

DESARROLLO DE ALIMENTOS PARA DIABÉTICOS

Jehannara Calle-Domínguez

Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao km 3 ½. La Habana, C.P. 19200, Cuba.

E-mail: yannara@iiaa.edu.cu

RESUMEN

Tal como sucede con la obesidad, la incidencia de la diabetes se incrementa en todas partes del mundo. La diabetes mellitus es un desorden del metabolismo de sustratos donde la dieta juega un papel crítico en mantener niveles de glicemia estables. La cantidad y tipo de carbohidratos son los principales determinantes de los niveles de glicemia en sangre y el índice glicémico es un indicador para determinar el impacto del alimento en la glicemia. La tendencia hoy es a disminuir el consumo de alimentos ricos en grasas, azúcares y carbohidratos de digestión rápida para prevenir el riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles. Esta revisión tiene como objetivo describir la tecnología que se emplea para el desarrollo de sustitutos de azúcar, grasas y otras alternativas que incluyen disminuir el índice glicémico de la harina de trigo, a partir de mezclas con harina de legumbres y tubérculos con el fin de desarrollar alimentos aptos para diabéticos.

Palabras clave: diabetes mellitus, sustitutos de grasa, azúcar, índice glicémico.

ABSTRACT

Development of suitable foods for diabetics

Just as it happens to the obesity, the incidence of diabetes is increased around the world. The diabetes mellitus is a disorder of the substrates metabolism where the diet plays a critical role in maintaining levels of stable glycaemia. The quantity and type of carbohydrates are the main determinant of the glycaemia. The glycemic index is recognized as an indicator to determine the impact of the food carbohydrates in the glycaemia. Today the tendency is to diminish the consumption of rich foods in fats, sugar and carbohydrates of low digestion to prevent chronic diseases risk factors. This revision has as objective to describe the technology that is used for the development of substitutes of sugar, fat and other alternatives that include to diminish the glycemic index of the wheat flour starting from mixtures with flour of grain and tubers with the purpose of developing capable foods for diabetics.

Keywords: diabetes mellitus, substitutes of fat, sugar, glycemic index.

INTRODUCCIÓN

El desequilibrio de hoy donde un punto medio parece no tener lugar en términos de Seguridad Alimentaria, conlleva a que vivamos en un único planeta pero con dos mundos diferentes. Por una parte, 805 millones de personas (1) padecen de subnutrición crónica y 30 mil (2) mueren cada día por desnutrición, frente a 1 400 millones (3) que padecen de sobrepeso y obesidad.

La coexistencia de la subnutrición y la hipernutrición se ha cobrado un alto tributo en los países que experimentan transformaciones rápidas y que desencadenan una doble carga de malnutrición (2). Asumir un estilo de vida saludable, donde la alimentación juega un papel protagonista, es hoy el artífice de la prevención a

Jehannara Calle Domínguez: *Ingeniera Química (ISPJAE, 2009). Especialista en procesos tecnológicos para la industria alimentaria (IIIA, 2010). Investigador Aspirante y desarrolla investigaciones sobre productos horneados de panificación para regímenes especiales de alimentación.*

escala mundial de más de 60 % de la mortalidad por concepto de Enfermedades Crónicas no Transmisibles (ECNT) en el mundo (4).

Los cambios en el estilo de vida de las sociedades han propiciado cambios en la alimentación y en el modo de nutrirse de las poblaciones y es lo que hoy se conoce como la transición nutricional. La misma se asocia con un aumento de la hipernutrición que da como resultado la actual llamada Epidemia del siglo XXI: el sobrepeso y la obesidad. El creciente auge de estos padecimientos en las poblaciones se atribuye a un mayor consumo de alimentos con una alta densidad energética, en los cuales las grasas, azúcares y sal prevalecen; asociado con la disminución significativa en la ingestión de frutas y verduras, reducción de la actividad física y la predilección por los alimentos procesados para facilitar la vida en la cocina.

Prácticamente todos los factores de riesgo de las ECNT de mayor prevalencia, tales como la presión sanguínea elevada, los niveles altos de colesterol total en sangre, el sobrepeso, la resistencia a insulina, pueden ser potencialmente modificables desde el punto de vista nutricional. Sin embargo, algunos de estos factores se estarían modificando negativamente en los distintos países iberoamericanos, según la información entregada por las tendencias de consumo y las encuestas alimentarias. Diversos antecedentes permiten estimar que cerca de la mitad de las muertes por enfermedades cardiovasculares (ECV) y un tercio de los casos de cáncer pueden ser evitados si se adoptan estilos de vida saludables, incluyendo una alimentación adecuada, desde etapas tempranas (5).

La transición nutricional guarda una relación de causalidad con la transición de la mortalidad lo que se conoce como la transición epidemiológica. Esta transición se entiende por el desplazamiento en el perfil de las enfermedades. Hace algunas décadas, las poblaciones morían por enfermedades infecciosas y transmisibles, hoy gran parte de la mortalidad es atribuible al aumento de las ECNT, las cuales son perfectamente prevenibles si dejamos que nuestros alimentos sean nuestra medicina y la medicina nuestros alimentos. Por décadas, la preocupación fundamental de la comunidad científica, básicamente, radicaba en conocer los alimentos que no se debían comer, hoy la tendencia se perfila a conocer cuáles son los alimentos que debe-

mos comer, con el único fin de mejorar nuestra salud a través de la alimentación. El consumidor exige alimentos que no solo aporten la energía y nutrientes que el hombre necesita para llevar a cabo las actividades físicas del día y el buen funcionamiento del organismo, o alimentos que aporten placer al degustarlo, sino que también se demandan alimentos con ingredientes o compuestos bioactivos que además de cubrir estas necesidades básicas, aporten algún beneficio a la salud (3).

La disponibilidad de alimentos bajos en calorías, reducidos en azúcar, sal y grasas, adicionados con fibra dietética, antioxidantes, minerales, vitaminas, microorganismos buenos etc., posibilita que de alguna manera se disminuya el riesgo de padecer ciertos tipos de ECNT y que lo que hoy se conoce como la Epidemia de Siglo XXI (factor de riesgo de las ECNT), pueda contrarrestarse si se asume además un estilo de vida saludable, donde la nutrición y la actividad física intensa sean los factores protagónicos de la vida actual de nuestras sociedades. La alimentación juega un rol importante en los estados de salud de la población, es por ello, que fomentar hábitos alimenticios saludables tiene una implicación determinante en la calidad de vida.

En Cuba, al igual que en casi la totalidad del planeta, existe un grave problema de malnutrición por exceso que conlleva al sobrepeso y la obesidad, cuyos efectos más apreciables son la diabetes Mellitus Tipo II, los accidentes cerebro vasculares y determinados tumores malignos, que son las principales causas de morbimortalidad de la población entre otros. Generar tecnologías que permitan minimizar los riesgos asociados a una malnutrición, garantizaría la seguridad alimentaria de la población en general y ayudarían a controlar los riesgos de padecer ciertas ECNT.

Enfermedades crónicas no transmisibles. Situación actual en Cuba

En Cuba, los datos con representatividad nacional más recientes sobre la incidencia del sobrepeso y la obesidad en la población arrojó que el 47,15 % de las mujeres mayores de 20 años tenía sobrepeso y obesidad y el 15,70 % obesidad propiamente dicha, mientras que en los hombres el 40,24 % tenían sobrepeso y obesidad y de ellos el 11,37 % eran obesos. La vigilancia del

estado nutricional de los niños menores de cinco años de edad arrojó que el 13,5 % tienen sobrepeso u obesidad, una de las cifras más elevadas de la región de América Latina y el Caribe. Cinco enfermedades clasificadas dentro de las primeras diez causas de muerte son: enfermedades del corazón, tumores malignos, enfermedades cerebrovasculares, diabetes y enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (6).

Un análisis de 57 estudios prospectivos apunta a que cada 5 kg/m² del índice de masa corporal en exceso, se asocia con un incremento cercano a 30 % de mortalidad, del cual la mayor proporción se corresponde a complicaciones asociadas a diabetes (4).

En el período 2006-2010 las ECNT ocasionaron el 84 % de las defunciones. Los accidentes, las lesiones autoinfligidas y las agresiones representan el 8 % de las muertes, mientras que el resto se debe a enfermedades transmisibles, causas maternas, afecciones originadas en el período perinatal y enfermedades nutricionales. Las enfermedades cardiovasculares, que son la primera causa de muerte, aumentaron en 10 % entre 2006 y 2010, alcanzando una tasa de mortalidad de 211,8 por 100 000 habitantes en 2010. Los tumores malignos constituyeron la segunda causa de muerte y aumentaron en 11 %. Las enfermedades cerebrovasculares constituyeron la tercera causa de muerte y ocasionan 11 % del total de las defunciones; su tasa aumentó de 74,2 en 2006 a 86,9 por 100 000 en 2010 (6).

La hipertensión arterial tiene una prevalencia de 30,9 % en la población mayor de 15 años. La prevalencia de sobrepeso fue de 30 %, sin diferencias por sexo; 14 % de la población es clasificada como obesa. La prevalencia de diabetes se estimó en 40,4 por 1 000 habitantes en 2010 y se incrementó en 18 %, aumentando también la mortalidad por esta enfermedad (6).

Alteración de la homeostasis glicémica

La diabetes mellitus es un desorden metabólico que incluye daño en el metabolismo de la glucosa debido a la insuficiente secreción de insulina como resultado de una progresiva destrucción autoinmune de las células β pancreáticas (Tipo I) o a la resistencia de los tejidos a la secreción de la hormona insulina (Tipo II). Si la persona no está bajo tratamiento, después de cada comida, la concentración de glucosa en sangre aumenta a

altos niveles (hiperglicemia) y la glucosa es excretada en la orina. La hiperglicemia prolongada puede dañar los nervios, los vasos sanguíneos y riñones, y conlleva al desarrollo de cataratas, por lo que el control efectivo de los niveles de glucosa en sangre es muy importante. El tratamiento se basa en el suministro de insulina en conjunto con una restricción de la ingestión de azúcares.

Alimentos para diabéticos

En la alimentación del diabético, aparte de garantizar un buen estado nutricional, es importante mantener un equilibrio metabólico normal, evitando al máximo oscilaciones glicémicas grandes (hipo e hiperglucemias) para evitar complicaciones que limitan la calidad de vida del paciente. Los alimentos propios para diabéticos se caracterizan por tener un nivel bajo de energía, libres de hidratos de carbono de fácil absorción como la glucosa y la sacarosa, o formulado de tal manera que no produzcan un rápido efecto hiperglicémico (7).

Por ejemplo, los procesos culinarios y tecnológicos que se aplican durante la elaboración del pan destruyen parcialmente los gránulos en que se presenta el almidón nativo. La pérdida de la matriz se ha señalado como uno de los factores que incide sobre los efectos fisiológicos que produce el consumo de alimentos altos en hidratos de carbono (8). Durante el amasado y horneado, un porcentaje considerable de los enlaces α -1,4, especialmente de las moléculas de amilosa, pierden su estructura microcristalina, dando origen a lo que se conoce como almidón gelatinizado (9). Cuando este se consume, es degradado por acción de las amilasas digestivas y sus productos son absorbidos rápidamente en el intestino, con la consecuente elevación brusca y rápida de la glicemia. Este fenómeno genera la señal para que haya un aumento inmediato de los niveles de insulina, hormona encargada de la homeostasis de la glucosa (10, 11). Estas reacciones se consideran dañinas, ya que en la medida que se repiten a lo largo de la vida aumentan el riesgo de desarrollar resistencia a la insulina y, consecuentemente, diabetes tipo 2. Por el contrario, los almidones de digestión lenta producen curvas glicémicas aplanadas y sostenidas en el tiempo. En consecuencia, la velocidad de digestión enzimática de los almidones a nivel intestinal determina su característica saludable, evaluada a través de su efecto glicémico e insulinémico (12, 13).

Los alimentos que contienen cereales, y en particular los productos de panificación, representan una alternativa interesante como productos aptos para diabéticos al adicionarles compuestos bioactivos de efecto reconocido, tales como ciertos tipos de fibra dietética, prebióticos, ácidos grasos omega-3 u otros, medidas que pueden complementarse con el reemplazo de parte de las grasas saturadas por otras más saludables, la reducción del aporte de sodio, la adición de almidones resistentes a la digestión o el incremento de su porcentaje por modificaciones en la tecnología de elaboración (3).

Por ejemplo existen en el mercado internacional varios tipos de panes saludables aptos para diabéticos. La empresa española de Investigación y Desarrollo Panadero SL (INDESPAN) en su carta de panes cuenta con un pan blanco rico en fibra dietética que además de aportar beneficios nutricionales, aporta beneficios tecnológicos ya que la fibra dietética sustituye la grasa y el azúcar en el pan y provoca efecto ablandador y con menos calorías (14).

Evolución e ingestión de grasas

No cabe duda de que los hábitos alimentarios han ido cambiando a través de los tiempos, influidos en gran medida por el progreso y el estilo de vida. Desde hace varios millones de años hasta prácticamente coincidir con la revolución industrial, la cantidad de calorías que provenían de la ingesta de grasas no superaba el 22 a 24 %. Sin embargo, desde la época de la revolución industrial, este porcentaje ha ido aumentando hasta situarse en 40 % y con ello el aumento en el consumo de la grasa saturada ("grasa mala"), grasas trans, grasa de la familia omega-6 y a la disminución del consumo de la grasa poliinsaturada del tipo omega-3 conocida como ("grasa buena"). A la vez, se ha observado que en el mismo período de tiempo, la mortalidad por enfermedades cardiovasculares ha aumentado exponencialmente, también que el consumo de ácidos grasos poliinsaturados de la familia omega-3 tiene un importante efecto cardioprotector. La asociación internacional para el estudio de los ácidos grasos y de los lípidos, ha recomendado que la ingesta diaria de ácidos grasos eicosapentaenoico (EPA, 20:5 n-3) y docosahexaenoico (DHA, 22:6 n-3), debe ser de 650 mg/d, con un mínimo de 100 mg/d. Asimismo, la OMS ha recomendado una ingesta mínima de ácidos grasos poliinsaturados n-3 de cadena larga de 150 mg/d.

Estas cifras sólo se alcanzan en sujetos que comen pescado y otros alimentos marinos de forma habitual. El consumo de 30-60 g/día de pescado azul permite cubrir los requerimientos nutricionales; sin embargo, muchos sectores de la población no comen suficiente pescado, por lo que cubrir la ingesta recomendada se hace a menudo muy difícil. Ésta es una de las razones fundamentales que explican la aparición durante los últimos años de varios productos enriquecidos con ácidos grasos n-3, que tratan de contribuir a satisfacer los requerimientos nutricionales de estos lípidos (15).

El ser humano ingiere alimentos en forma episódica para satisfacer sus necesidades nutricionales, de acuerdo con los patrones alimenticios y bajo la influencia de otros factores, como el placer de consumir una comida palatable. En efecto, se ha demostrado una preferencia acentuada por el sabor dulce, que aumenta directamente con la intensidad del dulzor (16). También se evidencia la predilección por la lubricidad y la suavidad, características relacionadas con altos niveles de grasas contenidas en los productos (17). Incluso, se ha sugerido que los estímulos sensoriales pueden generar respuestas fisiológicas antes del consumo. Cuando el sujeto observa alimentos que son de su agrado se eleva rápidamente la insulemia, se produce una caída de la glicemia y una pronta predisposición a comer, hecho que relaciona sus propiedades sensoriales con las respuestas fisiológicas (18). El consumo se inicia más prontamente cuando la comida es novedosa y agradable y la repetición del estímulo sensorial proporciona la señal para el cese de la ingesta (19). Este concepto se denominada "saciedad sensorial específica".

Sustitutos de grasas

Hoy existen materias primas o premezclas sustitutas de grasas, que no son grasas y en algunos casos ni están compuestas por ácidos grasos pero hacen función de la grasa y en los productos en los que se emplean se obtienen las mismas propiedades tecnológicas que aportan las materias grasas. Por ejemplo los almidones modificados y maltodextrina de bajo equivalente de dextrosa (DE<20) se comercializan como sustitutos de grasas preferiblemente con DE <10.

Un ejemplo de premezcla sustituta de grasa presenta en su composición almidón pregelatinizado, almidón de trigo, estearoil lactilato de sodio, monoglicéridos, dióxido de

silicio, ácido ascórbico, enzimas: alfa amilasa fungal, celulasa y fosfolipasa. Con el uso de esta premezcla se logra una disminución de 50 % de grasa y es aplicable a productos horneados. Este grupo de ingredientes son sustitutos de grasa basados en hidratos de carbono. Una de las principales características es que absorben agua formando un gel que puede actuar como las grasas y cumplir con algunas de sus funciones.

Por lo general, los almidones se utilizan como parte de mezclas comerciales basados en mezclas de proteínas e hidrocoloides. Entre los almidones más utilizados en productos de repostería como magdalenas o bizcochos, se encuentran el almidón modificado de maíz, el almidón pregelatinizado de maíz o el almidón de arroz (20-22). La sustitución de la grasa por maltodextrina reduce la viscosidad de la masa y afecta negativamente a la retención de aire durante el horneado. Por esta razón, no es recomendable realizar un reemplazo total de la grasa que contiene el producto, esto puede suponer una pérdida de volumen en el producto final. No obstante, es posible evitar o minimizar esta pérdida de volumen utilizando ciertos emulsionantes, como mono y diglicéridos (23, 24) o amilodextrinas (25).

También se han utilizado dextrinas obtenidas a partir de almidón como sustituto de grasa. Por ejemplo, el producto comercial Nutriose® se corresponde con un tipo de dextrina considerada como fibra soluble que se obtiene a partir del almidón de maíz o de trigo con la característica de que está parcialmente hidrolizada. El 75 % de la cantidad ingerida no sufre acción enzimática en el intestino delgado, por lo que fermenta sólo al llegar al intestino grueso, ejerciendo su acción de fibra (26).

Los hidrocoloides se han utilizado para reemplazar grasa por su capacidad de absorber agua. Es habitual el uso aislado de goma xantana o de una combinación de goma xantana y goma arábiga (27), de goma guar y de carboximetilcelulosa (28). El empleo de emulsionantes permite añadir menor cantidad de grasa al producto sin necesidad de reemplazarla con otro sustituto, ya que reducen la tensión superficial produciendo un aumento en la efectividad de las funciones de la grasa, sobre todo mejorando la textura y volumen. Existen estudios en los que se reemplaza la grasa con algún sustituto de la familia de los hidratos de carbono en combinación con emulsionantes. Como ejemplos de emulsionantes

empleados en productos tipo magdalenas encontramos monoglicéridos, diglicéridos, monoestearato de sorbitán o de glicerol, ésteres de poliglicerol y polisorbato (23).

Manipular la composición en ácidos grasos de las grasas es una técnica bien extendida con el objetivo de disminuir el aporte calórico de las mismas. Se mantiene la estructura química de los triglicéridos y se manipulan los ácidos grasos esterificados del glicerol. Esto es posible por el reemplazo de los ácidos grasos de los triglicéridos por ácidos grasos alternativos y usualmente esto es posible estructurando los triglicéridos por hidrólisis y transesterificación de triglicéridos de cadena media y de cadena larga. Estos compuestos son comúnmente referidos como lípidos estructurados. Las grasas miméticas son compuestos que química y físicamente se parecen a los triglicéridos, son estables a las temperaturas de cocción y de fritura y teóricamente reemplaza la grasa gramo a gramo en alimentos.

Conceptualmente la sustitución de grasa se refiere a la reducción del aporte calórico al que contribuye la grasa de los alimentos por la sustitución de sustancias tipo grasa que no son hidrolizadas ni absorbidas como lo son los triglicéridos, contribuyendo a un menor aporte energético (23). Las estrategias que se han seguido en estos últimos años se basan en el desarrollo de sustancias tipo grasas no o poco absorbidas o digeridas a partir de la estructura de los componentes de los triglicéridos convencionales de las grasas o aceites para mantener las propiedades funcionalidades convencionales en los alimentos, mientras que se reduce o elimina la susceptibilidad a la hidrólisis y absorción en el intestino. Las estrategias que se han sugeridos incluyen: (1) el reemplazo de la mitad del glicerol de triglicéridos con polioles alternativos o azúcar; (2) la inversión de la unión de los esteres de ácidos grasos al glicerol, y (3) la reducción de la unión del éster de la mitad del glicerol a una unión de éter.

El caprenin fue el primer lípido estructurado introducido en el mercado como triglicérido medio bajo en calorías de cadena media y larga por la compañía Procter & Gamble. Caprenin es un triglicérido sintético compuesto por ácido graso caprílico (C8:0), capríco (C10:0) y behénico (C22:0).

Los triglicéridos de cadena media son derivados del aceite de coco y del grano de palma, mientras que el ácido behénico se obtiene a partir del aceite hidrogenado de

canola. El ácido behénico es liberado en la hidrólisis gástrica y comúnmente transportado a través del tracto intestinal pero sin ser metabolizado y los ácidos grasos caprílicos y cáprico son metabolizados con menor eficiencia que los ácidos grasos comunes. Caprenin provee una densidad calórica de 5 kcal/g y está aprobado para ser empleado en confitería y repostería. Este ácido graso fue diseñado para simular las propiedades físicas de la manteca de cacao y de algunas grasas para confitería en productos como las barras de dulces Milky Way (29-31).

Otro de la familia de los triglicéridos estructurados es el Salatrim que fue descubierto por el grupo Nabisco (32, 33). Salatrim está compuesto por una distribución aleatoria de ácidos grasos de cadena corta (acético, propionico y butírico) y ácidos grasos de cadena larga (predominantemente esteárico). El valor calórico es aproximadamente de 5 kcal/g. Un programa extenso de estudio químico, genético, toxicológico y estudios clínicos concluyeron que el consumo de Salatrim no resulta en efectos adversos genéticos, toxicológicos o nutricionales significativos. Se usa para reducir calorías a partir de la grasa y para la producción de cobertura de chocolate y bombones moldeados, productos horneados, etc. (34, 35).

Sustitutos de azúcar

Debido a las diferentes funciones que tiene el azúcar en los alimentos, es muy difícil encontrar un único ingrediente que sea capaz de reemplazarlo. Existen dos grandes familias de edulcorantes: los que actúan como edulcorante y agente de carga al mismo tiempo y los que únicamente tienen funcionalidad de edulcorante. Por otro lado, también es posible sustituir el azúcar por sustancias que únicamente presentan funciones de agente de carga en combinación con un edulcorante que aporte el sabor dulce.

Edulcorantes con función de agente de carga

Estos compuestos se encuentran en forma natural en diversos materiales principalmente de origen vegetal. Químicamente derivan de azúcares reductores a partir de diferentes tipos de hidrogenación. Su interés tecnológico, además de servir como edulcorantes en alimentos dietéticos, implica funciones diversas como mejorar la rehidratación de productos deshidratados, fungir como

humectante o plastificante, reducir la actividad de agua en algunos alimentos, particularmente los de humedad intermedia y servir como inhibidores de la cristalización.

La FDA ha determinado que los polioles no son perjudiciales para la salud, aunque se recomienda que su consumo sea moderado, ya que por ser absorbidos muy lentamente por el organismo pueden producir distensión abdominal y diarrea. Todos los polioles en mayor o menor grado producen este efecto de manera temporal excepto el eritritol, que es eliminado por vía renal; de acuerdo a la sensibilidad de cada individuo, el efecto puede variar, es esta una de las limitantes principales para su uso (36).

Tradicionalmente los polioles se han considerado como buenos sustitutos del azúcar en productos de repostería y sus propiedades han sido estudiadas por un gran número de autores. Los polioles se utilizan como sustitutos de azúcar en productos donde el dulzor, volumen y textura son parámetros importantes. Pero además, presentan tres características ventajosas frente al empleo de azúcar: son azúcares difícilmente fermentables por las bacterias de la boca por lo que no producen caries dental; tienen una baja respuesta glicémica, por lo que son ingredientes aptos para personas diabéticas y, por último, la mayoría de los polioles poseen menor contenido calórico (entre 0,2 y 2,6 kcal/g) que el azúcar (4 kcal/g) por lo que son adecuados para aplicar en productos bajos en calorías o en productos donde se quiera reducir la carga calórica (37). Los polioles pueden reemplazar al azúcar en productos de confitería ya que proporcionan dulzor (Fig. 1), aportando menos energía y pueden ser beneficiosos para la salud si son consumidos en cantidades controladas (38).

En principio, es esencial marcar las diferencias entre las materias primas que deben emplearse para abordar la fabricación de productos para diabéticos o con fines dietéticos. En el primer caso, pueden utilizarse aquellos materiales diferentes a la sacarosa y a la glucosa y que no necesariamente son bajos en calorías, tal es el caso de la fructosa. En el segundo, es fundamental el uso de materiales reducidos o bajos en calorías y para ello se emplean principalmente la mayoría de los polioles. En formulaciones de ambos grupos, es necesario el empleo de edulcorantes de alta potencia buscando igualar de alguna forma la intensidad y calidad del sabor dulce

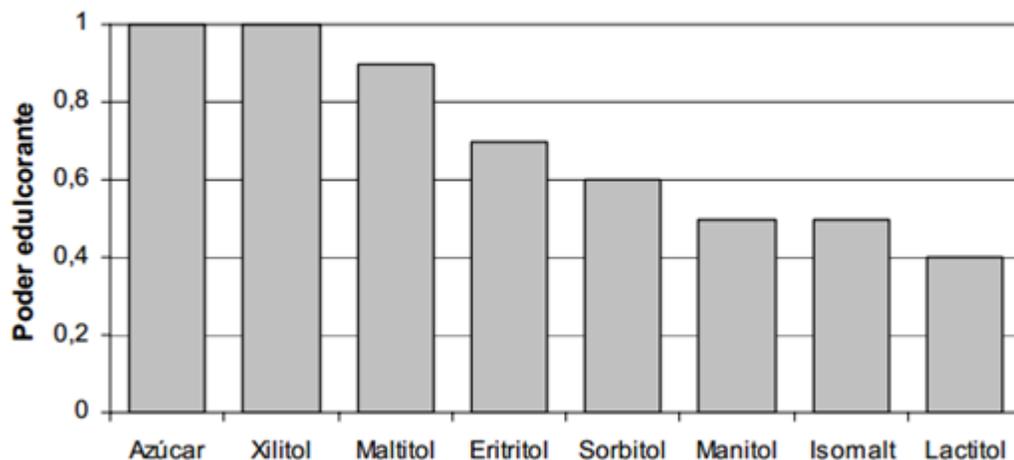


Fig. 1. Poder edulcorante de los polioles.

que proporcionan los productos elaborados con sacarosa y glucosa. El edulcorante de alta intensidad más aceptado para personas que padecen de diabetes es la estevia.

Edulcorantes sin función de agentes de carga

En productos de repostería, este grupo de edulcorantes se tienen necesariamente que combinar con otro compuesto que aporte las funciones de agente de carga, ya que la única función que cumplen es endulzar el producto. Los edulcorantes intensos artificiales (sucralosa, estevia, acesulfamo k, aspartamo, neotamo, sacarina y ciclamato entre otros.) aportan mucho más dulzor que el azúcar. Lo más habitual es reemplazar el azúcar de la formulación por un edulcorante intenso combinado con un agente de carga, como por ejemplo algún tipo de fibra, o un poliol.

Otros sustitutos de azúcar

La fructuosa cristalina es otro sustituto de azúcar que se comercializa y por ser 1,8 veces más dulce que la sacarosa, se emplea con frecuencia como un endulzante y ofrece beneficios como un edulcorante intenso, presenta sinergismo con otros endulzantes y es empleado normalmente para la elaboración de diversos productos de confitería para diabéticos, por su bajo índice glucémico (IG) (39).

El jarabe de agave también ofrece sus ventajas en este sentido y es un tipo de melaza obtenida a partir del jugo de la penca madura del agave azul, se conoce también con el nombre de miel de agave. Se caracteriza por

tener un alto contenido de inulina además de fructosa. El jarabe de agave es un edulcorante con un IG bajo por lo que su consumo es recomendado para personas con deficiencias en la producción de insulina, tiene propiedades de solubilidad elevadas y además un poder endulzante mayor que el de la sacarosa (38).

Por otra parte el uso de la isomaltulosa (palatinosa) ha sido bien extendido. Se trata de un disacárido que está presente de forma natural en la miel de abeja y en la caña de azúcar. Comercialmente se obtiene por un proceso enzimático a partir de fermentación bacteriana de la sacarosa. Aporta las mismas calorías que la sacarosa, pero tiene las ventajas de clasificarse como un compuesto no cariogénico, no laxante, además de presentar un bajo IG y contribuir a través de su consumo habitual a generar efectos benéficos sobre el metabolismo de los carbohidratos. Otros ingredientes como los fructooligosacáridos, polidextrosa e inulina presentan propiedades que van más allá del simple poder edulcorante (38). Son sustitutos naturales del azúcar, tienen un gusto moderadamente dulce y comúnmente se combinan con edulcorantes intensos para dar un perfil de dulzor más equilibrado a productos sin azúcar añadido. Además de su uso como sustituto de azúcar se consideran como aportadores de fibra dietética.

Reducción del índice glicémico

El pan blanco contiene tan sólo alrededor del 1 % de almidones resistentes y cerca del 70 % de sus almidones son de digestión rápida. En consecuencia, se requiere de alimentos que contengan factores de

protección, como por ejemplo, un IG bajo, que a su vez estén incorporados plenamente a los hábitos alimentarios de las poblaciones. En este sentido, se han realizado intentos para otorgarle la característica funcional, en la medida que esta modificación logre demostrar un beneficio para la salud (3).

El pan blanco se considera un producto de alto IG por ser un alimento de rápida digestión y por consiguiente de rápido impacto en los niveles de glucosa en sangre. El IG cuantifica las diferencias entre los carbohidratos, clasificándolos de acuerdo a su efecto en los niveles de glucosa en sangre. Los carbohidratos de bajo IG son los que producen sólo pequeñas fluctuaciones en los niveles de glucosa e insulina en sangre. Consumir grandes cantidades de alimentos de alto IG puede ser peligroso para la salud, debido a que estos alimentos crean grandes fluctuaciones en los niveles de glucosa en sangre. Esto es especialmente cierto si un individuo tiene sobrepeso y es sedentario o diabético. En contraste, los carbohidratos de bajo IG hacen fluir lentamente la glucosa en la corriente sanguínea y mantienen los niveles de energía equilibrados. En consecuencia, las dietas con bajo IG ayudan a las personas a mantener niveles de azúcar en la sangre saludables (3). El IG mide la capacidad que un glúcido dado tiene de elevar la cantidad de glucosa en sangre (glicemia) después de la comida, con relación a una referencia estándar que es la glucosa pura. El IG de los alimentos o glúcidos puede dividirse en tres categorías. La clasificación que más se acerca a la realidad fisiológica es la siguiente: los

IG bajos son inferiores o iguales a 35, los IG medios están entre 35 y 50 y los IG altos son superiores a 50 (3).

La mayoría de los investigadores han elaborado sus tablas tomando como referencia para los cálculos el valor de la glucosa, pues siempre tiene una absorción intestinal de 100 %. Los alimentos con bajo IG han sido científicamente validados y están jugando un importante papel en dietas de disminución del peso corporal, para diabéticos y para la reducción de riesgos de enfermedades del corazón e hipertensión. Los polioles, la polidextrosa, la inulina así como la fructosa, la tagatosa y la isomaltulosa se emplean en productos de confitería con bajo o reducido IG. La Tabla 1 muestra la respuesta glucémica de algunos sustitutos de azúcar tomando como referencia el valor de la glucosa (32).

El uso de fibra soluble de alta viscosidad, como pectinas, gomas, mucílagos y fibra insoluble, como el salvado de avena y trigo, tiene como efecto fisiológico la sensación de saciedad y la disminución de la absorción de colesterol y los niveles de azúcar en sangre. Las fibras solubles de baja viscosidad como oligosacáridos, dextrinas, MD resistente y fibra soluble de maíz, pueden ser introducidas fácilmente en un gran número de alimentos (40). Son altamente estables en condiciones extremas de calor y pH al igual que el jarabe de glucosa, propiedades que las hacen compatibles con los procesos donde las confituras son elaboradas por ebullición y que contienen altos niveles de ácidos.

Tabla 1. Respuesta glicémica de los sustitutos de azúcar aptos para diabéticos

Sustituto de azúcar	Grupo genérico	Índice glicémico
Sorbitol	alcohol de azúcar	<5
Manitol	alcohol de azúcar	<5
Isomalt	alcohol de azúcar	4,7
Maltitol	alcohol de azúcar	34
Lactitol	alcohol de azúcar	2
Xilitol	alcohol de azúcar	8
Eritritol	alcohol de azúcar	0
Fructosa	sacárido	19
Tagatosa	sacárido	3
PDX Litesse®II	polisacárido	7
PDX Litesse®Ultra	polisacárido	4
Inulina	polisacárido	4

La utilización de este tipo de fibras en los productos de confitería tiene como ventaja la reducción de calorías en 50 % o más, en comparación con el jarabe de glucosa. Además puede ser consideradas naturales, tienen un perfil de sabor limpio y aportan volumen. Se cuenta como desventaja el hecho de que es más difícil alcanzar la textura y la sensación en la boca que se logra con el uso de polioles solamente. Durante el desarrollo de formulaciones se debe considerar que algunas de estas fibras aportan una viscosidad mayor que la del jarabe de glucosa de 42 DE generalmente usado en confitería (41).

La goma guar parcialmente hidrolizada (GGPH), goma guar y pectina han sido reportadas como efectivas en la glicemia postprandial de los pacientes diabéticos con la aparejada reducción en la necesidad de secreción de insulina (42). La GGPH aumenta la viscosidad de los jugos del intestino delgado e impide la difusión de glucosa. En segundo lugar enlaza la glucosa, decrece la concentración disponible de la misma y retarda la acción de la α -amilasa a través de la encapsulación de los almidones (43). La viscosidad de los alimentos influye en la velocidad a la que estos abandonan el estómago. Una estrategia para disminuir la respuesta glicémica ha sido la de disminuir el vaciamiento gástrico usando goma xantana, la cual disminuye la digestión y la absorción intestinal. La goma xantana es más viscosa que la goma guar y la metilcelulosa, pero las tres tienen la misma capacidad de disminuir la respuesta glicémica. En un estudio donde se suministraron 12 g/d

de goma xantana a personas diabéticas se observó una disminución en los niveles de glucosa en sangre después de una hora de consumo.

En productos horneados el uso de salvado de trigo, de avena y otras fibras han demostrado una respuesta muy positiva en la reducción del IG de los alimentos y por consiguiente en la respuesta glicémica de las personas. Otra posible variante puede ser la inclusión en las formulaciones de mezclas de harinas de legumbres y tubérculos y cereales enteros con bajo IG que permitan la sustitución parcial de la harina de trigo. El almidón de las legumbres se digiere en el intestino delgado muy lentamente debido a la forma en la que está empaquetado en los amiloplastos y su relativamente elevado contenido en amilosa. La lenta digestión del almidón hace que pase gran cantidad de almidón resistente al intestino grueso (44) donde es fermentado por la flora presente. Éste se denomina almidón resistente y tiene características similares a la fibra. Además, dado que las legumbres poseen un elevado contenido en proteínas, se producen gran cantidad de interacciones almidón proteína, que disminuyen todavía más su digestibilidad. Por otro lado, la elevada cantidad de fibra y de factores antinutritivos, como los fitatos y los inhibidores de amilasa, pueden influir en gran medida en la digestibilidad del almidón. La baja digestibilidad del almidón de las legumbres tiene importantes efectos sobre la salud de las personas, por lo que son muy beneficiosas para personas con diabetes, hiperlipidemia y para prevenir el cáncer de colon (45).

REFERENCIAS

1. FAO, FIDA y PMA. *Fortalecimiento de un entorno favorable para la seguridad alimentaria y la nutrición*, Roma, FAO, 2014.
2. FAO, FIDA y PMA. *El crecimiento económico es necesario pero no suficiente para acelerar la reducción del hambre y la malnutrición*, Roma, FAO, 2012.
3. Lutz, M y León, A. *Aspectos nutricionales y saludables de los productos de panificación*, Valparaíso, Universidad de Valparaíso, 2009.
4. PAHO. *Salud en las Américas* [en línea]. Consultado 3 mayo 2015 en <http://www.paho.org/saludenlasamericas>.
5. WHO. *Asamblea Mundial de la Salud* [en línea]. Consultado 6 junio 2015 en http://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy_english_web.pdf.
6. Jiménez, S. *Propuesta de política multisectorial de promoción de estilos de vida saludables para disminuir la carga de las enfermedades crónicas no transmisibles en Cuba*, La Habana, MINSAP, 2011.
7. Panadés, E. *Alimentos para regímenes especiales/funcionales. Aspectos nutricionales, funcionales y tecnológicos para su desarrollo* (tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España) 1998, pp. 18-19.
8. F. Lajolo, F. Saura-Calixto, E. Wittig y E. Wenzel. Fibra dietética en Iberoamérica: tecnología y salud, en *Obtención y Caracterización de Fibra Dietética para su Aplicación en Alimentos para Regímenes Especiales*. Proyecto CYTED XI 6. Tosi, E.; Re, E.; Torres, R.; Degreef, M. y Ciappini, C (Eds.), Sao Paulo, Varela, 2001, pp. 156-162.

9. Bello, L.; García, F.; Méndez, G.; Oliveira, J.; Lajolo, F. y Cordenunsi, B. *Strach/Stärke* 58:283-291, 2006.
10. FAO/WHO. *Carbohydrates in Human Nutrition: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation*, 14-18 April 1997, Rome. FAO Food and Nutrition Paper No. 66. The role of the glycemic index in food choice, 1998.
11. Araya, H. y Lutz, M. *Rev. Chil. Nutr.* 30:8-14, 2003.
12. Augustin, L.; Franceschi, S.; Jenkins, D.J.; Kendall, C.W. y Vecchia, C. *Eur. J. Clin. Nutr.* 56:1049-1071, 2002.
13. Brand, J.C. *Nutr. Rev.* 61:49-55, 2003.
14. INDESPAN. *Carta de panes* [en línea]. Consultado 20 junio 2015 en www.indespan.com
15. OMS/FAO. *Informe de una consulta mixta FAO/OMS de expertos en régimen alimentario, nutrición y prevención de enfermedades crónicas*. OMS. Serie de Informes Técnicos 916. Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas, 2003.
16. Drewnowski, A. *Ann. Rev. Nutr.* 17:237-253, 1997.
17. Mattes, R.D. *Physiol. Behav.* 86: 691-697, 2005.
18. Birch, L.L. *Ann. Rev. Nutr.* 19:41-62, 1999.
19. Rolls, B.J.; Hetherington, M. y Burley, V.J. *Physiol. Behav.* 43:145-153, 1988.
20. Pong, L.; Johnson, J.M.; Barbeau, W.E. y Stewart, D.L. *Cereal. Chem.* 68:552-555, 1991.
21. Kim, H.; Yeom, H.W.; Lim, H.S. y Lim, S.T. *Cereal Chem.* 78:267-271, 2001.
22. Bath, D.E.; Shelke, K. y Hosney, R.C. *Cereal Food World* 37:495-500, 1992.
23. Khalil, A. H. *Plant Foods for Human Nutr.* 52:299-313, 1998.
24. Lakshminarayan, S.; Rathinam, V. y Krishna, L. *J. Sci. Food Agric.* 86:706-712, 2006.
25. Kim, H.; Yeom, H.; Lim, H. y Lim, S. *Cereal Chem.* 78:267-271, 2001.
26. Van den H.; Wils, D.; Pasmán, W.; Bakker M.; Saniez, M. y Kardinaal, A. *Europ. J. Clin. Nutr.* 58:1046-1055, 2004.
27. Jia, C.; Kim, Y.S.; Huang, W. y Huang, G. *Food Res. Int.* 41:930-936, 2008.
28. Kaur, A.; Singh, G. y Kaur, H. *J. Food Sci. Technol.-Mysore* 37:250-255, 2000.
29. Hamm, D.J. *J. Food Sci.* 49:419-423, 1984.
30. Mascioli, E.; Babayan, B.; Bistran, B. y Blackburn, G. J. *Parenteral. Enteral. Nutr.* 12:6-10, 1988.
31. Matthews, D.M. y Kennedy, J.P. *Food Technol.* 44:127-134, 1990.
32. Smith, R.; Finley, J. y Leveille, G. *Food Chem.* 42:432-439, 1994.
33. Softly, B.J., Huang, A. S., Finley, J.W., Petersheim, M., Yarger, R.G., Chrysam, M.M., Wieczorek, L.; Otterburn, S.; Manz, A. y Templeman, J. *J. Agric. Food Chem.* 42:461-467, 1994.
34. Hayes, J. y Riccio, E. *J. Agric. Food Chem.* 41:515-519, 1994.
35. Hayes, J.; Wilson, N.H.; Pence, D.H. y Williams, K. *J. Agric. Food Chem.* 42:528-530, 1994.
36. Calle, J. *Rev. Food Sci. Technol.* 12:25-37, 2012.
37. Olinger P. y Velasco V. *Cereal Foods World.* 41:110-117, 1991.
38. Ramírez, M. y Orozco, N. *Confitería. De lo artesanal a la tecnología*, Aguascalientes, Universidad Autónoma de Aguascalientes, 2011.
39. Edwards, W. *Royal Society of Chem. Cambridge*, pp. 92-93, 2000.
40. Farzanmehr, H. y Abbasi, S. *J. Text. Stud.* 40:536-553, 2009.
41. Levresse, P. *The Manuf. Confec.* 91(11):51-60, 2011.
42. Jenkins, D.; Leeds R.; Gassull, M.; Cochet, B. y Alberti G. *Intern. Med.* 86:20-23, 1977.
43. Alam, N.H. *Dietary fibers and their interferences with intestinal functions, especially absorption of macronutrients (carbohydrate, protein, and fat) and stool qualities*, Basilea, Universidad de Basilea, 1993.
44. Asp, N.; Van, Amelsvoort, J. y Hautvast, J. *Nutr. Res. Rev.* 9:1-31, 1996.
45. Tharanathan, R. y Mahadevanna, S. *Trends Food Sci. Technol.* 14:507-518, 2003.