

El Residente

REVISIÓN - OPINIÓN

Sobre el índice glucémico y el ejercicio físico en la nutrición humana

Ana Cecilia Franco-Mijares,* Giovanna Cardona-Pimentel,* Karla Paola Villegas-Canchola,*
Ana Lizbette Vázquez-Flores,* Paola Ivonne Jáuregui-Vega,* Elba Jaramillo-Barrón,*
Arnulfo Nava*.,**.,***

RESUMEN. El conocimiento del índice glucémico de los alimentos y el desarrollo de métodos que determinan con mayor exactitud la cantidad de carbohidratos disponibles ayuda a comprender su importancia e impacto en la dieta: sabiendo qué alimentos tienen un índice glucémico alto y cuáles uno bajo, se puede manejarlos en la dieta para evitar que grandes cargas de glucosa circulen en la sangre y, así, prevenir la aparición de enfermedades como la obesidad y la diabetes tipo II.

Palabras clave: Índice glucémico, obesidad, diabetes.

ABSTRACT. Knowledge of the glycemic index of foods and the development of methods to more accurately determine the amount of available carbohydrates in them allows to properly understand its impact on human diet. Knowing which foods have a high- or low glycemic-index makes it possible to plan the diet in such a way as to avoid large loads of glucose circulating in the bloodstream and, thus, prevent conditions such as obesity and type II diabetes.

Key words: Glycemic index, obesity, diabetes.

INTRODUCCIÓN

La nutrición, entre otras cosas, se encarga del estudio de los macro- y micronutrientes para que éstos, en perfecto equilibrio, brinden la homeostasis nutricia al ser humano. Un adecuado aporte de nutrientes permitirá que el cuerpo realice sus funciones, repare sus tejidos y pre-

serve la integridad de éstos. La principal fuente de energía para el ser humano son los hidratos de carbono: cubren un 60% del aporte energético total.¹ Hay desde cadenas muy complejas de carbono e hidrógeno hasta monosacáridos, su forma más sencilla, como la galactosa, fructuosa y glucosa. Son fuentes óptimas de sustratos necesarios para que el organismo los convierta en

* Programa de Seminario en Investigación, Licenciatura de Nutrición, Decanato de Ciencias de la Salud. Universidad Autónoma de Guadalajara.

** Unidad de Investigación en Epidemiología Clínica, Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional de Occidente «Lic. Ignacio García Téllez», Instituto Mexicano del Seguro Social.

*** Servicio de Medicina Interna, Hospital General de Occidente, Secretaría de Salud de Jalisco.

Guadalajara, Jalisco, México.

Correspondencia:

Dr. Arnulfo Nava

E-mail: navazava@yahoo.com.mx

Recibido: 15 de agosto de 2013. Aceptado con modificaciones: 20 de noviembre de 2013.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en: www.medigraphic.com/elresidente

energía en forma de adenosín trifosfato (ATP); cada gramo de carbohidrato le proporciona al cuerpo 4 kcal. Los carbohidratos y sus derivados actúan como precursores para compuestos como los ácidos nucleicos, matriz de tejido conjuntivo y galactósidos del tejido nervioso.¹⁻⁵ El índice glucémico de un alimento se determina comparando el impacto de éste en la medición de glucosa postprandial con el de un alimento de referencia como el pan blanco o la misma glucosa. La respuesta de la glucosa sanguínea se mide después de haber consumido el alimento de referencia, que tiene 50 g de carbohidratos disponibles. La cantidad de carbohidratos disponibles se determina con la siguiente fórmula: gramos de carbohidratos disponibles = total de gramos de carbohidratos – gramos de fibra dietética.⁴⁻⁶

El conocimiento del índice glucémico de los alimentos y el desarrollo de métodos que determinan con mayor exactitud la cantidad de carbohidratos disponibles ayuda a comprender su importancia e impacto en la dieta: sabiendo qué alimentos tienen un índice glucémico alto y cuáles uno bajo, se puede manejarlos en la dieta para evitar que grandes cargas de glucosa circulen en la sangre y, así, prevenir la aparición de enfermedades como la obesidad y la diabetes tipo II.⁵⁻⁷

DEFINICIONES DE ÍNDICE GLUCÉMICO Y CARGA GLUCÉMICA

Índice glucémico

El índice glucémico (IG) cuantifica el aumento de la glucemia que se produce posterior a la ingesta de un alimento, en relación con la ingesta de glucosa. Su determinación se realiza por la ingestión de un alimento con 50 g de carbohidratos, y la medición de la glucemia postprandial durante un lapso de dos horas. El área bajo la curva glucemia/tiempo de cada alimento se compara con la curva de referencia posterior a la ingesta de 50 g de glucosa, y que tiene un valor de 100.

El IG ha demostrado que no siempre se puede predecir la respuesta fisiológica de un car-

bohidrato por su composición química (simple o complejo). A pesar de que el IG de un alimento puede sufrir variaciones por factores como el contenido de otros nutrientes o el modo de preparación de la ración, se ha reconocido su utilidad clínica. El IG se divide en alto,⁴⁻⁶ moderado y bajo, en el *Cuadro I* pueden observarse sólo como guía general, alimentos clasificados según su índice glucémico.

Carga glucémica

La carga glucémica (CG) es un concepto más novedoso que valora no sólo la rapidez de un alimento en convertirse en azúcar en la sangre, sino también la cantidad de carbohidratos que tiene una ración de un alimento particular. Un alimento con CG alta tiene un valor de 20 o más.³⁻⁶ Si la CG va de 11 a 19 es media. Los valores de CG por debajo de 10 son bajos.

PAPEL DE LOS HIDRATOS DE CARBONO EN LA SALUD Y ENFERMEDAD

a) Uso del índice glucémico en la ración previa al ejercicio

Existe un consenso respecto a la necesidad de una dieta rica en carbohidratos para los deportistas. En el caso particular de la ración previa al ejercicio, sin embargo, el consumo de los carbohidratos ha sido cuestionado por estudios que han demostrado ciertas desventajas, específicamente cuando se utilizan alimentos de alto IG.

La ingesta de carbohidratos de alto IG produce una elevación de insulina en el plasma que puede reducir el metabolismo de los lípidos, aumentar la oxidación de los hidratos de carbono y producir una baja de la glucemia durante el ejercicio, lo que favorece un agotamiento precoz de los depósitos de glucógeno y puede acelerar la aparición de fatiga en esfuerzos prolongados.

Entre los primeros estudios que demostraron estos efectos destaca el de Foster, en el cual los deportistas que consumieron glucosa 30 minutos previos a un ejercicio en cicloergómetro presentaron un tiempo de fatiga 19% menor

en relación con el grupo control que consumió sólo agua. Posteriormente Thomas, utilizando el concepto de IG, comparó el tiempo de fatiga en ciclistas que ingirieron, una hora previa al esfuerzo, una ración de bajo IG (lentejas) o alto IG (papas); cada una de ellas contenía 1 g de carbohidrato por kg de peso corporal. El grupo que recibió lentejas fue capaz de pedalear a una intensidad moderada (67% del consumo máximo de oxígeno o VO_2^{\max}), manteniendo niveles más estables de glucemia, con un retardo significativo en la aparición de fatiga con respecto al grupo que recibió papas; efectos que fueron atribuidos a un mejor uso de la grasa como energía y ahorro del glucógeno muscular. En un estudio posterior, Thomas demostró que los alimentos de bajo IG consumidos una hora previa al esfuerzo producían una mayor oxidación de ácidos grasos durante un ejercicio aeróbico prolongado en relación con raciones de alto IG, aunque en este caso no hubo diferencias significativas en el rendimiento.²⁻⁵

A partir de esta evidencia, muchos especialistas en nutrición deportiva han asumido que los trastornos metabólicos pueden ser prevenidos, y recomiendan a los deportistas que participan en pruebas de larga duración elegir alimentos con carbohidratos de bajo IG en su ración previa al entrenamiento o competencia. Estudios más recientes, sin embargo, han descrito que los eventuales perjuicios de una ración de alto IG son minimizados cuando se ingieren carbohidratos durante el ejercicio. Burke y colaboradores investigaron el efecto de una ración de alto IG previa al esfuerzo, asociada a un consumo abundante de carbohidratos durante el ejercicio. En este estudio, seis ciclistas entrenados (VO_2^{\max} : 68 mL/kg/min) ejecutaron, cada uno, tres series de ejercicio (en días separados y después de un ayuno nocturno), consumiendo dos horas previas a cada sesión raciones con IG alto (papas molidas con salsa de tomate), bajo (pasta con salsa de tomate) o un alimento control (jalea de bajas calorías). Durante las dos horas de ejercicio al 70% del VO_2^{\max} , los ciclistas consumieron además una solución de carbohidratos (60 g/h). No se apreciaron dife-

rencias significativas en el rendimiento entre los grupos de alto y bajo IG, lo que demostró que el consumo de grandes cantidades de carbohidratos durante un esfuerzo prolongado de intensidad moderada puede suplir las necesidades energéticas sin relación con la ración alimentaria previa al esfuerzo.²⁻⁵

b) Uso del índice glucémico en la ración durante el ejercicio

El consumo de carbohidratos durante el esfuerzo ha demostrado mejorar el rendimiento deportivo, incrementando el tiempo de fatiga tanto en ejercicios prolongados de intensidad moderada como en ejercicios intermitentes de alta intensidad. El carbohidrato utilizado debe poseer alto IG para asegurar su rápida disponibilidad plasmática y mantener niveles estables de glucemia, lo que no se logra con los carbohidratos de bajo IG, que además pueden producir molestias gástricas. Al ser consumido durante el ejercicio, un carbohidrato de alto IG no presenta riesgo de hipoglucemia en respuesta a la elevación de glucemia, ya que la secreción de catecolaminas que se produce durante el ejercicio de intensidad moderada suprime la respuesta insulínica. Esto explica además que se mantenga la oxidación de las grasas y carbohidratos durante las primeras horas del ejercicio. Durante los ejercicios de baja intensidad, sin embargo, la ingesta de carbohidratos de alto IG puede duplicar o triplicar la concentración de insulina plasmática en relación al nivel de ayuno, lo que favorece un incremento en la oxidación de carbohidratos y reduce la oxidación de grasas.³⁻⁵

c) Uso del índice glucémico en la ración posterior al ejercicio

El principal objetivo de la ingesta de carbohidratos posterior al ejercicio es, desde un punto de vista energético, repletar los depósitos de glucógeno. Este aspecto es de vital importancia en los deportes con regímenes de entrenamiento exhaustivo con recuperación reducida o en

competencias con varios eventos y corto lapso de recuperación.^{2,5}

Los estudios han demostrado que una ración rica en carbohidratos de alto IG es capaz de recuperar con mayor rapidez los depósitos de glucógeno muscular luego de un ejercicio con depleción glucogénica, comparada con alimentos con bajo IG. Burke describe un estudio en ciclistas entrenados a quienes se administró una dieta con carbohidratos de alto o bajo IG (10 g/kg/día) durante las 24 horas posteriores a un ejercicio de larga duración. Las biopsias musculares tomadas al terminar el ejercicio y 24 horas después demostraron que la dieta de alto IG generó en este lapso un aumento significativo de la concentración de glucógeno muscular: 49% superior a la dieta de bajo IG. Los autores explican que los niveles de glucemia e insulina generados por la ración de alto IG favorecen el transporte de glucosa hacia el interior de las células y activan además la enzima glucógeno sintetasa, produciendo un mayor y más rápido almacenamiento de glucógeno muscular. Se ha demostrado recientemente que la asociación de carbohidratos de alto IG y proteína como ración inmediatamente posterior al esfuerzo es la combinación ideal para lograr los mayores niveles de insulinemia y reposición glucogénica.^{2,5}

d) Nutrición y ejercicio^{2,5}

La nutrición es esencial para el mejoramiento efectivo del atletismo: el rendimiento, el acondicionamiento, la recuperación de la fatiga después del ejercicio, y evitar lesiones.

Los suplementos nutricionales que contienen hidratos de carbono, proteínas, vitaminas y minerales han sido utilizados en varios campos deportivos para proporcionar la cantidad diaria recomendada. Se han estudiado varios componentes de los alimentos naturales para conocer sus efectos fisiológicos, y algunos de ellos se consideran útiles para promover el rendimiento en el ejercicio o la prevención de lesión.

El agua es el componente principal del cuerpo humano y tiene un papel fundamental en la fun-

ción circulatoria y, por tanto, en la termorregulación: cuando la temperatura corporal se eleva durante el ejercicio intenso comienza la sudoración con el objetivo de regresar al equilibrio la temperatura corporal. En la sudoración no sólo se pierde una considerable cantidad de agua, también electrólitos. La pérdida de agua conduce a un aumento en la presión osmótica del plasma.

Para mantener la homeostasis y el rendimiento deportivo resulta indispensable considerar la reposición del agua como factor fundamental; la ingesta de bebidas isotónicas resulta favorable ya que éstas se absorben en el intestino delgado con gran eficacia a través de un gradiente electroquímico.

La reposición del agua bebiendo sólo agua no es recomendable, ya que la cantidad de electrólitos que se pierden por medio de la sudoración son considerables; esto se debe tomar en cuenta y elegir líquidos que contengan una carga de carbohidratos y electrolitos para prolongar la resistencia y el rendimiento deportivo.

Los carbohidratos proveen de la energía que se consume durante el ejercicio. Las reservas de glucógeno en el hígado y los músculos actúan como combustible durante el ejercicio de resistencia; cuando el glucógeno se agota resulta difícil continuar con el ejercicio. Una forma de mejorar el resistencia, entonces, es aumentar el glucógeno en el músculo esquelético e hígado antes de dar inicio a la actividad física; esto se puede llevar a cabo siguiendo una dieta especial por un periodo de seis días antes de la competencia: una alimentación baja en carbohidratos durante tres días, seguida por un consumo rico en carbohidratos. Con lo anterior se ha observado un aumento de un 50% del glucógeno. Es esencial reponer el glucógeno utilizado tras haber realizado una actividad física agotadora; para esto la ingesta de alimentos con un alto contenido en hidratos de carbono y proteínas resulta útil.

e) Carbohidratos y recuperación del glucógeno postejercicio

Los hidratos de carbono se pueden clasificar con base en el índice glucémico; esto es, por la

respuesta de la glucemia a la acción de la insulina tras su ingesta. Cuando se manipula el índice glucémico correctamente, mejora el desempeño de los deportistas dentro de la primera y segunda fases de la recuperación del glucógeno: se evita y controla tanto la hipoglucemia de rebote (cansancio) como la estimulación de la oxidación de los lípidos, que aparece durante la disponibilidad de glucosa durante el ejercicio de resistencia.

En la primera fase de la recuperación, cuando se encuentran periodos de ejercicio demasiado fuertes y de tiempo corto, es útil reponer los depósitos de glucógeno entre combates.

Cuando el deportista realiza una ingesta alimentaria durante el ejercicio y es restringido a agua solamente durante la recuperación, lo que pasa en la primera fase de recuperación es que los músculos que se encuentran en reposo después de sesiones de fuerte ejercicio que agotan el glucógeno muscular en 25%, llevan a cabo una alta síntesis de glucógeno, que tiene su actividad máxima en los primeros 30 minutos, desciende rápidamente hasta los 60 minutos y sigue por unos 120 minutos después del final del ejercicio.

Estas tasas de síntesis de glucógeno sirven como un apoyo en dos mecanismos: el aumento de la asimilación de la glucosa, y el incremento de la actividad del glucógeno sintetasa.

Durante la fase de recuperación corta, la absorción de glucosa por parte del músculo sigue independientemente de la presencia de insulina, y es más activa cuando el glucógeno en el músculo es bajo al final del ejercicio. La absorción de glucosa por las fibras musculares independiente de la insulina está medida por la translocación de la glucosa por un transportador de glucosa 4 (GLUT4) a la superficie; este efecto de la insulina es estimulado por otras contracciones musculares, aunque no estén bien definidos estos mecanismos.^{2,5}

Como la activación de la glucosa y la absorción del glucógeno sintetasa por las contracciones musculares son muy cortas, la alta tasa de síntesis de glucógeno de la primera fase de la recuperación debe apoyarse por un seguimien-

to nutricional adecuado para la obtención de la tasa más rápida de repartimiento de glucosa en los músculos. Por ello, sería preferible escoger carbohidratos con alto índice glucémico, lo que garantizaría un rápido aumento en los niveles de glucemia.

Un alto índice glucémico en los hidratos de carbono después de 8 a 24 horas del ejercicio no hace ninguna diferencia en la tasa de síntesis del glucógeno muscular.

Dos horas de retraso en la alimentación no deben causar ningún deterioro en la tasa de síntesis del glucógeno postejercicio en comparación con una alimentación inmediata de la misma cantidad que contenga hidratos de carbono de alto índice glucémico.

IMPORTANCIA DEL ÍNDICE GLUCÉMICO EN LA SALUD Y ENFERMEDAD; PADECIMIENTOS RELACIONADOS CON EL CONSUMO EXCESIVO DE CARBOHIDRATOS⁷⁻¹²

La obesidad es el principal factor de riesgo que se puede modificar para el desarrollo o aparición de patologías cronicodegenerativas no transmisibles como la diabetes mellitus, la hipertensión arterial, las enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer, que comprometen la calidad de vida física, social y emocional. Las cifras son alarmantes: siete de cada diez adultos mexicanos son afectados por esta problemática. Entre sus principales factores de riesgo, además de la predisposición genética y el sedentarismo, se encuentra el consumo elevado de calorías, grasas y carbohidratos simples. Por lo tanto, entre sus mecanismos de prevención es necesario desarrollar programas que alienten a la población a realizar actividad física de manera disciplinada y promover una alimentación saludable en la que tanto las grasas como los carbohidratos estén controlados en cantidad y calidad.⁹⁻¹¹

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define 'sobrepeso' como un índice de masa corporal (IMC) igual o superior a 25 kg/m², y 'obesidad' cuando el IMC es igual o superior a 30. Con

estos parámetros, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2012 arrojó que la prevalencia de sobrepeso y obesidad en México en adultos es del 71.28% (que representa a 48.6 millones de personas). La prevalencia de obesidad en este grupo fue de 32.4% y la de sobrepeso, 38.8%. La obesidad representa un problema de salud pública de importante magnitud. Esto se ve reflejado en las cifras alarmantes de personas que padecen diabetes mellitus en México: los datos de la ENSANUT 2012 identifican 6.4 millones de adultos mexicanos con diabetes; es decir, el 9.2% de los adultos en México han recibido ya un diagnóstico de diabetes. A esta cifra se le debe de sumar un porcentaje equivalente de personas que no han sido diagnosticadas con la enfermedad pero sí la padecen.⁸⁻¹⁰

La mayoría de los casos de diabetes en el mundo corresponden a la diabetes tipo II, que se presenta cuando la producción de insulina por parte del páncreas es insuficiente para contrarrestar la resistencia a esta hormona, que se presenta debido a constantes cargas excesivas de glucosa. En la etapa inicial de la diabetes existe una hiperinsulinemia; al paso del tiempo los niveles de insulina decrecen como resultado del fallo de las células beta del páncreas.

Las modificaciones en el estilo de vida son el punto de partida no sólo para el control de esta enfermedad sino también para su prevención.

Los alimentos con bajo índice glucémico han sido propuestos como un factor de protección en contra de la diabetes tipo II en conjunto con un aumento en el consumo de alimentos de buena calidad cuyo contenido de carbohidratos sea moderado, como las frutas, verduras, leguminosas y cereales de grano entero.

Una dieta que incorpore el conocimiento de los conceptos de índice glucémico y la carga glucémica y controle no sólo la cantidad de carbohidratos sino también su calidad, se ha postulado como una alternativa para la prevención y/o el manejo de la obesidad, enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2 y cáncer.

Resulta indispensable entender el impacto de este grupo de alimentos y sus implicaciones en la salud humana. Tradicionalmente, una

dieta baja en grasas había sido la alternativa propuesta para controlar el problema de la obesidad; sin embargo, hoy en día el control sobre los carbohidratos tiene gran importancia.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) propuso clasificar los alimentos según su índice glucémico (IG) y su carga glucémica (CG). El estudio de estas características ha permitido el diseño de planes de alimentación que funjan como factores para la prevención de la obesidad y sus comorbilidades. Los alimentos con un índice glucémico bajo se han asociado con una glucemia reducida tras su ingesta y se ha visto también una relación con el control general de la glucemia en pacientes con y sin diabetes.

TABLA DE ALIMENTOS E ÍNDICE GLUCÉMICO; SU USO Y SU IMPORTANCIA EN LA EDUCACIÓN Y NUTRICIÓN^{2,3,8-12}

Las tablas que contienen el índice glucémico de los alimentos son una herramienta importante para los profesionales en el área de la salud que se encargan del manejo de los pacientes con diabetes, para las personas que padecen esta enfermedad y para aquellas que aún no la manifiestan pero tienen factores de riesgo importantes.

Existen cuestiones que pueden afectar el índice glucémico de los alimentos, como lo son el contenido de proteína y de fibra dietética. Las proteínas disminuyen la glucosa postprandial porque retrasan el vaciamiento gástrico y estimulan la secreción de insulina. Ésta es una de las razones por las cuales la inclusión de alimentos ricos en proteína (como carnes, claras de huevo y leguminosas) resulta favorable en la dieta para controlar el impacto de los carbohidratos en el organismo, siendo cofactores en el control de la glucemia postprandial. La fibra dietética, por su parte, también retrasa el vaciamiento gástrico y reduce la cantidad de carbohidratos disponibles para la absorción debido a los enlaces entre la fibra y la glucosa. El consumo de alimentos ricos en fibra dietética (fru-

Cuadro I. Tabla de alimentos clasificados según su índice glucémico (IG).

Bajo Índice Glucémico		Medio Índice Glucémico		Alto Índice Glucémico	
Aguacate	10	Jugo de mango	55	Azúcar blanca	70
Nuez	15	Kétchup	55	Baguette	70
Lechuga	15	Papaya	55	Chocolate	70
Coliflor	15	Uva pasa	55	Palomitas de maíz	70
Espárragos	15	Mayonesa	60	Pasta de trigo	70
Pepino	15	Melón	60	Pan integral	71
Almendras	15	Miel	60	Gomitas	72
Cacahuates	15	Refresco de cola	63	Nabo	72
Cebolla	15	Arroz	64	Calabazas	75
Espinacas	15	Panela	65	Papa a la francesa	75
Jengibre	19			Sandía	75
Chocolate amargo	25			Puré de papa	80
Cerezas	25			Arroz inflado	85
Leche entera	27			Pan blanco	85
Pizza	28			Pan hamburguesa	85
Ciruela pasa	29			Zanahoria (cocida)	85
Ajo	30			Papas	95
Mandarinas	30			Glucosa	100
Leche de soja	30			Dátil	103
Lentejas	30			Cerveza	110
Amaranto	35				
Quínoa	35				
Granada	35				
Frijol	35				
Mostaza	35				
Yogurt natural	36				
Manzana	38				
Peras	38				
Fresas	40				
Avena	40				
Cacahuete	40				
Ciruela pasa	40				
Jugos	40				
Naranja	42				
Guisantes	45				
Piña	45				
Plátano	45				
Salsa de tomate	45				
Uva	45				
Zanahoria (cruda)	47				
Mango	50				
Sushi	52				

tas, verduras, leguminosas y granos integrales como la avena) también tiene un efecto positivo en el control de la glucemia postprandial.

La forma en la que están preparados los alimentos influye en el contenido de carbohidratos que proveerán al organismo: el calor y los

procesos de cocción disminuyen la cantidad de fibra dietética, aumentando así el índice glucémico de los alimentos. Otro proceso que se debe tomar en cuenta es la hidrolización previa de los alimentos: cuando un carbohidrato se encuentra disponible en una forma muy simple, requiere de menos enzimas digestivas y la absorción de éste aumenta. Así, la preparación

de los alimentos es un factor que también debe considerarse para una correcta educación nutricional en lo que al índice glucémico se refiere.

Se presenta una sencilla forma de utilizar el índice glucémico en la elección de los alimentos: una tabla que los clasifica según este parámetro en tres grupos: bajo ($IG < 55$), medio ($56 < IG < 69$) y alto ($IG > 70$) (*Cuadro I*).

BIBLIOGRAFÍA

1. Mahan KL, Escott-Stump S. Nutrición y dietoterapia. Capítulo 3: Los nutrientes y su metabolismo. México: McGraw-Hill; 2010. pp. 35-38.
2. Mondazzi L, Arcelli E. Glycemic index in sport nutrition. *J Am Coll Nutr.* 2009; 28 (4): 455S-463S.
3. Thomas DE, Elliot EJ, Baur L. Low glycaemic index or low glycaemic load diets for overweight and obesity. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007; 3 (3).
4. Jenkins D, Wolever T, Taylor R. Glycaemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr.* 1981; 34: 362-366.
5. Aoi W, Naito Y, Yoshikawa T. Exercise and functional foods. *Nutrition Journal.* 2006; 5 (1): 15.
6. Galvão CF, Vitoriano PE, Gonçalves-Alfenas RC. Use of the glycemic index in nutrition education. *Rev Nutr.* 2013; 26 (1): 89-96.
7. Food and Agriculture Organization. Carbohydrates in human nutrition. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. FAO Food and Nutrition Paper - 66. Roma: FAO; 1998. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/w8079e/w8079e00.htm>
8. Juan-Lopez M. El análisis de la ENSANUT 2012 como contribución para las políticas públicas. *Salud Pública Méx* 2013; 55(2): 79-80
9. Barquera S, Campos-Nonato I, Hernández-Barrera L, Pedroza-Tobías A, Rivera-Dommarco JA. Prevalencia de obesidad en adultos mexicanos, ENSANUT 2012. *Salud Publica Mex* 2013;55 (Supl 2): S151-S160.
10. World Health Organization/Food and Agriculture Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint WHO/FAO expert consultation. WHO Technical Report Series 916. Geneva: WHO; 2003.
11. Hernández-Ávila M, Gutiérrez JP, Reynoso-Noverón N. Diabetes mellitus en México. El estado de la epidemia. *Salud Publica Mex* 2013;55 (Supl 2): S129-S136
12. Noriega E. El índice glucémico. *Cuadernos de Nutrición.* 2004; 27 (3): 117-124.