Véase la figura 3) (4, 19).

Finalmente, es importante anotar que un grupo de investigadores de análisis sensorial reportó recientemente el descubrimiento de un gen que puede ser el responsable de la percepción del sabor dulce entre los dientes (20).



**Figura 3.** Estímulos dulces

## PODER EDULCORANTE

Una de las propiedades más reconocidas de los carbohidratos es su poder edulcorante. Salvo muy pocas excepciones, los mono- y oligosacáridos poseen sabor dulce y se diferencian entre sí, entre otras cosas, por su poder edulcorante. Normalmente el poder edulcorante de un azúcar no está en función de su concentración. La medida de la intensidad del sabor dulce se lleva a cabo mediante la determinación del umbral de percepción del sabor, con evaluadores entrenados, quienes analizan las sustancias dulces desde el punto de vista de los sentidos humanos, o por comparación con una sustancia de referencia, generalmente la sacarosa, ya que ésta se destaca sobre los demás por su sabor especialmente agradable incluso a concentraciones altas (8, 21).

En diferentes investigaciones se han estudiado los factores que determinan en los humanos la aceptación y preferencia por los sabores básicos. En ellas se ha concluido que al momento de elegir un alimento juegan un papel importante el sexo, la variabilidad genética, la cultura y la publicidad respecto a los alimentos y bebidas que se preparan en el hogar y los que ofrece el mercado mundial (22-24).

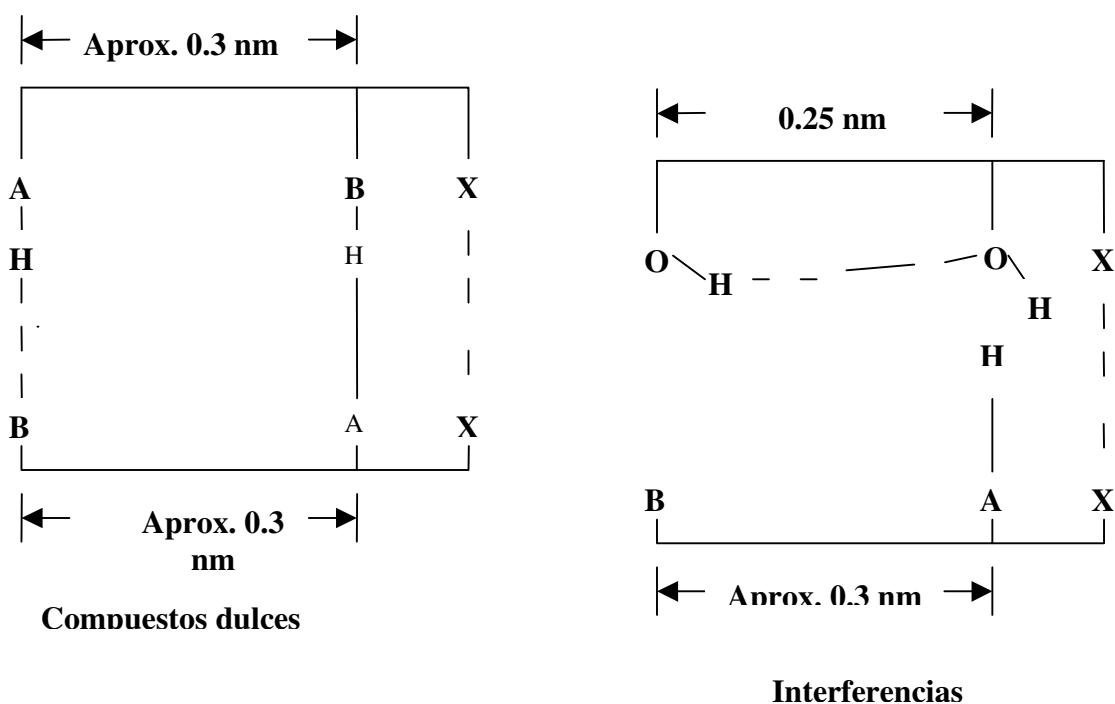
La intensidad y calidad del sabor dulce dependen de varios factores, entre los cuales está la estructura, la temperatura, el pH, la presencia de otras sustancias que pueden interferir con los receptores del sabor, el tiempo de preparación de las soluciones de los edulcorantes y la concentración de los mismos (14, 25). La presencia de ácidos, sales y algunos polímeros así como la viscosidad del sistema, modifican la percepción del sabor dulce; el etanol intensifica la dulzura de la sacarosa y lo mismo hacen los ácidos con la fructosa, mientras que la carboximetilcelulosa y el almidón la reducen, posiblemente porque ocupan los sitios activos de los receptores (26-27).

La principal función de los edulcorantes en los alimentos es mejorar, realzar o cambiar el sabor de los productos a los cuales se les incorporan (21). Para las industrias alimentarias productoras de refrescos y bebidas, dulces, postres congelados, aderezos para ensaladas, postres de gelatina y otros, el creciente interés por nuevos edulcorantes de alta intensidad es función de los objetivos a alcanzar a nivel nutricional y de los aspectos tecnológico, reglamentario y económico para buscar el desarrollo armonioso de los productos tradicionales y aligerados (denominados productos light), respetando las reglamentaciones existentes y las venideras (14, 19, 28). Cada edulcorante tiene propiedades y limitaciones específicas (29). El dulce de la fructosa tiene un impacto intenso e inmediato, que deja un sabor tardío dulce. El impacto de la sacarosa es menor, pero dura un poco más y puede enmascarar otros sabores, mientras que los edulcorantes de alta intensidad como el aspartame (*Nutrasweet*<sup>®</sup>), no lo hacen tan bien, y dejan un sabor residual que permanece durante varios minutos en la boca. Hoy en día las formulaciones se hacen con mezclas de edulcorantes que permiten mejorar las propiedades de cada uno de ellos (24). Por ejemplo la aplicación de la fructosa cristalina en una proporción de 50:50 con la sacarosa en yogur, ayuda a ampliar el dulzor, reduce los sólidos totales de los edulcorantes en un 25% o más, reduce las calorías, mejora el sabor y ahorra costos. La tendencia actual es formular los edulcorantes en parejas, como el aspartame y el acesulfame-K. Combinando edulcorantes de alta intensidad se ayuda a balancear la debilidad de un edulcorante con las fuerzas del otro, ya sea el sabor o la estabilidad a las temperaturas altas y pH ácidos (31-33). También se mezclan edulcorantes calóricos con edulcorantes no calóricos, con el fin de reducir las calorías en el producto final (8, 21, 34).

## TEORÍA MOLECULAR DEL SABOR DULCE

La percepción del sabor dulce se basa, según la hipótesis propuesta por Shallenberger y Acree en la existencia de un sistema donador/aceptor de protones. En el alimento hay un sistema AH/B que puede entrar en contacto con un sistema complementario AH/B del receptor en las papilas gustativas. A y B son átomos electronegativos (por ejemplo oxígeno, nitrógeno o cloro) y H es un átomo de hidrógeno unido mediante enlace covalente a A. Entre las estructuras AH/B de la molécula dulce y el receptor se pueden formar enlaces por puentes de

hidrógeno, con carácter débilmente hidrofílico o bien del tipo hidrofóbico. Según estudios posteriores, este modelo se amplió añadiendo la existencia de grupos hidrofobos (X), que son atraídos por grupos similares dispuestos en el receptor gustativo. La estructura AH/B/X se conoce como la estructura glucófora de las sustancias edulcorantes o estructura tripartita. Dicha estructura se debe situar de tal manera que sus componentes entren en contacto con el centro receptor. Para que un compuesto tenga sabor dulce, la distancia entre A y B debe ser como mínimo 0.25 a 0.40 nm (2.5 a 4 Å). Una estructura AH/B con una distancia menor origina sabor amargo (véase la figura 4) (1, 14, 26).



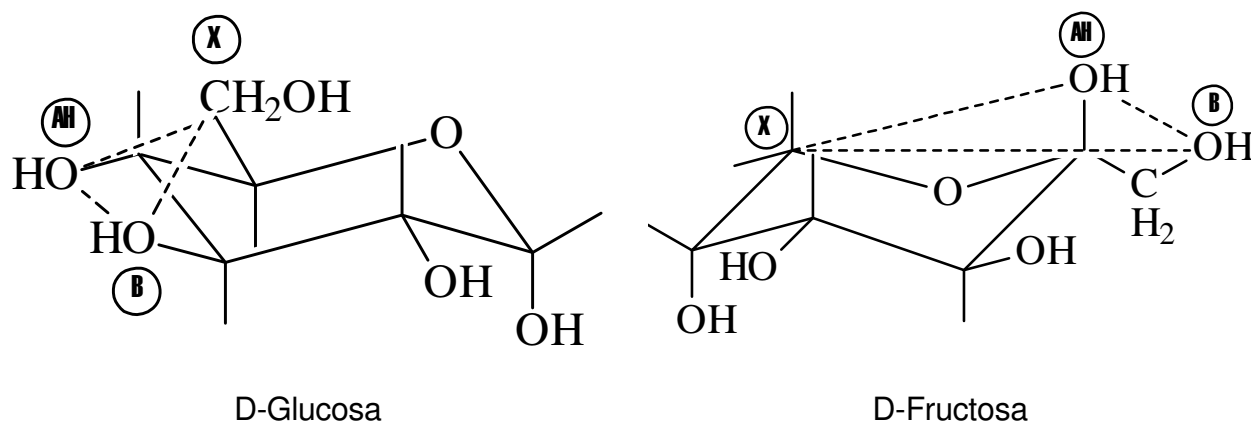
AH: - OH, - COOH, - NH<sub>3</sub><sup>+</sup>, - NH-, - CH=  
 B: - OH, - NH<sub>2</sub>, - SO<sub>2</sub>-, - C = C-, CL

**Figura 4.** Teoría de Schallenberger y Acree sobre la percepción del sabor dulce

Las anteriores hipótesis han permitido establecer las relaciones entre la naturaleza química y el sabor dulce de una sustancia, lo que ha permitido a su vez, orientar en la investigación de nuevos edulcorantes para su utilización industrial (14). Los estudios de las propiedades fisicoquímicas y la síntesis de diferentes edulcorantes artificiales, los cuales –aunque muy diferentes químicamente al azúcar– guardan cierta semejanza con el azúcar en algunos carbonos asimétricos, permitieron corroborar que las respuestas sensoriales a las sustancias dulces están relacionadas con la especificidad química. Mediante leves cambios en la estructura molecular de las sustancias dulces como el aspartame, se han obtenido productos con mayor o menor poder edulcorante, insípidos o aún amargos. Los estereroisómeros y anómeros de algunos azúcares y aminoácidos también presentan diferentes sabores. Estas diferencias en sabores se deben a un cambio en la conformación de las moléculas e indican que la distinción de sabores es en parte un reconocimiento de la estructura espacial de éstas (29, 36-37).

El sabor dulce normalmente es provocado por los azúcares, pero parece que es más una

sensación debida a una particularidad de la configuración estérica de la molécula que a la propia molécula en sí, ya que la sensación de dulzor la proporcionan los azúcares con una configuración dextrógira y no las levógiras y depende también de la configuración estérica de los grupos hidroxilo (4). Por ejemplo, los dos anómeros de la D-manosa tienen diferentes sabores: la  $\alpha$ -D-manosa es dulce y la  $\beta$ -D-manosa es amarga. Algunos azúcares, como la celobiosa, son insípidos en tanto que la  $\beta$ -D-fructosa es dulce. Por su parte, la D-glucosa es también dulce, mientras que la L-glucosa tiene un sabor levemente salado. En el caso de la D-glucosa, experimentalmente se ha localizado la estructura glucófora responsable del sabor dulce como se muestra en la figura 5, el grupo hidroxilo en el C-4 es el que desempeña la función AH y el oxígeno del C-3 constituye la unidad B. Estas asignaciones se han hecho teniendo en cuenta que el grupo hidroxilo en el C-6 está posicionado de forma que puede interactuar con el oxígeno del C-4, formando un puente de hidrógeno y confiriendo así al protón del grupo hidroxilo del C-4 un carácter más ácido y mayor capacidad de formar un puente de hidrógeno intermolecular con el punto B del receptor (29, 36).



**Figura 5.** El Glicóforo de algunos compuestos



La sacarosa, como se observa en la figura 6A, contiene ocho grupos hidroxilo dispuestos de tal forma que, en un cristal de esta sustancia, entre la glucosa y la fructosa constitutivas se establecen dos puentes de hidrógeno intramoleculares, uno entre el grupo hidroxilo del C-6' y el oxígeno del C-5 y otro entre el grupo hidroxilo C-1' y el oxígeno del C-2. En disolución, sin embargo, solo se mantiene el enlace de hidrógeno establecido entre el grupo hidroxilo del C-1' y el oxígeno del C-2 (véase la figura 6B) (29).

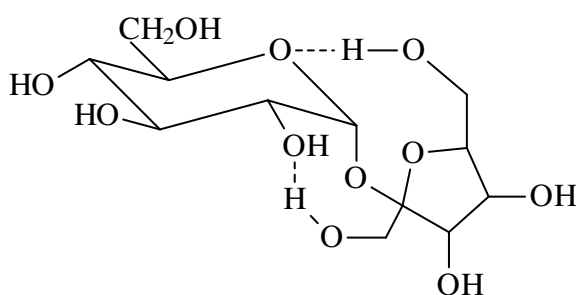


Figura 6A: Sacarosa cristalina

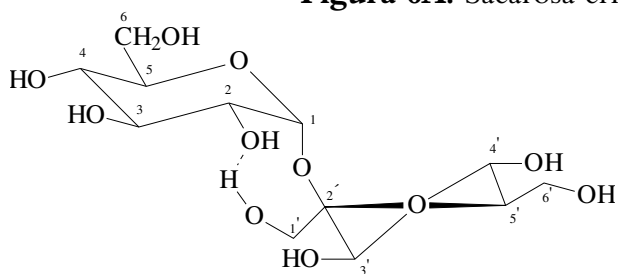
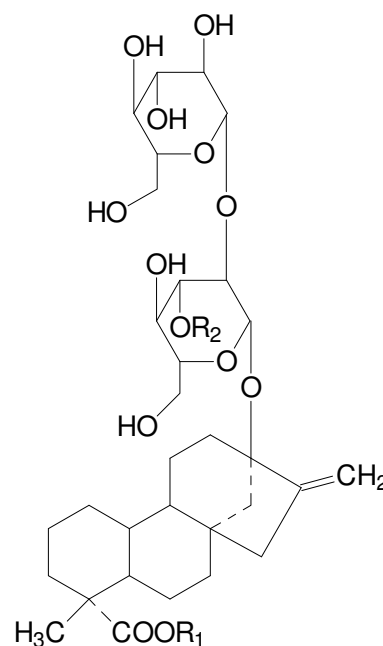


Figura 6B. Sacarosa en disolución

Numerosos D-isómeros de aminoácidos entre los que se encuentran Trp, His, Phe, Tyr, Leu, Gly y Apn son dulces, mientras que los L-aminoácidos generalmente son insípidos o amargos. El aspartame, el que es el éster metílico del dipéptido, L-aspartil L-fenilalanina (L-Asp-L-Phe-OCH<sub>3</sub>) es 180-200 veces más dulce que la sacarosa. Los correspondientes isómeros D,D; D,L y L,D son insípidos. Así mismo se conocen otros péptidos pequeños que son amargos (29-30).

Con el fin de explicar el gran poder edulcorante de las moléculas de tamaño considerable

como los compuestos dulces de la *Stevia rebaudiana* (Bert.) (véase figura 7), se ha ampliado la teoría tripartita. Todos los glicósidos edulcorantes de esta planta constan de un disacárido hidrófilo y una aglicona hidrófoba (34). La teoría tripartita se amplió incluyendo una nueva función hidrófila denominada “sonda polar”. La sonda puede ser la β-D-glucosa del esteviósido. Se postula por que la sonda tiene que ligarse también a un centro receptor más específico que las funciones AH, B que por transferencia de electrones o por desplazamiento de carga, desencadenan una respuesta intensa del sentido del gusto. La molécula completa se sitúa de forma que las unidades hidrófoba e hidrófila sean atraídas por las contrapartes del receptor, situando la “sonda” en el receptor específico, para el desencadenamiento de un intenso sabor dulce (29).



Compuestos	R1	R2
Esteviósido	Glc	H
Esteviolbiósido	H	H
Rebaudiósido A	Glc	Glc
Rebaudiósido B	H	Glc
Rebaudiósido C	Glc-Glc	H
Glc = Glucosil		

Figura 7. Estructura de algunos compuestos glicosídicos de la *Stevia rebaudiana* (Bert)

## NUEVA TEORÍA DEL SABOR

Presumiblemente, la molécula estimulante se debe colocar en una determinada configuración para poder interactuar con el receptor. Pero debido a que hay sustancias con las configuraciones parecidas que dan sabor ácido o salado, se ha supuesto que el tamaño molecular podría ser uno de los condicionantes característicos del sabor. Las anomalías de esta última teoría han llevado a la propuesta de otra teoría basada en el volumen específico aparente, que es la relación entre el volumen molar aparente y el peso molecular (Véase la tabla 1). El volumen molar aparente, se define como el incremento del volumen aparente cuando una mol de soluto se disuelve en una gran cantidad de disolvente, y el volumen aparente específico es el incremento cuando se disuelve un gramo de soluto (2).

**Tabla 1.** Influencia del volumen aparente específico en el sabor

Volumen aparente específico cm <sup>3</sup> /gramo	Sabor
0.10-0.30	Salado
0.30-0.50	ácido
0.50-0.70	Dulce
0.70-0.90	Amargo

Fuente: Sancho J, Bota E Y De Castro J J. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. España. Edicions de la Universitat de Barcelona. 1999. Pág. 69-86.

Los cambios del volumen aparente al disolver una sustancia en agua reflejan el empaquetado que se produce como efecto de las fuerzas electrostáticas y, por consiguiente, la posibilidad de reparto de las moléculas sápidas entre el agua y la membrana receptora. Solo las moléculas con volumen específico aparente más pequeño (con buenas características de empaquetado), pueden penetrar de forma profunda en el epitelio receptor. Las moléculas amargas tienen volúmenes específicos aparentes mayores, con pobres características de empaquetado, y serán rápidamente separadas de la solución en los alrededores

del receptor del dulzor, que son de tipo hidrofóbico y con baja actividad de agua. De acuerdo con esta teoría, los azúcares al tener un volumen aparente específico entre 0.60-0.64, tendrían el sabor dulce más característico, mientras que los aminoácidos al tener volúmenes aparentes específicos entre 0.30-0.90 también podrían ser ácidos, salados o amargos (2).

## CONCLUSIONES

En el campo de la neurociencia las investigaciones realizadas sobre el sentido del gusto en el hombre han logrado importantes resultados, pero hay diferentes preguntas fundamentales sin responder aún debido a que es difícil el estudio de los sistemas biológicos. Entre los avances experimentales importantes se encuentra el aislamiento de la proteína G denominada gustoducina, cuyas subunidades catalizan una serie de reacciones bioquímicas que ocurren frente a diferentes estímulos en los botones gustativos. Sin embargo, no se ha entendido aún por qué un mismo botón gustatorio está en capacidad de percibir dos o más sabores básicos.

Con relación a la estructura molecular de las sustancias dulces, se presume que éstas presentan una determinada configuración para interactuar específicamente con un receptor. Sin embargo, existen sustancias con configuraciones parecidas que dan sabor ácido o salado. Lo anterior significa que la teoría tripartita A-H/B/X no es suficiente para explicar la relación entre la estructura molecular de las sustancias dulces y su poder edulcorante. De ahí la importancia de conocer con mayor seguridad cuáles son los aspectos estructurales de las moléculas que dan origen al sabor dulce y cuáles son los mecanismos de la cascada de reacciones que tienen lugar en los receptores gustativos. Pero debe tenerse siempre presente que tal conocimiento tiene objetivos muy claros, entre ellos el diseño de nuevos edulcorantes y una comprensión total del funcionamiento de los existentes para estar totalmente seguros de su inocuidad.

El hecho de que las células gustativas no estén programadas para un único tipo de estímulo gustativo y que una teoría tan simple como la A-H/B/X no sea suficiente para aplicarla en todos los casos, indican que el sentido del gusto es mucho más complejo que unos simples receptores para los sabores básicos y las

interacciones químicas que generan en las células gustativas. También, es importante anotar que a pesar de los grandes avances que se han hecho sobre la teoría molecular del sabor dulce, todavía está lejos la comprensión total de los fenómenos sensoriales en el organismo humano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sancho J. Bota E. y De Castro J. J. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. España. Edicions de la Universitat de Barcelona. 1999. pág. 69-86.
- Desrosier N. W. Elementos de tecnología de alimentos. 12ª. Reimpresión. México: Avi Publishing Company. 1997. 15-29.
- Torre H. P. Bases científicas del análisis sensorial. Industria Láctea Española. No. 57. Diciembre. 1999.
- Smith D. V. y Margolskee R. F. El sentido del gusto. Investigación y Ciencia. No. 296, 4 -12. Mayo 2001.
- Rouhi A. Maureen B. Unlocking the Secrets of Taste. Chem. Eng. News [H.W. Wilson - AST]. Vol. 79(37), 2001. pág. 42-46.
- Duran L. and Costell E. Perception of taste. Physiochemical and psychophysical aspects. Food Sci. Technol. Int. 5 (4),, 299-309. Agosto 1999.
- Mattes R. D. The chemical senses and nutrition in aging: Challenging old assumptions. J. Am. Diet. Assoc. 102 (2). Feb. 2002. pág. 192-196.
- Martínez A. O.L; y Restrepo A. L.I. Edulcorantes Naturales no calóricos y su aplicación en la industria de alimentos, especial referencia a *Stevia rebaudiana* y *Thaumatococcus danielli*. Medellín. 1997. pág. 218. Monografía (Posgrado Ciencia y Tecnología de Alimentos). Universidad de Antioquia. Facultad de Química Farmacéutica.
- Faus I. Recent developments in the characterization and biotechnological production of sweet-tasting proteins. Appl. Microbiol. Biotechnol. [ H.W. Wilson - AST]. Vol. 53 (2). Feb. 2000. pág. 145-151.
- Potter N. Ciencia de los alimentos. Zaragoza: Acribia. 1999.
- LINDEMANN B. Taste reception. Physiol. Rev. Vol. 76(3). July 1996. pág. 718-766.
- Arvidson A. Friberg B. Science. Vol. 209: 807-808. 1980.
- Miller N. Chemical Senses. 15: 620-621.
- Multon J. L. Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias. Segunda edición. Zaragoza: Acribia. 2000. pág. 313-341.
- Meilgaard M. Civille G. V. and CARR B. T. Sensory Evaluation Techniques. 3<sup>rd</sup>. Edition. Unites States of America. CRC Press. 1999. pág. 17-18.
- Lindemann B. Receptors and transduction in taste. Nature. 413 (6852). Septiembre 13, 2001. Pág. 219-225.
- Ruiz Avila L. Ming D. and Margolskee R. F. An in vitro assay useful to determine the potency of several bitter compounds. Chemical Senses. 25 (4). Aug 2000. Pág. 361-368.
- Gaudin J. C. Breuils L. and Haertle T. New GPCRs from a human lingual cDNA library. Chem. Senses. 26 (9). Nov. 2001. pág. 1157-1166.
- Pacyniak B. How sweet it's getting. Candy Industry. Vol.66 (4). April 2001. pág. 46-50.
- Davenport R. J. New gene may be key to sweet tooth. Science. Vol. 292 (5517). Washington, April 2001. Pág. 620-621.
- Martínez. A. O. L y Román M. M. O. Alternativas de edulcorantes. Primer Simposio Internacional de Bebidas a base de Frutas (Memorias-CD). Medellín. Año 2000. Pág. 19.
- Schiffman S. S. Booth B. J. Sattely-Miller E. A. Graham B. G. and Gibes K. M. Selective inhibition of sweetness by the sodium salt of +/- 2-(4-methoxyphenoxy) propanoic acid. Chemical Senses. 24 (4). Agosto 1999. Pág. 439-447.
- Menella J. A. and Beauchamp G. K. Early flavor experiences: Research update (reprinted from Pediatric Basics. Nutr. Rev. 56 (7). Jul.1998. Pág. 205-211.
- Gieland A. Kersting M. and Schoch G. A reasonable use of sweet products in the diet of infants and children. Ernahr. - Umsch. 44 (12). Dic. 1997. Pág. 441.
- Pattanaargson S. Chuapradit C. and Srisukphonraruk S. Aspartame degradation in solution at various pH conditions. J. Food. Sci. Vol. 66(6). August 2001. Pág. 808-809.
- Ordóñez J. A (Editor). Tecnología de los alimentos. Componentes de los Alimentos y Procesos. Editorial Síntesis S.A. 1998. pág. 72-82.
- Gliemmo M. F. Campos C. A. and Gerschenson L. N. Interaction between potassium sorbate and aspartame in aqueous model sugar systems. J. Food. Sci. Vol.66(3). April 2001. Pág. 428-431

28. Penn C. 2002 R&D Survey. Beverage Industry. Vol.93(1). January 2002. Pág. 45-48.
29. Wong D. W. S. Química de los alimentos: Mecanismos y teoría. Zaragoza: Acribia. 1995. pág. 295-315.
30. Vickers Z. Holton E. and Wang J. Effect of yogurt sweetness on sensory specific satiety. J. Sens. Studies. 13 (4). Dic.1998. Pág. 377-388.
31. Portman M. O. and Kilcast D. Descriptive profiles of synergistic mixtures of bulk and intense sweeteners. Foods Quality & Preference. 9 (4). Jul. 1999. Pág. 221-229.
32. Nahon D. F. Roozen J. P. and DE GRAAF C. Sensory Evaluation of Mixtures of maltitol or aspartame, Sucrose and an Orange Aroma. Chemical Senses. 23 (1). Feb.1998. Pág. 59-66.
33. Parpinell G. P. Versari A. Castellari M. and Galassi S. Stevioside as a replacement of sucrose in peach race: Sensory Evaluation. Journal of Sensory Studies. 16 (5). Nov.2000. Pág. 471-484.
34. Cardello H. Da Silva M. and Damasio M. Measurement of the relative sweetness of Stevia extract, aspartame and cyclamate/saccharin blend as compared to sucrose at different concentrations. Plant Foods for Human Nutrition. Vol. 54(2). 1999. Pág. 119-130.
35. Schallenberger R.S. and Acree T. E. Molecular theory of sweettaste. Nature. 216. 1967. Pág. 480-482.
36. Crammer B. and Ikan R. Properties and Syntheses of Sweetening Agents. Chemical. Society. Vol.977(6). 1979. Pág. 431-565.
37. Tinti J. M. and Nofre C. Responses of the ant lasius niger to various compounds perceived as sweet in humans: a structure-activity relationship study. Chem. Senses. 26 (3). Mar.2001. Pág. 231-237.
38. Tateo F. Fugazza M. Faustle B. A. Tate S. Berté F. and Bianchi L. Problemi tecnologici etossicologici connessi alla formulazione di alimenti ipocalorici. Nota II: Sull' attivit'a mutagena e modificatrice della fertilitá di estatti e costituenti della stevia rebaudiana Bertoni. La rivista Societa italiana di Scienza dell' Alimentazione, anno 19, n. 1-2/1990. pág. 1-222.

*Recibido: abril 2 de 2002*  
*Aceptado: mayo 21 de 2002*