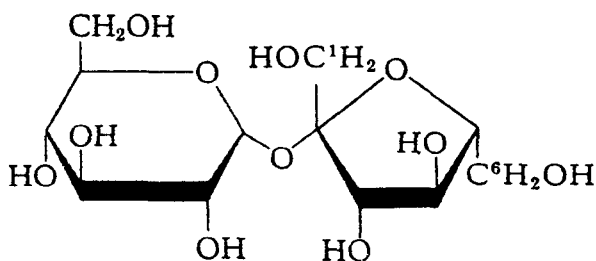


# La industria de los edulcorantes\*

Agustín López-Munguía\*\*

El sabor dulce es, sin lugar a dudas, el más atractivo de los sabores para el hombre. Probablemente haya sido en el pasado un indicativo para la selección de alimentos seguros. Hoy, los edulcorantes constituyen un importante sector de la industria alimentaria, en el que se han efectuado numerosos desarrollos tecnológicos (principalmente de naturaleza biológica) que lo han revolucionado, tanto por sus implicaciones económicas, como por las que tienen sobre diversos aspectos de la salud.



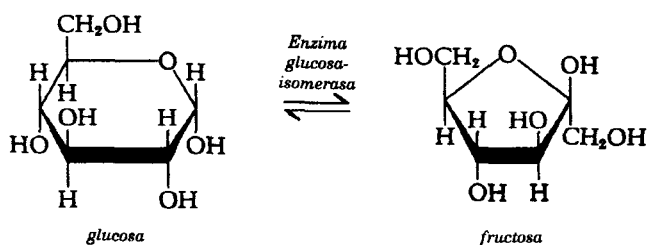
(I). Sacarosa, disacárido de la glucosa y la fructosa, nada menos que la famosa azúcar de mesa.

El primer impacto lo sufrió el edulcorante por naturaleza: la sacarosa (I). Obtenida tradicionalmente de la caña de azúcar o de la remolacha, la sacarosa empezó a ser desplazada en los países del primer mundo por los jarabes fructosados<sup>1</sup>, obtenidos por la hidrólisis enzimá-

\* El autor y el Director de la revista agradecen la asesoría que les brindó el profesor José Manuel Méndez Stivalet, en cuanto a la nomenclatura de algunos compuestos orgánicos. El mismo profesor recomienda como lectura adicional el artículo "Edulcorantes no nutritivos" de Deanna Marcano, *Revista de la Sociedad Venezolana de Química*, 12 [4], 7-12 (1989).

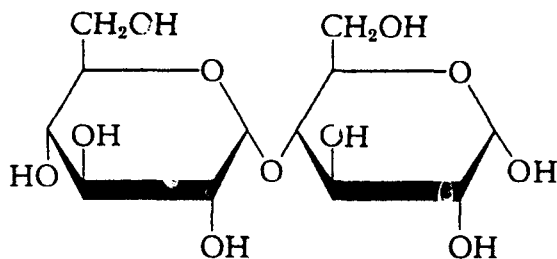
\*\* Centro de Investigación en Ingeniería Genética y Biotecnología, UNAM.

(1) 55% fructosa, 41% glucosa.



(II). La enzima glucosaisomerasa permite obtener fructosa a partir de glucosa, para elaborar jarabes fructosados.

tica del almidón de maíz y su isomerización, también enzimática, que transforma glucosa en fructosa (II)<sup>2</sup>. En los Estados Unidos, para citar tan solo un ejemplo, los refrescos emplean jarabes fructosados como edulcorantes. Más del 35% del mercado de los edulcorantes calóricos lo cubren estos edulcorantes líquidos. Los jarabes con alto contenido de maltosa (III), obtenidos igualmente por vía enzimática a partir de almidón, ganan paulatinamente el terreno a la sacarosa —sobre todo en el Oriente, donde este azúcar es altamente

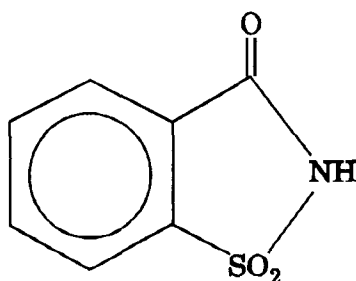


(III). Maltosa, un disacárido homogéneo (una molécula de diglucosa).

(2) Las condiciones de equilibrio de esta reacción impiden conversiones mayores que 50%.

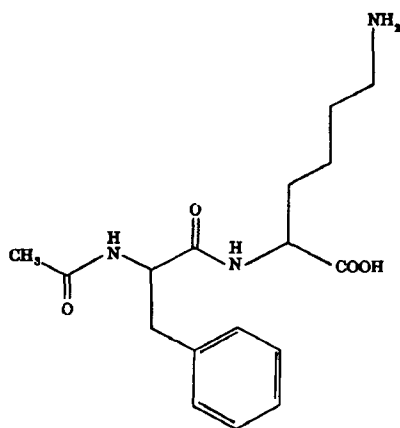
apreciado por su bajo poder edulcorante y suavidad de sabor—. En la elaboración de estos jarabes se ha introducido una enzima “desramificadora” del almidón, conocida como pululanasa.

Otro desarrollo de gran impacto se dio en el sector de los edulcorantes “no calóricos”, generalmente sintetizados por vía química, los que se disputan un jugoso mercado de cerca de mil millones de dólares. La *sacarina* (IV), único edulcorante sintético con más de un siglo en el mercado, ha sido poco a poco desplazada por otro de naturaleza proteica: el *aspartamo* (V), o canderel, que es unas 200 veces más dulce que la sacarosa. Este dipéptido desarrollado por Searle y aprobado en 1981 por la Food and Drug Administration estadounidense (FDA), ha hecho súbita la necesidad de acostumbrarnos a pensar también en proteínas, y no tan solo en azúca-



(IV). *Sacarina*.

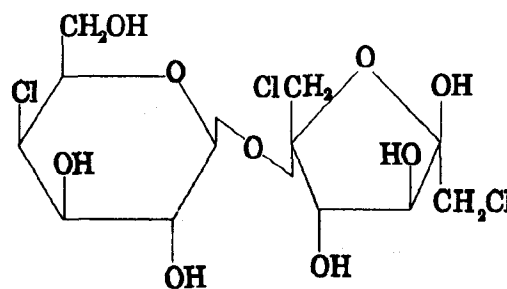
res, cuando de edulcorantes se trate. En efecto, la compañía Pfizer cuenta ya con otro dipéptido (alanina y aspártico), conocido como *alitam* y en etapa de pruebas por la FDA. La aprobación del aspartamo por esta última se dio después de cientos de estudios en que quedó demostrada su inocuidad. Algunos artículos (como uno recientemente aparecido en la revista del Instituto Tecnológico de Massachusetts, titulado “El precio del dulzor”), aseguran que el aspartamo causa diversos trastornos como consecuencia del exceso de fenilalanina en la sangre. Se trata de la eterna disputa entre la



(V). *Aspartamo*, un dipéptido de fenilalanina (metilada) y ácido aspártico.

relación dosis-toxicidad, que puede interpretarse negativamente como “poco veneno no mata” o positivamente como “todo en exceso es malo”. Las cantidades de ácido glutámico que consumimos con los alimentos industrializados no ocasionan problemas tóxicos y, para citar un ejemplo más claro, las dosis a las que se encontró que la sacarina ocasionaba tumores en la vejiga de ratas equivalen, en humanos, a consumir 750 latas de refresco diarias durante toda la vida!

Por otro lado, Unilever, gran transnacional agroindustrial, caracterizó y logró expresar posteriormente en genes de levadura, una proteína unas 2000 veces más dulce que la sacarosa: la *taumatina*. Se trata de una proteína de 201 aminoácidos, extraída originalmente de una fruta exótica africana (*Thaumatococcus danielli*), pero que hoy puede producirse por fermentación, gracias a las herramientas de la ingeniería genética<sup>3</sup>. En Inglaterra, Tate & Lyle y Johnson & Johnson, comercializan un derivado de la sacarosa obtenido por un proceso químico biológico: la *sucralosa* (VI). En este caso se transfiere la fructosa de la sacarosa a la galactosa, mediante una enzima, la fructosiltransferasa. Se aprovecha posteriormente el hecho comprobado de que la sustitución selectiva de grupos hidroxilo por cloros, da lugar a productos cientos de veces más dulces que la sacarosa. También Bayer, Miles y Mitsui Sugar, tienen su edulcorante: la *palatinosa* (isomaltulosa), obtenida vía la enzima isomaltulosa-sintasa (en realidad mutasa), que actúa sobre la sacarosa. Es un azúcar menos



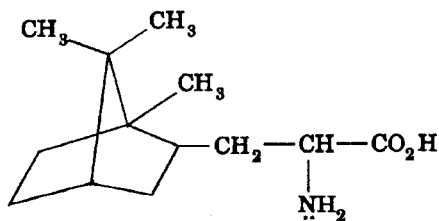
(VI) *La sucralosa es, en realidad, 4,1',6'-triclora-4,1',6'-trideoxi-galactosacarosa*<sup>4</sup>.

dulce que la sacarosa, pero con una serie de propiedades fisicoquímicas que la hacen atractiva (no cariogénica, resistente a la hidrólisis, de lenta absorción en la sangre, ideal para alimentos de humedad intermedia, y otras más).

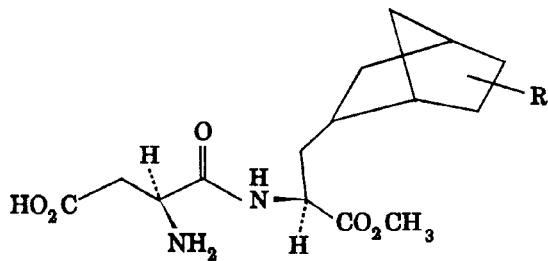
Del lado químico, los desarrollos también son numerosos: los investigadores de la industria CocaCola

(3) La *miraculina* es otra proteína dulce, extraída de la fruta “milagro” (*Synsepalum dulcificum*) del oeste africano, la que dio origen a la compañía Miralin, misma que quebró ante la negativa de la FDA de aprobarla como aditivo.

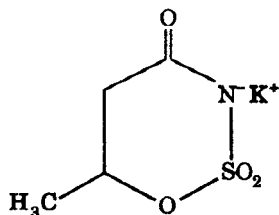
(4) En el sector de los aminoácidos, también los sustitutos clorados del triptofano han resultado hasta mil 300 veces más dulces que la sacarosa, como el 6-metil,6-cloro triptofano.



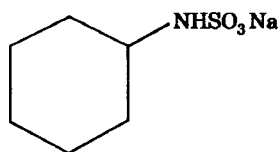
(VII) a. Análogo del aspartamo.



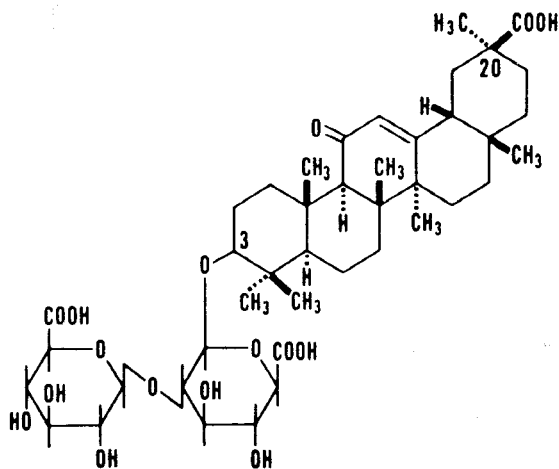
(VII) b. Bornilalanina.



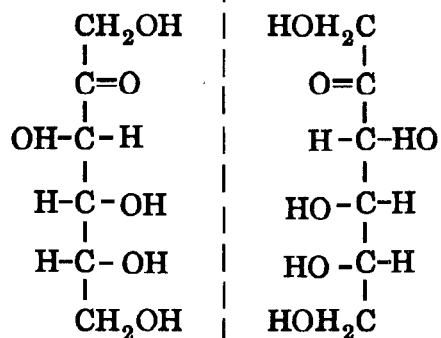
(VIII). Acesulfamo K. Se trata de la sal de potasio del 2,2-dióxido-6-metil-1,2,3-oxatiazina-4(H)-ona.



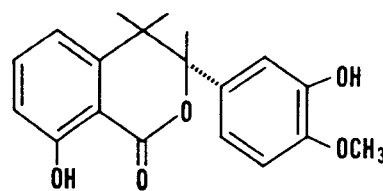
(X). Ciclamato de sodio.



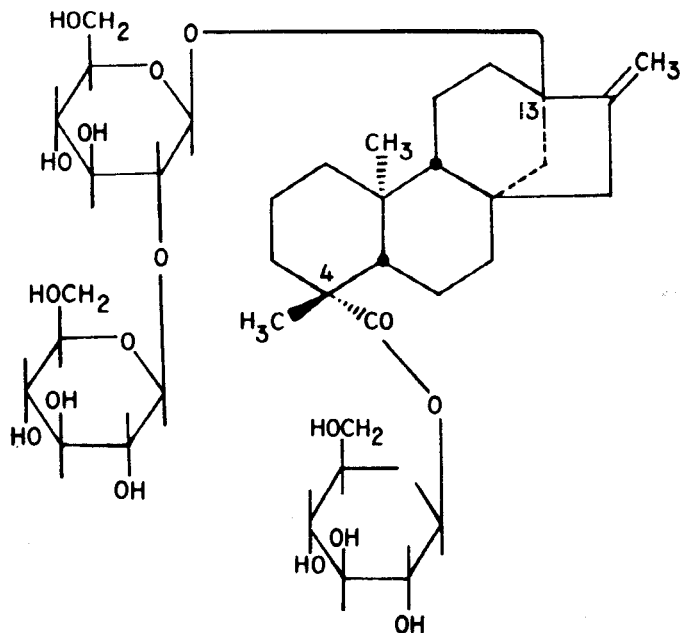
(XII). Glicirrizina.



(IX). Los dextro y levo azúcares son isómeros ópticos. Los carbonos marcados con asterisco son ópticamente activos.



(XI). Filodulcina.




(XIII). Esteviósido.

han sintetizado análogos del aspartamo (VIIa) con mucho mayor poder edulcorante. La idea consiste en reemplazar el anillo aromático de la fenilalanina con una unidad bicíclica (por ejemplo bornil (VIIb) o 7,7-dimetil-norbornil alanina).

Existen productos nuevos como el *acesulfamo K* (VIII), aprobado a Hoechst por la FDA en julio de 1988, con el nombre comercial de *Sunette*. Estos edulcorantes se suman a los ya tradicionales polialcoholes, obtenidos mediante hidrogenación de azúcar (*xilitol, sorbitol, manitol, maltitol*, y otros.). De estos últimos, el xilitol y el sorbitol son los más importantes por su aplicación en la alimentación de pacientes diabéticos.

La lista es larga aún:

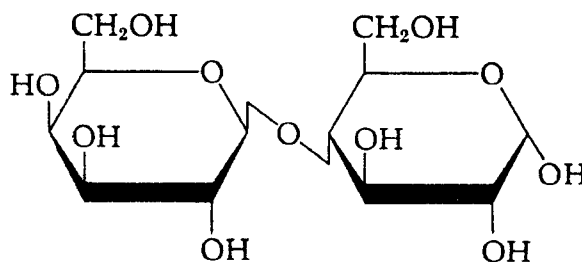
- muchas de las sustancias que la constituyen están en espera de desarrollos tecnológicos que las hagan competitivas con los edulcorantes actuales. Tal es el caso, por ejemplo, de los L-azúcares (IX);
- otras han sido desechadas por sus riesgos tóxicos, como la *dulcina* (*p*-etoxifenilurea) o los *ciclamatos* (X)<sup>5</sup>—estos últimos en reconsideración actualmente por la FDA, a solicitud de Laboratorios Abbott, después de su prohibición desde 1969;
- otro número considerable de edulcorantes se caracteriza por tener aplicaciones puntuales y una limitada producción, que no representan un volumen importante en la industria: la *filodulcina* (XI), la *glicirrizina* (XII), el *estevisido* (XIII), la *arabinogalactina*<sup>6</sup>, los jarabes de suero de leche (XIV), la *perillartina*<sup>7</sup>, el *Lo Han Kuo*, las *dehidrochalconas* (XV), los *neoazúcares*<sup>8</sup>, a los que sigue una multitud más;
- y, para concluir, citemos el caso de la *hernandulcina* (XVI), terpenoide aislado de la planta *Lippia dulcis*, unas 1000 veces más dulce que la sacarosa y descubierta por investigadores de la Universidad de Illinois. El caso de este edulcorante es otro de tantos en los que la literatura botánica mexicana precortesiana da origen a un “redescubrimiento” de carácter más científico. Casualmente, uno de sus descubridores, el doctor César Compadre, hizo su maestría en la Facultad de Química de la UNAM y se convirtió, por ahora, en uno más de esos “cerebros fugados” de los que su repatriación hace tanta falta, para el avance de la docencia y la investigación mexicanas. 

(5) Derivados del ácido ciclohexilsulfámico.

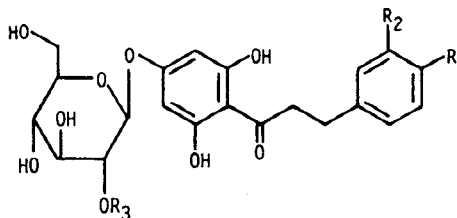
(6) Arabinogalactano, polisacárido ramificado de arabinosa (una pentosa) y galactosa.

(7) Edulcorante extraído en China, de una fruta con el mismo nombre, y cuya estructura parece ser la de un triterpenoide glucosilado, con 5 o 6 unidades de glucosa.

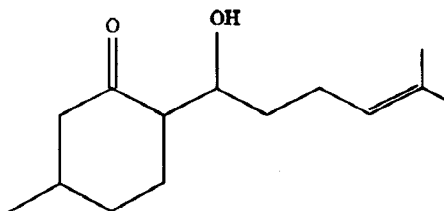
(8) Oligosacáridos con más de 50% de fructosa.



(XIV). A partir de una lactosa como ésta (disacárido de galactosa y glucosa), con la acción enzimática de la  $\beta$ -galactosa, se obtiene sólo galactosa, componente de los jarabes de suero de leche (fructosa, glucosa y galactosa).



(XV). Estructura general de una dehidrochalcona.



(XVI). *Hernandulcina*.