

# Mejor sabor, más economía, mayor éxito

El Concepto Sunett® Multi-Sweetener ofrece mucho más

- *Sunett® Maximización del sabor dulce*  
*Sunett® armoniza con otros edulcorantes, produciendo un sabor muy semejante al del azúcar.*
- *Sunett® Estabilidad*  
*Una de las extraordinarias propiedades de Sunett® es su estabilidad, incluso bajo condiciones extremas.*
- *Sunett® Mejor Economía*  
*La sinergia cuantitativa de Sunett® con otros edulcorantes reduce la cantidad total de edulcorante necesaria para el nivel de dulzor deseado y en consecuencia, sus costos.*
- *Sunett® Innovación Endulzado Clásico*  
*Su producto conserva el mismo sabor y propiedades, sustituyendo parte del azúcar por Sunett®. Además de las calorías, disminuye el costo de endulzamiento.*
- *Sunett® Beneficios Únicos para la salud*  
*Sunett® puede combinarse con ingredientes funcionales para conseguir un sistema innovador con beneficios adicionales para la salud.*

Sunett®, la marca registrada de Nutrinova para el edulcorante acesulfamo-K

Nutrition Specialties Mexico  
S.R.L. de C.V., Mexico  
Teléfono: (52) (55) 5480-9120  
Telefax: (52) (55) 5480-9121  
E-mail: lduran@celanese.com.mx

**nutrinova**  
<http://www.nutrinova.com>

**Sunett®**  
Brand Sweetener

Creating sweet value

# Carbohidratos de Digestión Lenta:

## Beneficios de una Alimentación con bajo Índice Glicémico

La incidencia de la obesidad, la diabetes y las patologías cardiovasculares aumenta rápidamente, especialmente entre los jóvenes. Se le atribuye a la alimentación un papel decisivo en estas tendencias y por lo tanto es pertinente analizar la importancia que los alimentos amiláceos con alto contenido de carbohidratos de digestión lenta podrían tener para la salud pública.

### Introducción

**E**n los países industrializados, la incidencia de la obesidad y de las enfermedades degenerativas como la diabetes y las patologías cardiovasculares aumenta rápidamente, especialmente entre los jóvenes. Los expertos piensan que el estilo de vida y, más específicamente, la alimentación, tiene un papel decisivo en el recrudescimiento de estas patologías. Se suele recomendar que los carbohidratos representen idealmente entre el 50 y el 55% de la aportación energética total de nuestra alimentación. En este contexto, **el efecto en el metabolismo de los carbohidratos ingeridos podría tener un papel importante en la prevención o el tratamiento de ciertas patologías.** Existen varias formas de moderar la respuesta glicémica postprandial, como disminuir el contenido de carbohidratos disponibles (reemplazar los azúcares por polioles), consumir azúcares simples poco hiperglicemiantes (reemplazar la glucosa por la fructosa), estimular la secreción de insulina para reducir más rápidamente la glicemia, o incluso hacer más lenta la digestión de los

carbohidratos (optimización de los procedimientos de fabricación para limitar la gelatinización del almidón). Probablemente no todas ellas tengan a largo plazo los mismos beneficios para la salud. Los alimentos amiláceos (cereales y derivados, féculas, leguminosas, etc.) representan una parte importante de nuestra ingesta glucídica diaria y, al mismo tiempo, son cada vez más el fruto de la transformación industrial. Por lo tanto es pertinente interrogarse sobre la importancia que los alimentos amiláceos con alto contenido de carbohidratos de digestión lenta podrían tener para la salud pública.

### La noción de carbohidratos de digestión lenta

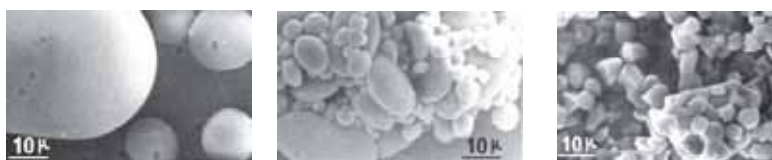
#### Azúcares, oligosacáridos y polisacáridos

Para la mayor parte de los animales los carbohidratos constituyen la principal fuente de energía, y no sólo proveen la energía necesaria para el funcionamiento del organismo viviente sino que también intervienen en la construcción celular. Con un valor energético

co de 4 kcal (17 kJ) por gramo, la clasificación bioquímica de los carbohidratos permite distinguir tres categorías, de acuerdo a su nivel de polimerización (1):

- ▶ los **mono y disacáridos**, o azúcares; los primeros están constituidos por un solo sacárido (se habla entonces de monosacárido, por ejemplo, de glucosa, fructosa o incluso galactosa), y los segundos por dos sacáridos (disacáridos: sacarosa, lactosa, maltosa). También existe el grupo de azúcares de alcohol o polioles.
- ▶ los **oligosacáridos**, constituidos por 3 a 9 sacáridos: \* los malto-oligosacáridos, compuestos por uni-

**Figura 1 - Gránulos de almidón industriales (microscopía de barrido electrónico): almidón de patata (a), de trigo (b), de arroz (c).**



(Fuente : INRA-Nantes, Francia)

dades de glucosa, son digestibles y se obtienen por transformación (por ejemplo, las maltodextrinas, fruto de la hidrólisis del almidón); \* los demás oligosacáridos (rafinosa, estaquirosa, etc.), presentes naturalmente en las plantas, poco digestibles.

### Cuadro 1

**Terminología. Existen distintos términos en el universo de los carbohidratos, algunos de los cuales están hoy desaconsejados por los expertos. Así pues, es útil diferenciarlos claramente.**

El término	designa...	Fuentes
Azúcares (en plural) Azúcares simples	Todos los monosacáridos y los disacáridos.	(43)
Azúcar (en singular) Azúcar refinado Azúcar de mesa	La sacarosa purificada.	
Azúcares añadidos	Son los azúcares añadidos por el fabricante o por el consumidor, por oposición a los azúcares naturalmente presentes en el alimento.	(44)
Azúcares libres	Son los azúcares añadidos, más los azúcares naturalmente presentes en la miel, los jarabes y los zumos de fruta.	(26)
Azúcares intrínsecos / extrínsecos	Los azúcares intrínsecos forman parte integrante de los alimentos no procesados (ejemplo: los azúcares presentes en las células de la fruta y la verdura). Los azúcares extrínsecos son aquellos que no están localizados en la estructura celular de un alimento; entre ellos se encuentran los azúcares de la leche (lactosa), de los zumos de fruta, de la miel y los azúcares añadidos.	(45)
Almidón	Polisacárido de reserva, de origen vegetal, formado por unidades de glucosa unidas por enlaces alfa 1-4 y alfa 1-6.	
Fibras	Existen numerosas definiciones de fibra, pero emplearemos la siguiente: fracción de la parte comestible de las plantas que no se digiere ni es absorbida por el intestino delgado; que habitualmente fermenta parcial o totalmente en el colon; que tiene uno o varios efectos benéficos (efecto laxante, disminución de la colesterolemia, modulación de la glicemia); y los análogos sintéticos que poseen las mismas propiedades.	(46)
Carbohidratos simples / complejos	Los carbohidratos simples son los azúcares (cf. más arriba). Los carbohidratos complejos incluyen el almidón solo o combinado con otros polisacáridos.	(47)
Carbohidratos disponibles / no disponibles	Carbohidratos utilizables/no utilizables como fuente de energía para el organismo. Los «carbohidratos disponibles» incluyen el almidón y los azúcares solubles. Existen carbohidratos que están en parte disponibles y en parte no disponibles.	(48)
Carbohidratos glicemiantes / no glicemiantes	Carbohidratos que aportan / que no aportan glucosa al organismo. Los carbohidratos disponibles se metabolizan y tienen consecuencias sobre la glicemia.	(1)
Non-starch polysaccharides (NSP) = Polisacáridos no almidonosos (PNA)	Todos los carbohidratos no digeridos. La gran mayoría de las fibras pertenecen a esta categoría.	(49)
Almidón resistente	Fracción del almidón no accesible a las enzimas digestivas por razones mecánicas, físicas o fisicoquímicas.	(50)
Slowly available glucose (SAG) = Glucosa lentamente disponible Rapidly available glucose (RAG)	Fracciones de carbohidratos disponibles en un alimento, identificadas en base a la velocidad con que se liberan las unidades de glucosa en la sangre.	(51)

► los **polisacáridos**, constituidos por 10 a 100.000 sacáridos, se reparten en dos familias: \* los **almidones**, digestibles, presentes en numerosos alimentos como maíz, trigo, patatas o mandioca. El origen botánico del almidón influye en el tamaño y la morfología de los gránulos, en la proporción de amilosa y de amilopectina, y en su disposición espacial (cf. figura 1). Estas diferencias condicionan la digestibilidad del almidón. \* la otra familia de polisacáridos, no digestibles, está constituida por las **fibras** alimentarias, fermentadas en parte por la flora cólica, e incluye la celulosa, las hemicelulosas, los hidrocoloides (pectinas, guar, etc.).

Esta clasificación, puramente bioquímica, remite de forma imperfecta a los efectos fisiológicos de los carbohidratos y especialmente a su metabolismo específico durante la digestión. Así, otra forma de abordar los carbohidratos se funda en la introducción de conceptos que caracterizan su devenir en el organismo (cf. cuadro 1).

#### **¿Qué es un carbohidrato de digestión lenta?**

Se ha observado que diferentes fuentes de carbohidratos se digieren y absorben a diferente velocidad. Por esta razón la velocidad de digestión es un criterio pertinente, lo que explica la aparición del concepto de **carbohidrato de digestión lenta**. En efecto, en la digestión de los alimentos, especialmente

la de los carbohidratos, intervienen mecanismos complejos: la masticación, el vaciamiento gástrico, la transformación en monómeros, la absorción a nivel de los enterocitos del intestino delgado y, finalmente, su incorporación a la circulación sanguínea que se manifiesta por una elevación de la glicemia. Las diferencias en la digestión de los carbohidratos hacen aumentar la glicemia de forma desigual. Así, los carbohidratos de digestión lenta (CDL) pueden diferenciarse de los carbohidratos de digestión rápida: los primeros hacen pasar más lentamente a los monosacáridos en la sangre y por lo tanto generan un pico glicémico más moderado (2-4).

#### **La importancia del flujo de carbohidratos**

En el ser humano, el método más práctico consiste en medir la concentración de glucosa en el circuito venoso periférico, utilizando varios isótopos estables de la glucosa, lo que permite calcular el flujo de glucosa exógena. Este método ha permitido mostrar que **los productos amiláceos con alto contenido de CDL suscitan una aparición más prolongada de la glucosa en la sangre venosa periférica** que los productos amiláceos con escaso contenido de CDL (5;6).

Así, la glicemia que se mide en el circuito venoso periférico puede reflejar la velocidad de digestión de los carbohidratos, aunque sea el resultado de todos los intercambios de glucosa entre los diferentes tejidos. Paralela-

#### **Cuadro 2.**

**Factores críticos (en negrita) que pueden influir en la gelatinización del almidón durante la fabricación de algunos productos a base de trigo (Fuente : Danone Vitapole)**

Procedimiento	Humedad	Temperatura	Tiempo de cocción	Presión	Gelatinización del almidón
Productos de panificación	40%	~210°C	20 min	Atmosférica	Fuerte
Crackers	10-20%	~300°C	2-3 min	Atmosférica	Media
Corn flakes	30%	130/300°C	~60/2 min	2 bares /Atmosférica	Fuerte
Cereales extrudidos	10-30%	150°C	5 min	50-100 bares	Fuerte
Galletas	5-20%	250°C	5-10 min	Atmosférica	Débil

mente, la hiperglicemia pone en marcha un sistema de regulación a través de la secreción de insulina por parte del páncreas. Una hiperglicemia importante estimula tanto más la secreción de insulina. Ahora bien, altas concentraciones plasmáticas de glucosa y insulina han sido asociados con efectos deletéreos para el organismo (7).

Por lo tanto, el interés de los CDL es triple:

- ▶ permiten un ingreso más prolongado de los carbohidratos en el organismo (especialmente de la glucosa);
- ▶ sólo aumentan moderadamente la glicemia después de una comida con alto contenido de carbohidratos, por ejemplo el desayuno;
- ▶ inducen una respuesta insulinémica moderada.

#### **Elegir los alimentos**

Las dietas contemporáneas incluyen numerosas fuentes alimentarias de almidón: pan, arroz, pastas, mandioca, patatas, maíz, trigo, judías, etc. Cada una de estas fuentes tiene un contenido diferente de carbohidratos de digestión lenta (CDL), que responde a la accesibilidad de las enzimas al almidón, a su grado de gelatinización, a la dimensión de las partículas ingeridas y a la proporción entre amilosa y amilopectina, etc.

Así, cuanto mayor es el contenido de amilosa de un carbohidrato, más lenta será su degradación estomacal (8;9). A la inversa, un alimento con elevado contenido de amilopectina será más fácilmente hidrolizable (10). No obstante, el procedimiento de fabricación puede tener una importante influencia en el contenido de CDL de los alimentos amiláceos.

#### **Influencia del procedimiento de fabricación**

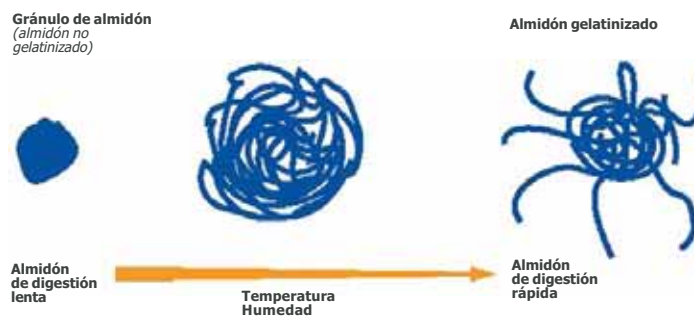
En el gránulo de almidón se producen importantes modificaciones estructurales cuando se calienta a más de

60°C en presencia de agua (cf. figura 2). El primer cambio consiste en la destrucción de los enlaces polares.

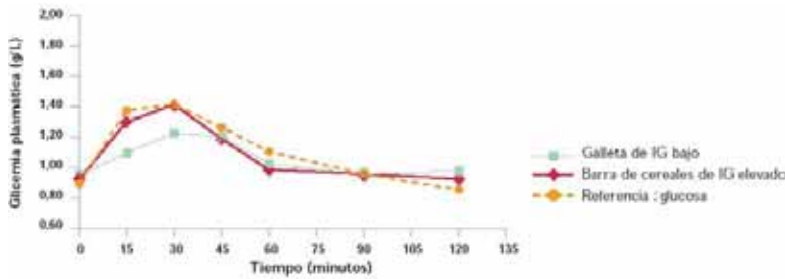
Cuando aumenta la temperatura, los enlaces hidrógenos se rompen y el agua es absorbida por los gránulos de almidón, con lo cual se hinchan aumentando así la viscosidad de la solución. A este fenómeno sigue una solubilización de las pequeñas moléculas como la amilosa que entonces resulta exudada del gránulo.

La gelatinización produce un engrudo de almidón. También induce un drástico aumento de la susceptibilidad del almidón a la hidrólisis de las enzimas específicas, las amilasas (11). Por eso, un almidón gelatinizado se digiere más rápidamente (12). Estas transformaciones del almidón y la modificación de la velocidad de digestión de los carbohidratos que resulta de ellas han sido estudiadas en diversos procesos de fabricación (13). La humedad del producto antes de la cocción, la temperatura, el tiempo de cocción y la presión son otros tantos factores que influyen. Por ejemplo, en la elaboración de conservas y en la panificación se da la conjunción de una humedad importante con elevadas temperaturas. Al contrario, la cocción de galletas en condiciones de muy escasa humedad sólo afecta parcialmente la digestibilidad del almidón (cf. cuadro 2).

**Figura 2 - Esquema simplificado de la gelatinización del almidón**



**Figura 3 - Ejemplo de la curva glicémica de la glucosa utilizada como referencia y comparada con dos alimentos (Datos Danone Vitapole)**



### Índice Glicémico

En términos generales, los productos de panificación y las patatas ofrecen un Índice Glicémico (IG) elevado; la verdura y los granos no transformados industrialmente un IG medio y, finalmente, la fruta, las leguminosas y otros productos derivados de cereales un IG bajo (cf. cuadro 3). No obstante, en cada grupo de alimentos, puede haber importantes variaciones de IG en función del tipo de azúcar, del origen botánico del almidón, de los procedimientos de fabricación o de preparación de los alimentos (14).

### ¿Qué es el IG?

El **índice glicémico** corresponde al área incremental bajo la curva de respuesta glicémica inducida por una porción de 50 g de carbohidratos disponibles provenientes de un alimento sometido a prueba, y se expresa como un porcentaje de la respuesta producida por una porción glucídica igual aportada por un alimento que sirve de control (glucosa) consumido por el mismo sujeto (1) (véase la figura 3).

Se ha elaborado un protocolo de experimentación estandarizado (15). Se han propuesto valores de referencia para establecer una clasificación simple de los alimentos en forma de tres categorías:

**Índice glicémico bajo: IG = 55**

**Índice glicémico medio: 55 < IG = 70**

**Índice glicémico elevado: IG > 70**

El IG de una comida se calcula a partir del IG de cada uno de los alimentos glucídicos que lo componen. Este IG estimado corresponde a la suma ponderada de los IG de cada alimento glucídico consumido, a prorrata de su proporción en la carga glucídica total (16;17). No obstante, sigue en pie el debate sobre la influencia de los alimentos no glucídicos en esta relación entre el IG de la comida ingerida y el IG de sus diferentes alimentos constitutivos.

### Un método confirmado

El método de análisis del IG se ha estandarizado: requiere grupos de diez sujetos como mínimo, a partir de los cuales se calcula una media.

Los sujetos consumen diariamente un único alimento que se ingiere con agua por la mañana, después de 10 a 12 horas de ayuno. Es menester definir correctamente el **alimento de referencia**: glucosa, según la definición de la OMS, o pan blanco. Cada uno tiene sus ventajas e inconvenientes. Así, la glucosa como referencia permanece, por cierto, invariable, ya que todas las soluciones de glucosa son idénticas, pero no es un alimento sólido y no recurre al mecanismo de masticación. El pan blanco como referencia (de tipo pan de miga) tiene la ventaja de constituir un alimento, pero no todos los panes blancos son idénticos y, por lo tanto, existe el riesgo de una variabilidad de la referencia de un laboratorio a otro. Con la glucosa como referencia, el IG de la glucosa es, por definición, igual a 100 y el IG del pan blanco es de 71. Por lo tanto, es posible convertir un IG basado en la glucosa en un IG en basado en el pan blanco multiplicándolo por 1,4.

Además, como la respuesta glicémica a un mismo alimento puede **variar a lo largo del día**, el método impone una análisis por la mañana, en ayunas. Por último, un reciente estudio entre siete laboratorios ha propuesto que evalúen el IG de cuatro alimen-

tos idénticos, con pequeñas variaciones de protocolo. Aunque el valor absoluto del IG varía de un laboratorio a otro, los diferentes laboratorios han obtenido la misma clasificación de los productos (18).

### **IG : ventajas y límites**

Muchos científicos y la OMS consideran actualmente el IG como uno de los posibles marcadores biológicos de la calidad nutricional de los carbohidratos. Es el marcador que se emplea más a menudo, sobre todo porque es fácil utilizar este test en el ser humano y resulta poco exigente para los sujetos (respuesta en 2 horas con sujetos normales y 3 horas con diabéticos), y además tiene amplio reconocimiento ya que se apoya en un protocolo internacional publicado por la OMS.

Pero existen otros argumentos en favor del IG: primero, se lo emplea desde hace mucho tiempo, lo que facilita la comunicación de los resultados entre los científicos, es discriminante, tiene sentido desde el punto de vista fisiológico y es relativamente robusto (reproducibile). Además, algunas recomendaciones alimentarias destinadas a los sujetos diabéticos y, más recientemente, a los sujetos sanos, se basan en el IG (1). No obstante, todavía no hay consenso si nos referimos por ejemplo a dos asociaciones de envergadura internacional como la ADA (*American Diabetes Association*) y la EASD (*European Association for the Study of Diabetes*). La primera acepta el hecho de que el consumo de una alimentación con bajo IG puede reducir puntualmente la hiperglicemia postprandial, pero piensa que las pruebas a largo plazo son insuficientes. La segunda recomienda substituir los alimentos con alto IG por otros alimentos con bajo IG 19;20). **El IG es un excelente parámetro para diferenciar los alimentos glucídicos en función de su poder hiperglicemiante**, mientras que las descripciones bioquímicas clásicas no lo

permiten o lo hace de forma muy imperfecta. Sin embargo, **el IG sólo debe servir para comparar alimentos de la misma categoría**, como los productos elaborados con cereales entre sí, a todos los productos con alto contenido de almidón (féculas, leguminosas, etc.), o bien unas frutas con otras. Las comparaciones de IG entre alimentos de composición muy diferente, como una fruta y un producto elaborado con cereales, por ejemplo, pueden inducir conclusiones erróneas (cf. cuadro 3).

En conclusión, hay que tener presente que **el IG por sí solo no basta para definir la calidad nutricional de un alimento** y que sólo describe una faceta de su calidad glucídica, es decir la amplitud de la respuesta glicémica después de consumir ese alimento. Concretamente, en todos los alimentos amiláceos un bajo IG permi-

**Cuadro 3.**  
**Algunos ejemplos de valores de índice glicémico (referencia:glucosa)**

<b>Productos elaborados con cereales</b>	
Baguette	95
Cereales con chocolate para el desayuno	84
Pan completo (harina de maíz)	77
Galleta con mermelada (*)	71
Arroz blanco	64
Baguette + mantequilla + mermelada	62
Espaguete	59
Galleta de bajo nivel de IG para el desayuno	49
Cereales con alto contenido de fibras para el desayuno	42
Pan de centeno con trozos de cereales (tipo pumpernickel)	41
<b>Leguminosas y patatas</b>	
Patatas (hervidas)	85
Guisantes	48
Lentejas verdes (cocinadas)	30
<b>Frutas</b>	
Banana	52
Naranja	42
Manzana	38
Pera	38
<b>Productos lácteos</b>	
Yogur (con azúcar)	33
Leche	31
Yogur de bajas calorías con frutas (con edulcorante)	14
<i>Fuentes : (14) excepto (*) : (4)</i>	

te reconocer cuáles son los alimentos con alto contenido de carbohidratos de digestión lenta. Una vez identificados, es posible aumentar su consumo, reemplazando alimentos de la misma categoría pero con un elevado índice de IG (un pan con bajo IG puede reemplazar un pan con elevado IG, un muesli o una galleta con bajo IG para el desayuno puede reemplazar a los cereales con elevado IG, etc.).

### **Interés que tiene para la salud una alimentación con bajo índice glicémico y elevado contenido de carbohidratos de digestión lenta**

#### **Interés demostrado en prevención de diabetes de tipo II**

La diabetes es una patología vinculada a un déficit de insulina que aparece en razón de una brusca disminución de la producción de esta hormona por el páncreas (diabetes de tipo I), o bien debido a la resistencia que van adquiriendo los tejidos del paciente a la insulina (diabetes de tipo II, más frecuente). Esta carencia se manifiesta por una hiperglicemia. La evolución de la diabetes depende, además del tratamiento medicamentoso, de la dieta alimentaria (energía total, proteínas, lípidos, carbohidratos, azúcares, fibras, etc.). Diversos estudios epidemiológicos sugieren que las dietas con escaso nivel de IG podrían resultar beneficiosas para prevenir la diabetes, poniendo en

correlación el IG del régimen, al igual que la carga glicémica, con la incidencia de la diabetes de tipo II (21;22). Así, una gran mayoría de estudios sugiere que los alimentos y regímenes con escaso nivel de IG ofrecen mayores ventajas para la salud que los alimentos con elevado nivel de IG (23;24). A corto plazo, una comida con bajo IG disminuye el pico glicémico postprandial, mejora la respuesta lipídica sanguínea de los pacientes y disminuye los episodios de hipoglicemia (23). Un reciente análisis basado en los resultados de 14 estudios clínicos ha mostrado que una alimentación con escaso nivel de IG se correlaciona con una disminución de la concentración de hemoglobina glicosilada y de fructosamina, dos marcadores importantes que reflejan el control de la glicemia y que están vinculados a las complicaciones potenciales de la diabetes (25). Además, diversos trabajos realizados con animales y seres humanos concuerdan en mostrar una mejoría de la sensibilidad a la insulina después de una alimentación de bajo nivel de IG, respecto a una alimentación de IG elevado (7). Así se ha puesto en evidencia que una alimentación de IG bajo mejora el funcionamiento de las células beta (53). Numerosas pruebas obtenidas a corto plazo muestran pues que es conveniente una alimentación con bajo nivel de IG para prevenir la diabetes y consolidar su tratamiento. Ahora resulta indispensable

### **Reducir el índice glicémico de los alimentos amiláceos: aspectos prácticos**

<b>Acciones posibles para reducir el índice glicémico de los alimentos amiláceos</b>	<b>Ejemplos</b>
Añadir granos	Pan con cereales completos, pan negro de centeno (pumpernickel)
Utilizar harina molida gruesa	Pan a base de harina molida gruesa
Enriquecer con fibras de alta viscosidad	Betaglucanos
Seleccionar los cereales	Pan a base de cebada, mueslis a base avena, arroz con alto contenido de amilosa
Evitar la gelatinización del almidón	Galletas a base de trigo
Elegir un procedimiento que produzca ácidos orgánicos	Pan negro de centeno (pumpernickel), pan con levadura
Proteger el almidón con una red	Pastas destinadas a la alimentación
Seleccionar cereales con escasa o ninguna transformación	Arroz moreno

confirmar estos beneficios por medio de **estudios a largo plazo en muestras significativas**.

### Otros campos de investigación

► *Control del peso en sujetos normales y tratamiento de la obesidad*

La obesidad es un importante factor de riesgo en algunas enfermedades crónicas como la diabetes de tipo II, las enfermedades cardiovasculares y algunos cánceres. La lucha contra la obesidad es tanto más crucial que la población de obesos aumenta dramáticamente en el mundo (26). Para un sujeto obeso, la única forma de perder peso es obtener un balance negativo entre la aportación y el gasto energético (restricción calórica y/o actividad física). Varios estudios han mostrado que, cuando los sujetos obesos o con sobrepeso se ven sometidos a una restricción calórica, una dieta con IG bajo facilita la pérdida de peso (27;28). Esta mayor pérdida de peso con una dieta restrictiva de IG bajo podría vincularse a una mayor saciedad y a una mejor utilización de las reservas adiposas (29). En sujetos de peso normal, la prevención del aumento de peso supone ante todo un equilibrio preciso entre la ingesta alimentaria y el gasto energético. En este contexto, una alimentación con bajo nivel de IG parece más favorable para mantener el peso habitual. En efecto, una alimentación con bajo nivel de IG induce una mejor sensibilidad a la insulina y, por lo tanto, un mejor control de la glicemia y de los lípidos circulantes. Además, las modificaciones metabólicas vinculadas al consumo de alimentos de bajo nivel de IG pueden inducir una mejor utilización de los lípidos (24;29). A la inversa, se ha podido observar una correlación entre una alimentación con elevado nivel de IG en sujetos normales y el aumento de peso, fenó-

meno que se estaría vinculado a una menor sensación de saciedad entre las comidas y a un mayor almacenamiento de lípidos (30). Así, una alimentación con bajo nivel de IG parece ser un punto positivo en el tratamiento de la obesidad en el marco de un régimen restrictivo equilibrado y controlado, y permitiría conservar más fácilmente el mismo peso al sujeto de peso normal en el marco de una alimentación equilibrada, paralelamente al desarrollo de una actividad física. No obstante, todos estos resultados, muy prometedores, quedan por confirmar a través de estudios clínicos a largo plazo.

► *Prevención de enfermedades coronarias*

Diabetes y obesidad no son los únicos campos de estudio sobre el eventual papel positivo de una alimentación con bajo nivel de IG (31). Los

estudios epidemiológicos han mostrado que una carga glicémica elevada se asocia directamente a un aumento del riesgo de aparición de enfermedades cardiovasculares. Por el contrario, se ha correlacionado una alimentación con bajo nivel de IG con un riesgo inferior (32). Además, se ha asociado una alimentación con bajo nivel de IG con elevadas concentraciones de colesterol HDL, lo que se considera un resultado positivo (33). Los efectos positivos del bajo nivel de IG en relación con el riesgo cardiovascular podrían explicarse por la mejora del perfil lipídico, ya que una mejor sensibilidad a la insulina puede inducir una mejora de los factores de trombosis y de las funciones endoteliales (34). No obstante, a pesar del beneficio real de una alimentación de bajo nivel de IG en la prevención del riesgo cardiovascular, aún faltan pruebas para elaborar una argumentación más clara.

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS DE





**INFRARROJO CERCANO  
PARA ANALISIS DE  
PROTEINA, GRASA O ACEITE,  
HUMEDAD**

PARA DETERMINACIONES... DONDE MAS LO NECESITAS... CUANDO MAS LO NECESITAS

TRIGO, ARROZ, MAIZ,  
AVENA, FRIJOL, SOYA,  
CEBADA, CANOLA,  
MOSTAZA, ETC.

HARINAS, GALLETAS,  
PAN

BOTANAS, FRITURAS



**PORTATILES Y DE LABORATORIO**

MAYONESA,  
QUESOS,  
MARGARINAS,  
MANTEQUILLAS,  
YOGURT

CARNE CRUDA,  
CARNES FRIAS  
Y MUCHOS MAS

METODO DE ANALISIS POR TRANSMITANCIA DIFUSA, DETECTOR DE ESTADO SOLIDO, NO REQUIERE DE PREPARACION ESPECIAL DE MUESTRA, CALIBRAONES PREDETERMINADAS DE FABRICA O CALIBRAMOS DE ACUERDO A SU PRODUCTO



**HUMEDAD EN POLVOS**



**PORTATIL PARA LINEAS DE PROCESO EN PAPELERAS**



**OCTANOS Y CETANOS EN GASOLINA Y DIESEL**

**GENERADORES DE OZONO**



**POTABILIZACION DE AGUA  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
DESINFECCION DE AIRE  
DESINFECCION DE ALIMENTOS  
REFRIGERADORES Y CONGELADORES**

**EQUIPO BASICO DE LABORATORIO**

**HORNOS DE SECADO HECHOS A LA MEDIDA**

**INCUBADORAS**

**CAMARAS DE HUMEDAD**

**MESAS ANTIVIBRATORIAS**

**PREGUNTE POR NUESTROS PRECIOS AL TEL/FAX 55 37 15 58, 55 37 47 14**  
**syv\_tecnologia@terra.com.mx , syv\_tecnologia@yahoo.com.mx**

► *Ejercicio físico*

El empleo del IG también resulta útil para los deportistas. Los alimentos con bajo y alto nivel de IG son, ambos, beneficiosos en diferentes momentos: varias horas antes de un esfuerzo físico, se recomienda consumir alimentos con bajo nivel de IG (35;36), mientras que se privilegia el consumo de alimentos con elevado nivel de IG durante la actividad física (37).

► *Resultados cognitivos*

El cerebro utiliza la glucosa como principal sustrato energético. Por eso es importante garantizar una ingesta suficiente de carbohidratos. Se ha demostrado que los niños que no tomaban un desayuno tenían menor capacidad de atención y de memorización (38). Asimismo, es indiscutible que un significativo aumento de la glicemia, como se ha podido observar inmediatamente después de una comida, mejora la función cerebral a corto plazo. Este efecto, observado en el animal y el ser humano, se atribuye a un mayor ingreso de glucosa en las células cerebrales (39;40). Una observación original ha comparado recientemente dos grupos de ratas, uno que había tomado un «desayuno» amiláceo con un elevado nivel de IG, y el otro un «desayuno» amiláceo con bajo nivel de IG. En este último grupo, se observa una mejor capa-

cidad de aprendizaje tres horas después de la comida. Del mismo modo, se puede observar que se obtienen mejores resultados durante un test mnemónico en el ser humano tres horas después de un desayuno de bajo nivel de IG (41). Ahora bien, por otra parte se ha mostrado que en la rata, tres horas después de la comida, la glicemia vuelve a un nivel idéntico en ambos grupos (42). La glicemia en un momento dado no sería pues suficiente para explicar los resultados cognitivos y también habría que tener en cuenta un «histórico» de absorción más o menos prolongado (5).

Las conclusiones de la investigación sobre los beneficios de una alimentación con bajo nivel de IG no se pueden extrapolar directamente a una alimentación con alto contenido de carbohidratos de digestión lenta (CDL). Ya que si todos los alimentos con alto contenido de CDL tienen un bajo nivel de IG, no todos los alimentos con bajo nivel de IG tienen un alto contenido de CDL. Por ejemplo, el tipo y la cantidad de fibras (intrínsecas o añadidas) pueden influir en el IG. En efecto, las fibras solubles de elevada viscosidad pueden retrasar el proceso digestivo y disminuir así el IG (3). Asimismo, el tipo y cantidad de azúcares simples tienen un impacto en el IG.

El metabolismo de la fructosa (fructosa libre o resultante de la sacarosa) produce una respuesta glicémica inferior a la de la glucosa. En lo que respecta a los azúcares de alcohol, algunos de ellos no son absorbidos y otros no son convertidos en glucosa metabolizable. Esto implica que la incorporación de azúcares de alcohol puede reducir el contenido de carbohidratos disponibles de un alimento y, por lo tanto, su IG. A través de estos diversos enfoques es posible reducir el IG sin aportar CDL.

Los alimentos con alto contenido de CDL son, pues, un subconjunto de los alimentos de bajo nivel de IG. **En los hechos, las personas sedentarias y que gozan de buena salud pueden reducir el IG de su alimentación diaria reemplazando total o parcialmente los alimentos amiláceos con elevado nivel de IG por alimentos amiláceos con bajo nivel de IG.** Por lo demás, esto coincide con las recomendaciones alimentarias (20).

### **Conclusión y perspectivas**

Los alimentos ricos en carbohidratos de digestión lenta (CDL), que conducen a una alimentación con índice glicémico (IG) bajo, revisten un genuino interés en materia de sanidad pública. Dicho interés ya se ha estudiado ampliamente en el marco del tratamiento y de la prevención de la diabetes, por lo cual algunas asociaciones internacionales recomiendan el consumo de alimentos con bajo IG. Asimismo, existe un haz de presunciones que tiende a promover regímenes alimentarios en los que se privilegien los alimentos con bajo IG para evitar el aumento de peso y luchar contra la obesidad, e incluso contra la hipercolesterolemia y contra algunas enfermedades coronarias. Los procedimientos de fabricación constituyen un factor importante en la transformación del almidón.

En efecto, el almidón puede ser de digestión rápida y corresponder a alimentos de IG elevado, mientras que,



Foto cortesía de Anuga

preservándolo mejor, se obtienen alimentos ricos en CDL y, por lo tanto, con bajo IG. En ese sentido, la industria agroalimentaria desempeña un papel importante en la fabricación de productos amiláceos ricos en CDL. Para identificar dichos alimentos, el medio más sencillo y eficaz de comunicar la información relativa al IG a los profesionales de la salud y a los consumidores parecería ser la presentación del IG en la etiqueta, siempre y cuando el producto respete determinados criterios de calidad nutricional.

Obviamente, esta indicación se añadiría al detalle de la composición nutricional, ya mencionada en los envases. Además, podría resultar interesante informar al público que existen distintas categorías de productos con bajo IG, según los factores que se elijan para reducir dicho índice. Esto sólo tiene sentido en el marco de una política más amplia de educación del público sobre el tema de la alimentación y la salud pública.

## Bibliografía

1. FAO/WHO. Carbohydrates in human nutrition. Report of a joint FAO/WHO expert consultation, Rome, Italy, 14-18 April, 1997. *FAO Food Nutr.Pap.*66. 1998.
2. Jenkins DJ,Wolever TM,Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin J, Bowling AC, Newman HC, Jenkins AL, Goff DV. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am.J.Clin.Nutr.* 1981;34(3):362-6.
3. Björck I, Granfeldt Y, Liljeberg H,Tovar J,Asp NG. Food properties affecting the digestion and absorption of carbohydrates. *Am.J.Clin.Nutr.* 1994;59(3 Suppl):699S-705S.
4. Englyst KN,Vinoy S, Englyst HN, Lang V. Glycaemic index of cereal products explained by their content of rapidly and slowly available glucose. *Br.J.Nutr.* 2003;89(3):329-40.
5. Vinoy S, Normand S, Rabasa R, Lang V, Louche-Pelissier C, Peyrat J, Maitrepierre C, Laville M. Appearance of exogenous glucose differs in function of the digestibility of carbohydrates eaten at breakfast. Accepted as a poster communication at the 9th European Congress of Nutrition, Rome, Octubre 2003 ; and for publication in the *Annals of Nutrition & Metabolism.* 2003.
6. Normand S, Khalfallah Y, Louche-Pelissier C, Pachiaudi C,Antoine JM, Blanc S, Desage M, Riou JP, Laville M. Influence of dietary fat on postprandial glucose metabolism (exogenous and endogenous) using intrinsically (13)C-enriched durum wheat. *Br.J.Nutr.* 2001;86(1):3-11.
7. Ludwig DS.The glycemic index: physiological mechanisms relating to obesity, diabetes, and cardiovascular disease. *JAMA* 2002;287(18):2414-23.
8. Goddard MS,Young G, Marcus R.The effect of amylose content on insulin and glucose responses to ingested rice. *Am.J.Clin.Nutr.* 1984;39(3):388-92.
9. Granfeldt Y, Drews A, Björck I.A repas made from high amylose corn flour produce favorably low glucose and insulin responses in healthy humans. *J.Nutr.* 1995;125(3):459-65.
10. Van Amelsvoort JM,Weststrate JA.Amylose-amylopectin ratio in a meal affects postprandial variables in male volunteers. *Am.J.Clin.Nutr.* 1992; 55(3):712-8.
11. Bornet F,Thibault JF.Technological treatments of cereals. Repercussions on the physiological properties of starch. *Carbohydr.Polym.* 1993;21(2-3):195-203.
12. Colonna P, Leloup V, Buléon A. Limiting factors of starch hydrolysis. *Eur.J.Clin.Nutr.* 1992;46 (Suppl. 2):S17-S32.
13. Vinoy S, Gerard C, Lang V.The glycemic index of cereal foods commonly consumed at breakfast depends on the type of food processing (abstract). *Ann.Nutr.Metab.* 2001;45(Suppl 1):5.06.015.
14. Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am.J.Clin.Nutr.* 2002;76(1):5-56.
15. Wolever TM, Jenkins DJ, Jenkins AL, Josse RG. The glycemic index: methodology and clinical implications. *Am.J.Clin.Nutr.* 1991;54(5):846-54.
16. Gannon MC, Nuttall FQ,Westphal SA, Fang S, Ercan-Fang N.Acute metabolic response to highcarbohydrate, high-starch meals compared with moderate-carbohydrate, low-starch meals in subjects with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 1998;21(10):1619-26.
17. Wolever TM, Bolognesi C. Prediction of glucose and insulin responses of normal subjects after consuming mixed meals varying in energy, protein, fat, carbohydrate and glycemic index. *J.Nutr.* 1996;126(11):2807-12.
18. Wolever TM,Vorster HH, Björck I, Brand-Miller J, Brighenti F, Mann JI, Ramdath DD, Granfeldt Y, Holt S, Perry TL,Venter C, Xiaomei W. Determination of the glycaemic index of foods: interlaboratory study. *Eur.J.Clin.Nutr.* 2003;57(3):475-82.
19. American Diabetes Association. Evidence-based nutrition principles and recommendations for the treatment and prevention of diabetes and related complications. *Diabetes Care* 2002;25(1):202-12.
20. The Diabetes and Nutrition Study Group (DNSG) of the European Association for the Study of Diabetes (EASD). Recommendations for the nutritional management of patients with diabetes mellitus. *Eur.J.Clin.Nutr.* 2000;54(4):353-5.



Foto cortesía de Anuga

21. Salmerón J, Ascherio A, Rimm EB, Colditz GA, Spiegelman D, Jenkins DJ, Stampfer MJ, Wing AL, Willett WC. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. *Diabetes Care* 1997;20(4):545-50.
22. Salmerón J, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz GA, Wing AL, Willett WC. Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *JAMA* 1997;277(6):472-7.
23. Willett W, Manson J, Liu S. Glycemic index, glycemic load, and risk of type 2 diabetes. *Am.J.Clin.Nutr.* 2002;76(1):274S-80S.
24. Augustin LS, Franceschi S, Jenkins DJ, Kendall CW, La Vecchia C. Glycemic index in chronic disease: a review. *Eur.J.Clin.Nutr.* 2002;56(11):1049-71.
25. Brand-Miller J, Hayne S, Petocz P, Colagiuri S. Lowglycemic index diets in the management of diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Care* 2003;26(8):2261-7.
26. FAO/WHO. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint WHO/FAO Expert Consultation, Geneva, Switzerland, 28 January - 1 February 2002. *WHO Technical Report Series*;916. 2003.
27. Spieth LE, Harnish JD, Lenders CM, Raezer LB, Pereira MA, Hangen SJ, Ludwig DS. A low-glycemic index diet in the treatment of pediatric obesity. *Arch.Pediatr.Adolesc.Med.* 2000;154(9):947-51.
28. Slabber M, Barnard HC, Kuyl JM, Dannhauser A, Schall R. Effects of a low-insulin-response, energyrestricted diet on weight loss and plasma insulin concentrations in hyperinsulinemic obese females. *Am.J.Clin.Nutr.* 1994;60(1):48-53.
29. Brand-Miller JC, Holt SH, Pawlak DB, McMillan J. Glycemic index and obesity. *Am.J.Clin.Nutr.* 2002;76(1):281S-5S.
30. Ludwig DS. Dietary glycemic index and obesity. *J.Nutr.* 2000;130(2S Suppl):280S-3S.
31. Jenkins DJ, Kendall CW, Augustin LS, Franceschi S, Hamidi M, Marchie A, Jenkins AL, Axelsen M. Glycemic index: overview of implications in health and disease. *Am.J.Clin.Nutr.* 2002;76(1):266S-73S.
32. Liu S, Willett WC, Stampfer MJ, Hu FB, Franz M, Sampson L, Hennekens CH, Manson JE. A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake, and risk of coronary heart disease in US women. *Am.J.Clin.Nutr.* 2000;71(6):1455-61.
33. Frost G, Leeds AA, Doré CJ, Madeiros S, Brading S, Dornhorst A. Glycaemic index as a determinant of serum HDL-cholesterol concentration. *Lancet* 1999;353(9158):1045-8.
34. Leeds AR. Glycemic index and heart disease. *Am.J.Clin.Nutr.* 2002;76(1):286S-9S.
35. DeMarco HM, Sucher KP, Cisar CJ, Butterfield GE. Pre-exercise carbohydrate meals: application of glycemic index. *Med.Sci.Sports Exerc.* 1999;31(1):164-70.
36. Kirwan JP, Cyr-Campbell D, Campbell WW, Scheiber J, Evans WJ. Effects of Moderate and High Glycemic Index Meals on Metabolism and Exercise Performance. *Metabolism.* 2001 Jul;50(7):849-855.
37. Burke LM, Claassen A, Hawley JA, Noakes TD. Carbohydrate intake during prolonged cycling minimizes effect of glycemic index of preexercise meal. *J.Appl.Physiol.* 1998;85(6):2220-6.
38. Benton D, Parker PY. Breakfast, blood glucose, and cognition. *Am.J.Clin.Nutr.* 1998;67(4):772S-8S.
39. Gold PE. Glucose modulation of memory storage processing. *Behav.Neural Biol.* 1986;45(3):342-9.
40. Gold PE. Role of glucose in regulating the brain and cognition. *Am.J.Clin.Nutr.* 1995;61(4 Suppl):987S-95S.
41. Benton D, Ruffin MP, Lassel T, Nabb S, Messaoudi M, Vinoy S, Desor D, Lang V. The delivery rate of dietary carbohydrates affects cognitive performance in both rats and humans. *Psychopharmacology (Berl).* 2003;166(1):86-90.
42. Strubbe JH, Steffens AB. Rapid insulin release after ingestion of a meal in the unanesthetized rat. *Am.J.Physiol.* 1975;229(4):1019-22.
43. Glinsmann WH, Park YK. Perspective on the 1986 Food and Drug Administration assessment of the safety of carbohydrate sweeteners: uniform definitions and recommendations for future assessments. *Am.J.Clin.Nutr.* 1995;62(1 Suppl):161S-8S.
44. USDA Food Guide Pyramide. United States Department of Agriculture, Center for Nutrition Policy and Promotion, Home and Garden. Bulletin number 252, Aug. 1992, revised Oct. 1996. <http://www.usda.gov/cnpp/pyrabklt.pdf>
45. COMA. Dietary sugars and human disease. Report of the panel on dietary sugars, Committee On Medical Aspects of Food Policy, Dept of Health and Social Security, UK. *Report on Health and social subjects*;37. HMSO, Norwich; UK, 1989.
46. Champ M. Dietary fibre : definition, analysis and nutrition claims. Report on the specialist expert committee on human nutrition (24 september 2002). AFSSA, Maisons-Alfort, France, 2003.
47. United States Senate - Select Committee on Nutrition and Human Needs. Dietary goals for the United States. 2nd ed. 95th Congress, 1st session, Committee print, Document n° 25885. US Government Printing Office, Washington, DC, 1977.
48. McCance RA, Lawrence RD. The carbohydrate content of foods. *Med.Res.Counc.Spec.Rep.Ser.(Lond).* 135. Her Majesty's Stationery Office, London, UK, 1929.
49. Champ M, Langkilde AM, Brouns F, Kellitz B, Le Bail Collet Y. Advances in dietary fibre characterisation. 1. Definition of dietary fibre, physiological relevance, health benefits and analytical aspects. *Nut.Res.Rev.* 2003;16:71-82.
50. Englyst HN, Cummings JH. Non-starch polysaccharides (dietary fiber) and resistant starch. *Adv.Exp.Med.Biol.* 1990;270,205-25.
51. Englyst KN, Hudson GJ, Englyst HN. Starch analysis in food. In: *Encyclopaedia of analytical chemistry* by RA Meyers. John Wiley & Sons, Chichester, Sussex, 2000:4246-62.
52. Granfeldt Y, Björck I, Drews A, Tovar J. An in vitro procedure based on chewing to predict metabolic response to starch in cereal and legume products. *Eur.J.Clin.Nutr.* 1992;46(9):649-60.
53. Wolever TM, Mehling C. High-carbohydrate-lowglycaemic index dietary advice improves glucose disposition index in subjects with impaired glucose tolerance. *Br.J.Nutr.* 2002 May; 87(5):477-87.

**Fuente:** Danone Vitapole. NUTRITOPICS. Octubre 2003