
ARTÍCULO ORIGINAL

Índice glicémico, índice insulinémico y carga glicémica de bebidas de soya con un contenido bajo y alto en hidratos de carbono

Nimbe Torres y Torres,* Berenice Palacios-González,* Lilia Noriega-López,* Armando R. Tovar-Palacio*

* Depto. de Fisiología de la Nutrición. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

Glycemic, insulinemic index, glycemic load of soy beverage with low and high content of carbohydrates

ABSTRACT

Consumption of soy has increased in Western countries due to the benefits on health and the attitude of the people to consume natural products as alternative to the use of pharmacological therapies. However, there is no evidence whether the consumption of 25 g of soy protein as recommended by the Food and Drug Administration has some effect on glucose absorption and consequently on insulin secretion. The aim of the present study was to determine glycemic index (GI), insulinemic index (InIn), and glycemic load (GL) of several soy beverages containing low or high concentration of carbohydrates, and compare them with other foods such as peanuts, whole milk, soluble fiber and a mixed meal on GI and InIn. The results showed that soy beverages had low or moderate GI, depending of the presence of other compounds like carbohydrates and fiber. Consumption of soy beverages with low concentration of carbohydrates produced the lowest insulin secretion. Therefore, these products can be recommended in obese and diabetic patients. Finally soy beverages should contain low maltodextrins concentration and be added of soluble fiber.

Key words. Glycemic index. Soy. Insulinemic index.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha presentado una creciente toma de conciencia por parte del consumidor sobre el contenido nutrimental de los alimentos. En Estados Unidos el 74% de los consumidores ha cambiado sus hábitos alimentarios debido a la preocupa-

RESUMEN

El consumo de soya se ha incrementado en países occidentales debido a sus beneficios sobre la salud y por la toma de conciencia de la gente a consumir productos naturales como alternativa a los medicamentos. Sin embargo, no se conoce totalmente si el consumo de 25 g de proteína de soya como recomienda la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA) tiene algún efecto sobre la absorción de glucosa y su respuesta sobre la secreción de insulina. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue determinar el índice glicémico (IG), índice insulínico (InIn) y la carga glicémica (CG) de diferentes bebidas de soya con un bajo y alto contenido de hidratos de carbono y compararlos con otros alimentos como cacahuetes, la leche entera, la fibra soluble y una comida para ver el efecto de los hidratos de carbono, la fibra y la grasa sobre los IG e InIn. Los resultados muestran que las bebidas de soya presentan un IG bajo a moderado dependiendo de la presencia de otros componentes como son los hidratos de carbono y la fibra. La secreción de insulina fue significativamente menor en las bebidas de soya con bajo contenido de hidratos de carbono, por lo que pueden ser recomendadas en pacientes obesos con resistencia a la insulina o en pacientes diabéticos. Se recomienda que estas bebidas tengan bajo contenido en maltodextrinas y de preferencia con la adición de fibra soluble.

Palabras clave. Soya. Índice glicémico. Índice insulínico.

ción por su salud y nutrición, y el 75 % de todos los encuestados opinó que los productos de soya son saludables.¹ En México, el 85 % de la población en el D.F. sabe que los productos de soya son saludables, y el 29% consume productos de soya al menos una vez a la semana.² El consumo de soya en el D.F. es alto considerando que es una leguminosa de origen

asiático. Esto se explica por su gran variedad de efectos benéficos sobre la salud, su versatilidad culinaria y su bajo costo.

La soya forma parte importante de la dieta de los países orientales; sin embargo, en los últimos años se ha incrementado su consumo en países occidentales debido a sus efectos benéficos en la salud. Su consumo se ha asociado con una disminución en las concentraciones de colesterol y triglicéridos a través de diferentes mecanismos en individuos con hiperlipidemias.³ También se ha asociado con una disminución de la osteoporosis.⁴

Por otra parte, estudios experimentales en animales que presentan un daño renal han demostrado que el consumo de proteína de soya mejora significativamente la función renal y disminuye la respuesta inflamatoria.⁵ El daño renal se presenta con frecuencia en pacientes con diabetes tipo 2, padecimiento que tiene una prevalencia en México en adultos mayores de 20 años del 7.5% (aprox. siete millones de habitantes).⁶ En la población obesa, un subgrupo de individuos es propenso a desarrollar resistencia a la insulina y diabetes. Durante el desarrollo de resistencia a la insulina, se produce resistencia a la leptina, lo que conlleva a la acumulación de lípidos en diferentes órganos.⁷ La acumulación de grasa en el hígado se conoce como esteatosis hepática y es uno de los factores importantes para el desencadenamiento posterior de la diabetes tipo 2. Estudios en animales obesos y diabéticos alimentados con proteína de soya muestran una disminución significativa en la concentración de triglicéridos y colesterol en suero, así como en el hígado disminuyendo de esta manera el proceso denominado lipotoxicidad.⁸ Estudios en humanos sugieren que el consumo de proteína de soya pudiera moderar la hiperglicemia y reducir la ganancia de peso en pacientes obesos y con diabetes.⁹ Además, estudios en animales han demostrado que el consumo de proteína de soya mantiene las concentraciones de insulina posprandial dentro de los valores normales mientras que la alimentación con caseína a la misma concentración produce hiperinsulinemia.¹⁰ Sin embargo, no se conoce totalmente si el consumo de alimentos con soya pudiera tener algún efecto sobre la utilización de la glucosa y la liberación de insulina de manera tal, que se pudiera recomendar en sujetos con hiperglicemia sin disminuir el aporte proteico.

Existen dos herramientas que son útiles para determinar cómo la ingesta de alimentos específicos eleva la concentración de glucosa en plasma y cuál es su respuesta en la producción de insulina, las cuales se denominan índice glicémico (IG) e índice

insulinémico (InIn). El IG nos indica numéricamente si los hidratos de carbono (HC) llegan lenta, moderada o rápidamente al torrente sanguíneo. Si el IG es de 70 o mayor se considera que el alimento tiene un IG alto; si se encuentra entre 56 y 69 el IG es moderado y si el valor es de 55 o menor se dice que el alimento tiene un IG bajo.¹¹ Para establecer estos valores se le asigna a la glucosa el valor de 100. No sólo el IG sino también la cantidad de HC determinan el grado de absorción del alimento. Para medir el efecto de estos dos factores se creó el concepto de carga glicémica (CG).¹² La carga glicémica es un concepto matemático derivado del IG y de la cantidad de hidratos de carbono y se creó para representar el efecto glicémico global de una dieta donde se toma en cuenta el tamaño habitual de la ración. Un incremento en la carga glicémica se asocia con valores altos de glucosa e insulina. Por lo tanto, es más útil evaluar los conceptos de IG y CG al mismo tiempo. Se sabe que los alimentos con una CG ≤ 10 son considerados con una CG baja, y aquellos alimentos con una CG ≥ 20 son considerados con una CG alta. Por último, el InIn da información sobre la liberación de insulina en respuesta a un alimento.¹³ El InIn indica si la liberación de insulina en respuesta a un alimento es baja, moderada o alta.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar el índice glicémico, el índice insulinémico, así como la carga glicémica en productos con proteína de soya, uno con una baja concentración de hidratos de carbono y otro adicionado de hidratos de carbono en forma de maltodextrinas y fibra soluble (Fibregum®), y situar a estos productos dentro de la clasificación internacional de índice glicémico y carga glicémica.¹⁴

El desarrollo de productos con bajo IG e InIn con alto valor nutrimental permitirá apoyar la alimentación de individuos con hiperlipidemia, resistencia a la insulina y obesidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los voluntarios fueron reclutados por un anuncio local. En este estudio se incluyeron 12 sujetos sanos (seis hombres y seis mujeres) entre 20 y 35 años de edad, que no padecieran diabetes mellitus o alguna enfermedad crónica, que no consumieran medicamentos y con un índice de masa corporal (IMC) entre 19 a 24 kg/m² (Cuadro 1). Los sujetos leyeron y firmaron un consentimiento con información escrita acerca del protocolo. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

Cuadro 1. Características e indicadores bioquímicos de los sujetos en los que se determinó el índice glicémico.

Característica	Valor
Edad (años)	26.2 ± 1.26
Peso (kg)	67.5 ± 4.46
Talla (m)	1.68 ± 0.03
IMC (kg/m ²)	23.4 ± 0.87
Glucosa (mg/dL)	73.0 ± 2.26
Insulina (μU/mL)	11.1 ± 1.41
HOMA-IR	2.07 ± 0.31

Cuadro 2. Dieta de 300 g de hidratos de carbono y distribución de nutrientes.

DESAYUNO

- Omelet de queso oaxaca
- Dos huevos (50 g cada pieza)
 - Cuatro rebanadas de queso oaxaca (120 g)
 - Una cucharadita de aceite vegetal (5 mL)
- Un vaso de jugo de naranja (240 mL)
- Dos tortillas (60 g)
- Una taza de melón (160 g)

COLACIÓN

- Una barra de granola (28 g)

COMIDA

- Carne asada (120 g)
- Media cucharadita de aceite (2.5 mL)
- Una taza de brócoli al vapor con mantequilla
- Una taza de brócoli (190 g)
 - Una cucharadita. Mantequilla (5 g)
- Dos tortillas (60 g)
- Agua de fresa 480 mL
- Una taza de fresas (143 g)
 - Dos cucharadas de azúcar (30 g)
- Pastelito, una pieza con relleno cremoso (50 g)

COLACIÓN

- Nueve gomitas (75 g)

CENA

- Tres quesadillas de queso oaxaca
- Tres tortillas (90 g)
 - Noventa gramos de queso oaxaca
 - Media cucharadita de aceite vegetal (2.5 mL)
- Dos vasos de agua (480 mL)

Distribución de la dieta

Energía (kcal)	2,395
Hidratos de carbono (g)	293
Proteína (g)	103
Lípidos (g)	85
• AGS (g)	9.6
• AGM (g)	15.2
• AGP(g)	12.0

Cada sujeto tuvo una consulta con la nutrióloga antes de consumir los alimentos prueba. Los sujetos fueron instruidos a consumir una dieta moderadamente alta en hidratos de carbono (por lo menos 300 g/día) por tres días antes de la prueba (Cuadro 2) para homogeneizar el consumo previo de nutrientes e hidratos de carbono.¹⁵

Los voluntarios mantuvieron la misma actividad física, así como sus hábitos de alimentación por tres días antes de comenzar el estudio. Cada prueba estuvo separada por tres días. Cada sujeto recibió seis alimentos prueba aleatoriamente: la bebida estándar de glucosa o una bebida comercial de soya baja en hidratos de carbono (Ades Natural Light y Ades Chocolate Light), o cacahuates, o leche o una bebida de soya alta en hidratos de carbono y fibra (BS-AHCyF).

Los alimentos prueba, incluida la bebida estándar, contenían 50 g de hidratos de carbono. La bebida estándar de glucosa se preparó con un día de anticipación para lo que se requirió disolver 50 g de glucosa pura en polvo en un vaso de 250 mL con agua caliente, el cual fue cubierto y almacenado en refrigeración por toda la noche. A la mañana siguiente, la solución de glucosa se sacó del refrigerador y se colocó en un cuarto a temperatura ambiente 30 min. Las porciones de los alimentos prueba fueron preparadas el mismo día antes de que iniciara la prueba. Las pruebas comenzaron a las 7:00 a.m. Antes de cada sesión los sujetos fueron pesados y entrevistados. Sólo se permitió consumir agua durante el ayuno, no se les permitió ningún alimento con cafeína. Los sujetos no consumieron leguminosas y no se les permitió el consumo de bebidas alcohólicas.

PROTOCOLO EXPERIMENTAL

Los sujetos antes de la prueba se mantuvieron en ayuno de 12 h antes de la prueba. Se obtuvo de forma capilar 0.5 mL de sangre para determinar la glucosa basal. Después de que las muestras en ayuno fueron obtenidas, se les proporcionó a los sujetos la porción de los alimentos prueba o la bebida estándar. Se tomaron muestras de sangre capilar y venosa a los tiempos 0, 15, 30, 45, 60, 90, 120 y 150 min después de haber consumido los alimentos prueba o la bebida estándar. Debido a las diferencias en el peso y metabolismo, la respuesta de glucosa en sangre al mismo alimento puede variar de persona a persona. Por lo tanto, se llevaron a cabo tres mediciones de la bebida estándar de glucosa. Se obtuvo la curva promedio de estas tres respuestas que fue usa-

da como curva de referencia para cada sujeto. La respuesta glicémica en la sangre capilar es mayor y menos variable que en la sangre venosa o en el plasma. Las diferencias entre los alimentos son mayores y más fáciles de detectar estadísticamente usando el método capilar.^{12,16} La sangre venosa se utilizó para medir las concentraciones de insulina en suero.

La insulina sérica se determinó a través de un estuche de radioinmunoensayo (Human RIA kit, Lincoln Research Inc., ST Charles, MO). Los complejos inmunes fueron cuantificados con el contador Cobra II γ (Packard Instruments, Meriden, CT).

Tamaño de muestra

La publicación de las tablas internacionales del índice glicémico recomiendan utilizar de cinco a siete sujetos para determinar el índice glicémico de un alimento.¹⁷ Para el cálculo del tamaño de muestra se usó una fórmula para muestras relacionadas utilizando los siguientes parámetros: error tipo 1 = 1.65, error tipo 2 = 1.28, área bajo la curva del estándar *, $X \pm DS 4000 \pm 400$ y Área bajo la curva del alimento prueba*, $X \pm DS 3400 \pm 550$.

$$n = \left[\frac{DS(Za+Zb)}{\text{Diferencia de los promedios}} \right]^2$$

Cálculo de índice glicémico, insulinémico y la carga glicémica

El índice glicémico se calculó con el incremento del área bajo la curva de la respuesta glicémica. El área se determinó por la suma de las áreas de los triángulos y rectángulos (Figura 1). El área bajo la curva de glucosa incluye el área sobre las concentraciones de glucosa en el ayuno. Cualquier área por debajo del nivel de ayuno se ignora.

La ecuación para el cálculo del área bajo la curva es:

$$\text{Área} = \frac{(A+B+C+\overline{D})t}{2} + \frac{(\overline{D}+\overline{E})T}{2} + \frac{\overline{E^2}T}{2(E+F)}$$

Donde: A, B, C, D, E y F; representan el incremento de la glucosa sobre la línea basal.

T y t; representan el intervalo de tiempo entre las muestras de sangre.

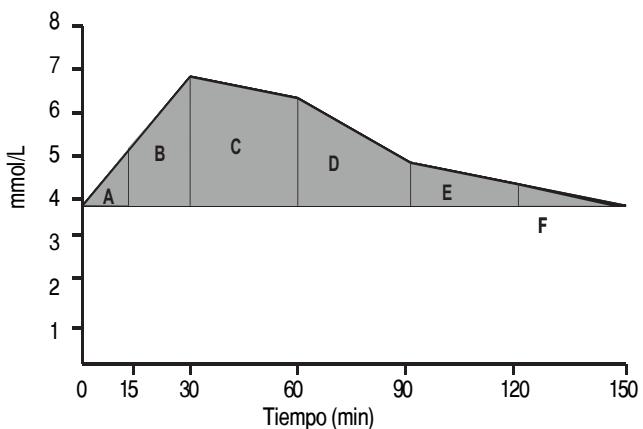


Figura 1. Cálculo de área bajo la curva para la determinación del índice glicémico.

Esta fórmula se usa cuando la concentración de glucosa en sangre al tiempo F cae por debajo de la concentración de glucosa en ayuno. Si la concentración de glucosa en sangre al tiempo F está por arriba de los niveles de ayuno, entonces el término $(E+F)T/2$ se sustituye por el último término en la ecuación.

Los valores de las áreas bajo la curva se utilizan para calcular el IG por medio de la siguiente ecuación:

$$IG = \frac{\text{Valor de ABC del alimento prueba}}{\text{Valor de ABC del alimento referencia}} \times 100$$

Donde IG es el índice glicémico y ABC es el área bajo la curva.

La carga glicémica (CG)¹² se obtiene de multiplicar el IG del alimento por la cantidad de HC por porción de alimento entre 100.

El InIn se calcula también con el incremento en el área bajo la curva de insulina.¹⁸

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se presentan como la media \pm EEM. Los datos se evaluaron por análisis de varianza (ANOVA) de una vía, con el contenido de hidratos de carbono o proteína de soya como variables independientes. Las diferencias significativas se determinaron por medio de la prueba protegida de la diferencia de los cuadrados mínimos de Fisher (Fisher PLSD), usando el programa StatView (Abacus Concepts) para Macintosh. El nivel de significancia se consideró con una $p < 0.05$.

* Datos obtenidos de la literatura. Lo que dio un tamaño mínimo de muestra de 7. En el presente estudio para aumentar la confiabilidad se estudiaron 12 sujetos.

RESULTADOS

Con el objetivo de poder comparar el IG, InIn, y la CG de los productos de soya con valores de alimentos reportados en la literatura, se determinó el IG de alimentos como el cacahuate y la leche que son considerados a presentar IG bajos y de una comida que presenta un IG alto, como es la combinación de taco de papa,¹¹ con sandía y miel. Además se determinó el InIn que no ha sido reportado en la literatura para estos alimentos.

Las concentraciones de glucosa en sangre capilar se expresaron como promedio \pm error estándar de la media (EEM). El promedio de la concentración de glucosa capilar de todos los sujetos después del consumo de la bebida estándar de glucosa presentó un pico máximo al min 30 de 126 ± 6.52 mg/dL. Posteriormente fue descendiendo hasta los valores en ayuno al min 150 (66.9 ± 4.5 mg/dL). Como se puede observar en la figura 2 paneles A y B, después del consumo de cacahuates o leche entera, las concentraciones de glucosa se mantuvieron constantes. Las concentraciones máximas de glucosa fueron 71.4 ± 8.92 mg/dL y 72.4 ± 8.92 mg/dL para el cacahuate y la leche entera, respectivamente. El IG fue de 7 y 18 para el cacahuate y la leche, respectivamente, por lo que son considerados alimentos con un IG bajo (Cuadro 3).

Con respecto a la insulina, a los 30 min después de consumir la bebida estándar de glucosa se observa un máximo en la concentración de insulina de 350.39 ± 46.82 pmol/L que se mantuvo hasta el min 60 (Figura 3A). Posteriormente la concentración de insulina fue disminuyendo gradualmente hasta el min 150 donde alcanzó una concentración de 92.5 ± 23.3 pmol/L. Como se puede observar en la figura 3 paneles A y C, el consumo de cacahuates y leche entera presentan un ligero incremento en la concentración de insulina alcanzando una concentración máxima de 120.79 ± 44.2 pmol/L para el cacahuate y de 99.96 ± 34.0 pmol/L para la leche entera al min 30. Posteriormente la concentración de insulina fue bajando gradualmente hasta alcanzar valores de 78.4 ± 23 pmol/L para el cacahuate y 64.3 ± 23 pmol/L para la leche entera al min 150. El InIn resultó ser de 9 y 8 para el cacahuate y la leche entera, respectivamente. Por lo que estos alimentos son considerados alimentos con un InIn bajo (Cuadro 3). La carga glicémica de una porción de 28 g de cacahuates y de 250 mL de leche entera fue de 0.4 y 2.0 respectivamente, ambos alimentos son considerados con una CG baja (Cuadro 3).

En la figura 2 panel C se muestra que después de consumir la comida que consistía de un taco de papa

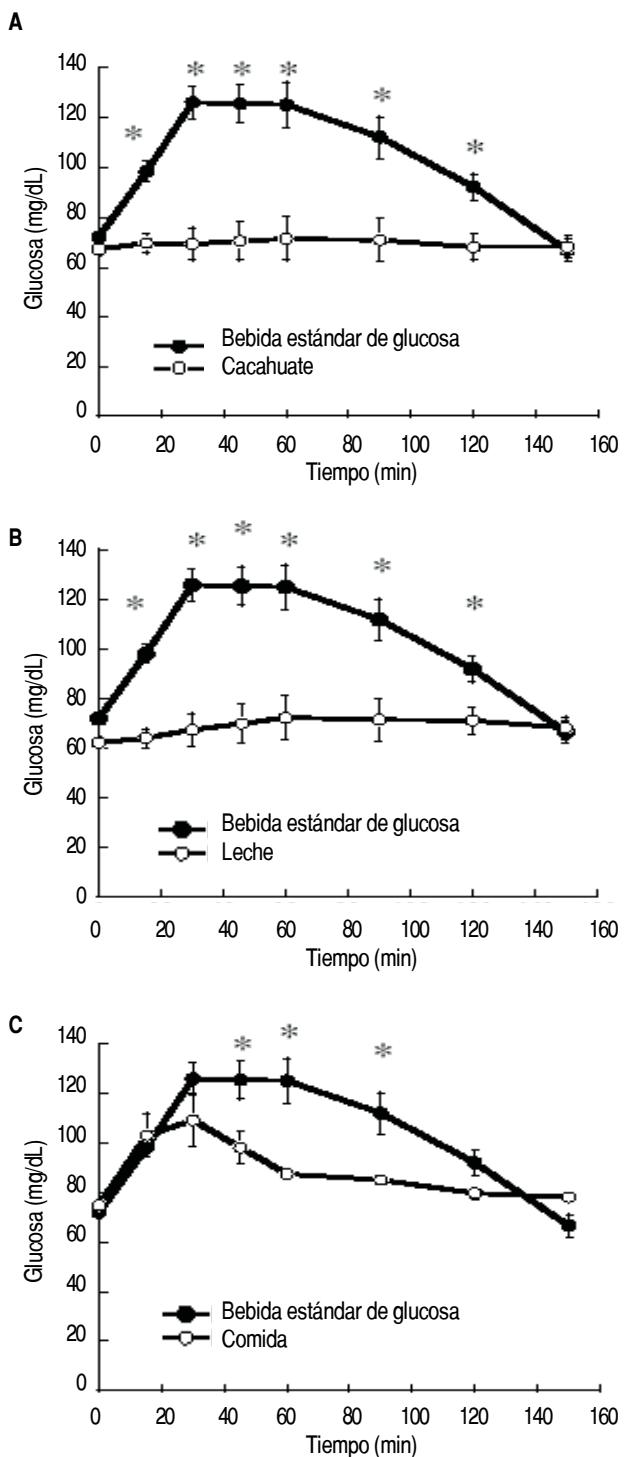


Figura 2. Curvas de glucosa después del consumo de 50 g de hidratos de carbono disponibles en cacahuate (229 g), en leche entera en polvo (130 g) disuelta en 250 mL, y en una comida que incluyó una pieza de tortilla de maíz (30 g) y 1/4 taza de papa cocida (62 g), una cucharadita de aceite de maíz (5 mL) y sandía (200 g) con 1 1/2 cucharadita de miel. * Indica diferencia significativa con una $p < 0.05$.

Cuadro 3. Índice glicémico, índice insulinémico y carga glicémica de diferentes bebidas con soya y varios alimentos.

	IG	InIn	Tamaño de la porción habitual	Carga glicémica
Ades Natural Light	4 ± 1.3 ^e	10 ± 6.1 ^c	200 mL	0.2
Ades Chocolate Light	18 ± 2.4 ^c	15 ± 6 ^c	200 mL	2.0
Cacahuate	7 ± 4 ^{d,e}	9 ± 0.4 ^c	28 g	0.4
Leche	18 ± 8 ^{c,d}	8 ± 0.4 ^c	250 mL	2.0
Fibra (Fibregum®)	10 ± 0.5 ^d	1 ± 0.1 ^d	-	-
Comida (taco de papa y sandía con miel de abeja)	41 ± 6.9 ^b	13 ± 1 ^c	-	-
Bebida de soya (BSAHCyF) (con maltodextrinas y fibra)	57 ± 2.8 ^a	45 ± 2.2 ^b	50 g	17.0
Bebida de soya (BSBHCyF)	43 ± 5.5 ^b	27 ± 2.2 ^a	32 g	4.8

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

dorado y sandía picada con miel¹⁴ se observa un aumento en las concentraciones de glucosa al min 30 hasta 116 ± 7.5 mg/dL. En este punto no existe una diferencia significativa con el pico de glucosa que presenta la bebida estándar de glucosa. Sin embargo, al minuto 60 las concentraciones de glucosa empiezan a decaer hasta 93 ± 8.6 mg/dL manteniéndose la concentración de glucosa en sangre estable hasta el final de la prueba. El IG de la comida resultó ser de 41, por lo que esta comida fue considerada con un IG bajo (Cuadro 3).

Al obtener la curva de insulina de esta comida observamos que presenta un pico máximo en la concentración de insulina a los 30 min (299.2 ± 87.3 pmol/L) y en este punto no existe diferencia significativa con respecto a la bebida estándar de glucosa. Después de este tiempo las concentraciones de insulina decayeron gradualmente hasta el minuto 150 alcanzando una concentración de 74.5 ± 15.4 pmol/L (Figura 3 panel B). Al obtener InIn éste resultó ser de 13. Por lo que esta comida se clasifica con un InIn bajo (Cuadro 3).

Con respecto a las bebidas de soya, la BSAHCyF presenta un pico máximo de glucosa a los 30 min (115 ± 6.5 mg / dL) (Figura 4 panel A). Después de este tiempo la concentración de glucosa en sangre comenzó a disminuir gradual y significativamente con respecto a la bebida estándar de glucosa para obtener al final del estudio la misma concentración de glucosa que en los valores de ayuno (65 ± 4.48 mg/dL). El área bajo la curva de la BSAHCyF es menor que la bebida estándar de glucosa, y al calcular el IG se obtuvo un valor de 57, lo cual es considerado como un IG moderado (Cuadro 3).

Después de consumir la BSAHCyF, se observó que la concentración de insulina se elevó rápidamen-

te hasta alcanzar una concentración de 717.4 ± 44.2 pmol/L al minuto 60. Este aumento tan rápido probablemente fue debido a la presencia de maltodextrinas en la bebida. Al minuto 90, la concentración de insulina disminuyó rápidamente a los valores de ayuno de 44 ± 32.6 pmol/L. Al minuto 120, la concentración de insulina volvió a presentar un aumento (95.8 ± 30.8 pmol/L) y al minuto 150 la concentración de insulina llegó hasta 204.16 ± 23.33 pmol/L (Figura 5 panel B). El InIn de esta bebida, se encontró de 45, que es considerado un InIn bajo (Cuadro 3). La CG de una porción de 50 g de la BSAHCyF fue de 17 y es considerada como moderada (Cuadro 2). A pesar del contenido de maltodextrinas, el IG y el InIn fueron moderados posiblemente a la presencia de fibra soluble. La disminución en la concentración de maltodextrinas en la bebida de soya BSAHCyF disminuyó significativamente tanto el IG como el InIn (Figuras 4A y 5B). A esta bebida se le denominó BSBHCF (bebida de soya baja en hidratos de carbono con fibra soluble).

Al estudiar el IG y el InIn de 50 g de fibra soluble (Fibregum®), como se puede observar en la figura 6 panel A, el consumo de 50 g de fibra acacia (Fibregum®) mantiene bajas y constantes las concentraciones de glucosa (73.8 mg/dL) durante los 150 min. Al calcular el IG éste fue de 10. Con respecto a las concentraciones de insulina éstas se mantuvieron también bajas y constantes durante los 150 min siendo de 52.64 pmol/L (Figura 6 panel B). Es interesante resaltar que el consumo de 50 g de esta fibra produjo los niveles más bajos de insulina de todos los alimentos probados. Al calcular el InIn de la fibra acacia (Fibregum®) éste fue de 1.

El consumo de una bebida comercial de soya baja en hidratos de carbono (Ades Natural Light) produce que las concentraciones de glucosa se mantengan

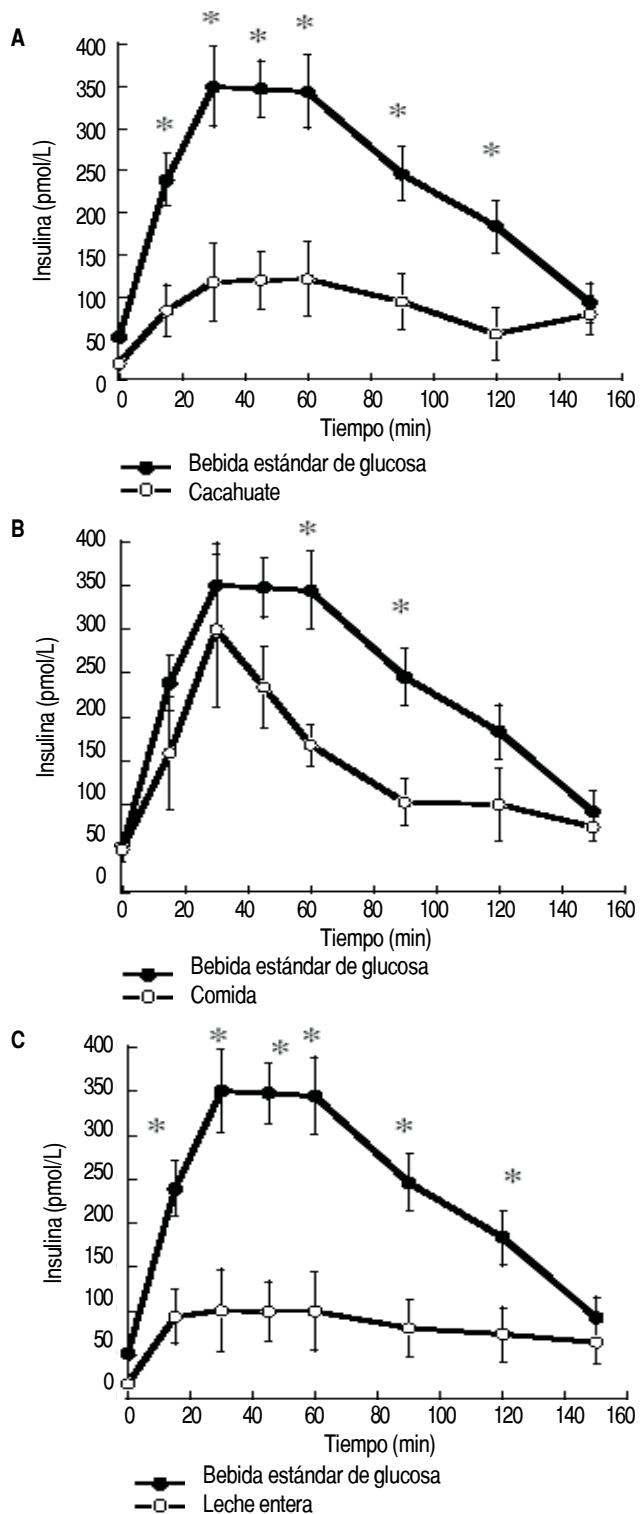


Figura 3. Curvas de insulina después del consumo de 50 g de hidratos de carbono disponibles en cacahuate (229 g), en leche entera en polvo (130 g) disuelta en 250 mL, y en una comida que incluyó una pieza de tortilla de maíz (30 g) y 1/4 taza de papa cocida (62 g), una cucharadita de aceite de maíz (5 mL) y sandía (200 g) con 1 1/2 cucharadita de miel. *Indica diferencia significativa con una $p < 0.05$.

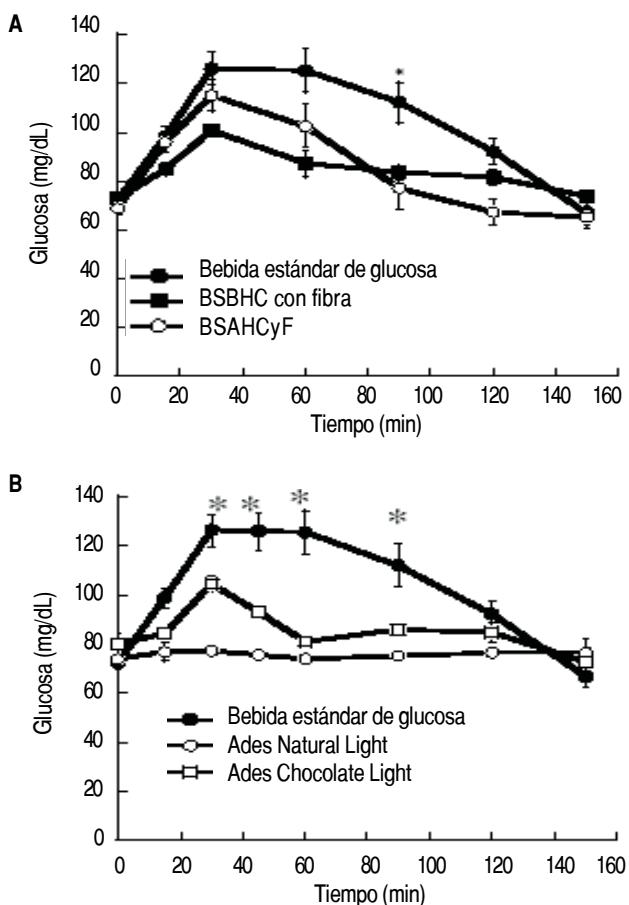


Figura 4. Curvas de glucosa después del consumo de 50 g de carbono disponibles en bebida comercial Ades Natural Light concentrado (600 mL), Ades Chocolate Light concentrado (600 mL) y 250 mL de una bebida alta en hidratos de carbono y fibra (BSAHCyF). * Indica diferencia significativa con una $p < 0.05$.

constantes (75.45 mg/dL) durante los 150 min (Figura 4 panel B). El IG de esta bebida fue de 4, que es un IG bajo (Cuadro 3). La bebida comercial de soya baja en hidratos de carbono sabor chocolate (Ades sabor Chocolate Light) presentó un pico de glucosa a los 30 min. ($104 \pm 2.84 \text{ mg/dL}$) que disminuye rápidamente al minuto 60 ($81 \pm 1.29 \text{ mg/dL}$), para alcanzar una concentración de glucosa igual que en el ayuno (Figura 4 panel B). El IG de esta bebida fue de 18 que es clasificado con un IG bajo (Cuadro 3).

Con respecto a las concentraciones de insulina, la bebida de soya comercial baja en hidratos de carbono (Ades Natural Light) presentó un pico máximo de insulina de $285.1 \pm 71.9 \text{ pmol/L}$ al minuto 30 (Figura 5 panel B). La bebida de soya comercial baja en hidratos de carbono (Ades sabor chocolate Light) a los 30 min presentó un pico de insulina de $313.8 \pm 70.1 \text{ pmol/L}$ para disminuir significativamente hasta

92.4 ± 18.7 pmol/L en el minuto 150 (Figura 5 panel A). El InIn fue de 10 para la bebida de soya baja en hidratos de carbono (Ades Natural Light) y de 15 para la bebida de soya baja en hidratos de carbono sabor chocolate (Ades sabor Chocolate Light), ambos valores son considerados como InIn bajo (Cuadro 3). La carga glicémica de 200 mL de las bebidas de soya comerciales bajas en hidratos de carbono fueron de 0.2 y 2 para la bebida Ades Natural Light y Ades sabor Chocolate Light, respectivamente (Cuadro 3).

DISCUSIÓN

En México ha habido una creciente producción de alimentos a base de soya en tiendas naturistas y centros comerciales; sin embargo, no existe una regulación en cuanto a qué cantidad de proteína deben de contener estos productos para observar un efecto benéfico sobre la salud. La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA; por sus siglas en inglés Food and Drug Administration) en Estados Unidos ha declarado que para observar un efecto be-

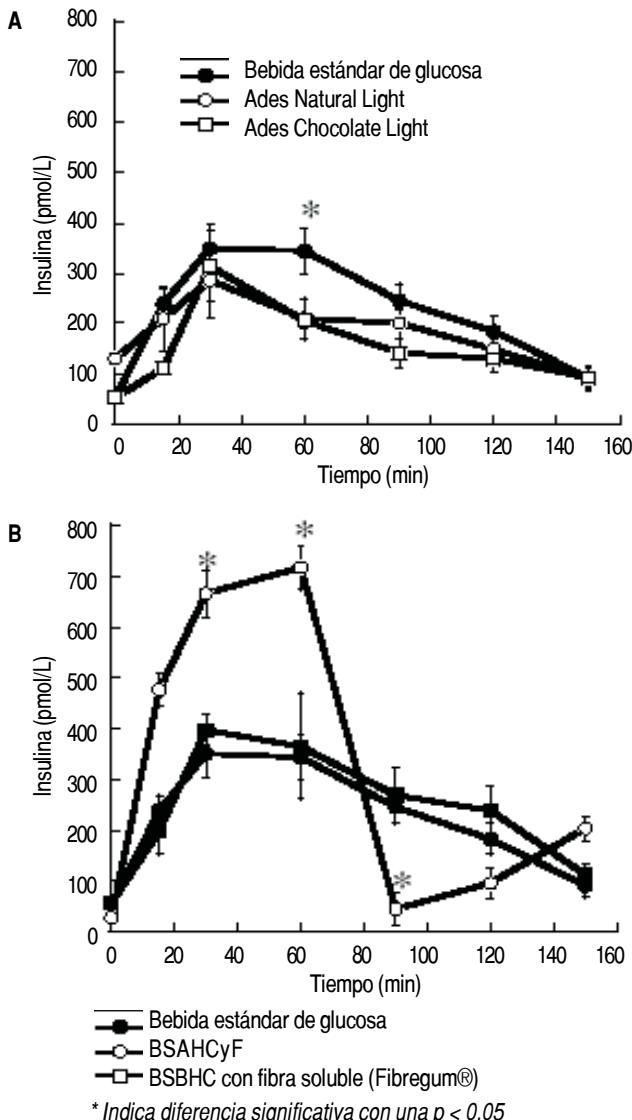


Figura 5. Curvas de insulina después del consumo de 50 g de carbohidratos disponibles en bebida comercial Ades Natural Light concentrado (600 mL), Ades Chocolate Light concentrado (600 mL) y 250 mL de una bebida de soya alta en hidratos de carbono y fibra (BSAHCyF).

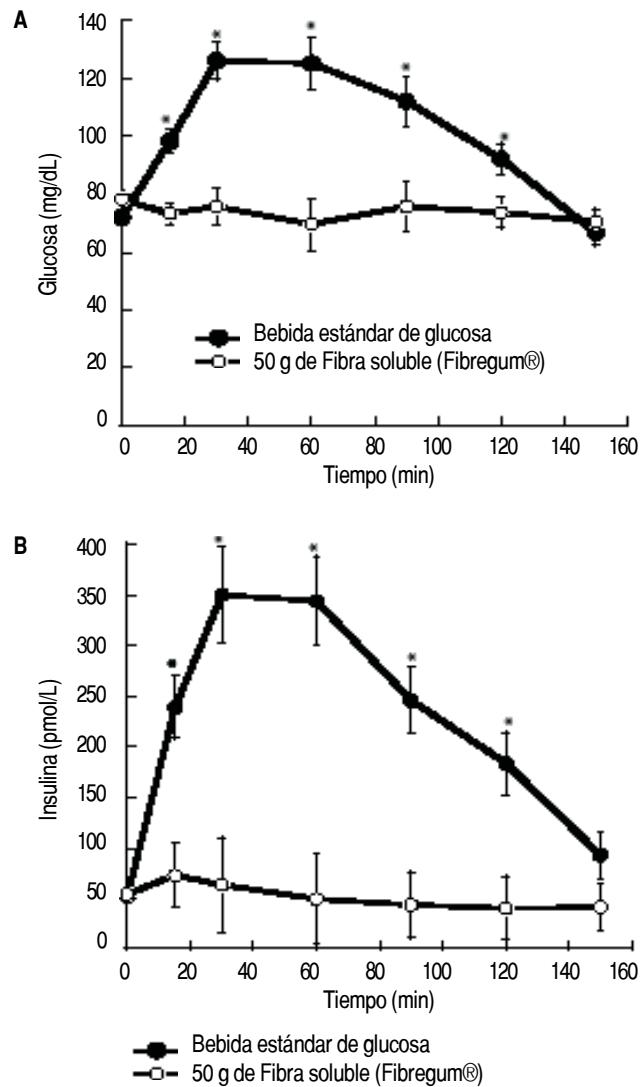


Figura 6. Panel A curva de glucosa después del consumo de 50 g de fibra acacia (Fibregum®). Panel B curva de insulina después del consumo de 50 g de fibra acacia (Fibregum®) * Indica diferencia significativa con una $p < 0.05$.

nífico de la proteína de soya sobre las concentraciones de colesterol y triglicéridos se deben consumir 25 g de proteína de soya/día junto con una dieta baja en grasa saturada.¹⁹ Estudios en humanos y en animales muestran que el consumo de proteína de soya disminuye la hiperfiltración renal, la proteinuria²⁰ y a largo plazo el desarrollo de lipotoxicidad en el hígado.⁸ Estudios previos en nuestro laboratorio han demostrado que el consumo de proteína de soya mantiene las concentraciones de insulina dentro de los valores normales mientras que la caseína a la misma concentración produce hiperinsulinemia.¹⁰ Por lo que era necesario conocer si el consumo de proteína de soya en humanos tenía algún efecto sobre la absorción de glucosa y la respuesta a la insulina que pudiera ayudar a pacientes con obesidad y diabetes, así como en la disminución de las complicaciones de la diabetes como son el daño renal. En el mercado existen pocos productos que contengan al menos 6.25 g de proteína de soya por ración, para lo cual utilizamos una bebida con proteína de soya que contiene por ración 12.5 g de proteína de soya y dos bebidas comerciales a base de proteína de soya (Ades natural light y Ades chocolate light que contienen 6.25 g de proteína de soya por ración), ambas bebidas cumplen con lo propuesto por la FDA.

Como se puede observar en la figura 2, los alimentos que son considerados con un IG bajo como son el cacahuate y la leche entera no presentan un pico de glucosa como lo hace la bebida estándar, ni presentan picos altos en la concentración de insulina. Estos resultados indican que la presencia de grasa en estos productos interacciona con el almidón formando un complejo que reduce el ataque enzimático.¹⁶ Por lo tanto, a mayor contenido de grasa en un alimento alto en hidratos de carbono más bajo será el índice glicémico. Con respecto a la leche entera, la lactosa se absorbe muy lentamente, y además contiene 3% de grasa, dando como resultado un IG de 18 que es considerado como un IG bajo.

Con respecto a la comida que se probó en este estudio con IG alto reportado en la literatura y que comprendía de tacos de papa con un IG de 78, sandía con un IG de 72, y miel de abeja con un IG de 73, se observó en este estudio que el consumo de esta comida resultaba en un IG bajo. En este estudio el taco de papa estuvo frito con 5 mL de aceite de maíz, lo que posiblemente ocasionó una interacción de la grasa con el almidón formando un complejo, el cual redujo el ataque enzimático dando como resultado un IG bajo.

La razón por la que la BSAHCyF tiene un IG moderado puede deberse al contenido de maltodextrinas en la bebida. La adición de estas maltodextrinas sirve como agente espesante y acarreador de colorantes

y saborizantes. Sin embargo, las maltodextrinas están compuestas de unidades de glucosa unidas por uniones alfa 1-4 y tienen un IG de 100.¹⁴ A pesar de contener las maltodextrinas, el IG de la BSAHCyF no es alto, ya que la bebida contenía 15 g de fibra soluble. Se conoce que el IG de 50 g de glucosa con 14.5 g de goma guar es de 62.¹⁴ La función de la fibra soluble es aumentar el volumen (la viscosidad) del contenido gástrico, lo que disminuye la velocidad del tránsito intestinal y el ataque enzimático, por lo que el IG resulta ser moderado. Por lo que se recomendaría disminuir el contenido de maltodextrinas para reducir tanto el IG y el InIn como se puede observar en la figura 4A, 5B y buscar productos que sean altos en fibra para mantener las concentraciones de glucosa dentro de los valores normales, sin la necesidad de estimular al páncreas para secretar insulina y poder mantener las concentraciones normales de glucosa.

Interesantemente estos estudios muestran que no necesariamente los alimentos con IGs bajos tienen InIn bajos en todos los casos. Por ejemplo, la presencia de grasa ejerce un efecto importante en la reducción del IG y del InIn. Como se puede observar en la figura 2 panel A y B y en la figura 3 panel A y B, el cacahuate y la leche entera tienen IG e InIn bajos. También la presencia de otros componentes como son los hidratos de carbono o la fibra pueden modificar estos índices.

Es importante calcular la CG de los alimentos, ya que toma en cuenta el tamaño de la porción del alimento. Es decir, para obtener el IG del cacahuate se utilizaron 229 g de cacahuates, ya que contenían 50 g de hidratos de carbono; sin embargo, para calcular la CG del cacahuate se toma una porción habitual de cacahuates que es de 28 g. La CG puede ser la misma en un alimento alto en hidratos de carbono con un IG bajo o en un alimento con bajo contenido de hidratos de carbono con un IG alto debido a que se ajusta al tamaño de la porción. Sin embargo, mientras que los efectos de la glicemia posprandial pueden ser similares²¹ los efectos metabólicos pueden ser diferentes en la función de las células beta del páncreas, en las concentraciones de triglicéridos, en las concentraciones de ácidos grasos libres, y sobre la saciedad.

Por lo que se recomienda que las bebidas de soya deban de contener al menos 6.25 g de proteína por ración y que se consuman cuatro raciones al día por un tiempo prolongado para ver un posible efecto benéfico sobre la concentración de lípidos en sangre. También se recomienda que los productos de soya tengan una concentración baja de maltodextrinas y si es posible que contengan fibra soluble para mantener IG e InIn bajos y poder ser utilizadas en pacientes obesos

o diabéticos.²² La proteína de soya es una proteína de buena calidad con una calificación química de 1 igual que la leche o la carne y que puede utilizarse como única fuente de proteína tanto en los niños como en los adultos.²³ El consumo de soya debido a su baja concentración de metionina, aminoácido precursor de la homocisteína puede ayudar a reducir el riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares.³ Por otra parte, es importante señalar que alrededor de 20,000 productos alimenticios contienen soya y uno de cada cuatro que consumimos contiene soya sin que el consumidor tenga conocimiento. Con la aparición de productos de soya de segunda generación en los cuales se han eliminado los posibles efectos adversos de la soya como son el sabor residual o la posible producción de flatulencia, la soya se puede incorporar en una variedad de productos como son embutidos, productos de panificación, texturizados, cárnicos, etc., sin disminuir la calidad proteica del producto. Por otra parte, en la República Mexicana se sirven 5.000,000 de desayunos diarios por parte del DIF en los que se incluye soya. Estados Unidos este año incluirá en sus programas de desayunos escolares leche de soya (soy milk) como bebidas “nutricionalmente equivalentes” debido a su alta calidad nutricia. Otro de los beneficios de la proteína de soya cuando se consume a largo plazo es el de disminuir las concentraciones de lípidos en sangre y probablemente en el hígado, disminuyendo así la esteatosis hepática que puedan presentar algunos pacientes obesos.

El consumo de proteína de soya (0.5 g/kg.d) en pacientes diabéticos con daño renal reduce la excreción de albúmina urinaria y aumenta el colesterol HDL, así como mejora la filtración glomerular.^{22,24}

El mensaje importante para los médicos, nutriólogos y profesionales de la industria de alimentos es que los alimentos con soya pueden ser recomendados en pacientes obesos y diabéticos, ya que presentan un índice glicémico bajo. Sin embargo, hay que tomar en cuenta si los alimentos a base de soya están adicionados de otros componentes. Como demostramos, la bebida adicionada de maltodextrinas que se utilizan frecuentemente en la industria alimenticia para dar cierto espesor pueden alterar el IG. También hay que considerar la carga glicémica, así como su respuesta a la insulina para ser adecuadamente recomendados en pacientes resistentes a la insulina.

REFERENCIAS

1. Board US. Consumer attitudes about nutrition. Insights into nutrition, health & soyfoods. USA: USB National Report; 2005.
2. Torres N, Quiroz G, Ramos V, Flores I, Solorio L, Tovar AR. Conocimiento y consumo de soya en los habitantes de una zona urbana del Distrito Federal. *Nutrición Clínica* 2004; 7: 221-6.
3. Torres N, Torre-Villalvazo I, Tovar AR. Regulation of lipid metabolism by soy protein and its implications in diseases mediated by lipid disorders. *J Nutr Biochem* 2005; [E pub ahead of print] PMID 16481155.
4. Setchell KDR, Lydeking-Olsen E. Dietary phytoestrogens and their effect on bone: evidence from in vitro and in vivo, human observational, and dietary intervention studies. *Am J Clin Nutr* 2003; 78(Suppl.): 593S-609S.
5. Tovar AR, Murguia-Cruz C, Hernández-Pando R, Aguilar-Salinas CA, Pedraza-Chavarría J, Correa-Rotter R, Torres N. A soy protein diet alters hepatic lipid metabolism gene expression and reduces serum lipids and renal fibrogenic cytokines in rats with chronic nephrotic syndrome. *J Nutr* 2002; 132: 2562-9.
6. Salud SD. Encuesta Nacional de Salud, SSA. México; 2000.
7. Torres N, Torre-Villalvazo I, Tovar AR. Future directions in reducing hepatic lipotoxicity. *Future Lipidology* 2006; in press.
8. Tovar AR, Torre-Villalvazo I, Ochoa M, Elías AL, Ortiz V, Salinas-Aguilar CA, Torres N. Soy protein reduces hepatic lipotoxicity in hyperinsulinemic obese Zucker fa/fa rats. *J Lipid Res* 2005; 46: 1823-32.
9. Bhathena SJ, Velásquez MT. Beneficial role of dietary phytoestrogens in obesity and diabetes. *Am J Clin Nutr* 2002; 76: 1191-201.
10. Tovar AR, Ascencio C, Torres N. Soy protein, casein, and zein regulate histidase gene expression by modulating serum glucagon. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2002; 283: E1016-E1022.
11. Noriega E. El Índice Glucémico. *Cuadernos de Nutrición* 2004; 27: 117-24.
12. Wolever TMS, Jenkins DJA, Jenkins AL, Josse RG. The glycemic index: methodology and clinical implications. *Am J Clin Nutr* 1991; 54: 846-54.
13. Edes ET, Shah HJ. Glycemic index and insulin response to a liquid nutritional formula compared with a standard meal. *J Am Coll Nutr* 1998; 17: 30-5.
14. Foster-Powell K, Holt SHA. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am J Clin Nutr* 2002; 76: 5-56.
15. Chan HMS, Brand-Miller JC, Holt SHA, Wilson D, Rozman M, Petocz P. The glycaemic index values of Vietnamese foods. *Eur J Clin Nutr* 2001; 55: 1076-83.
16. FAO W. Carbohydrates in human nutrition (FAO Food and Nutrition paper-66) Chapter 4. The role of the glycemic index in food choice. FAO/WHO, Rome. 1997.
17. Gretebeck RJ, Gretebeck KA, Tittelbach TJ. Glycemic index of popular sport drinks and energy foods. *JADA* 2002; 102: 415-7.
18. Östman ME, Liljeberg EH, Björck ME. Inconsistency between glycemic and insulinemic responses to regular and fermented milk products. *Am J Clin Nutr* 2001; 74: 96-100.
19. FDA DoHaHS. Food labeling: Health claims soy protein and coronary heart disease. USA: FDA; 1999.
20. Trujillo J, Ramirez V, Pérez J, Torre I, Torres N, Tovar AR, Muñoz RM, Uribe N, Gamba G, Bobadilla NA. Renal protection by a soy diet in obese Zucker rats is associated with restoration of nitric oxide generation. *Am J Physiol Renal Physiol* 2005; 288: F108-F116.
21. Barclay AW, Brand-Miller JC, Wolever T. Glycemic index, glycemic load, and glycemic response are not the same. *Diabetes Care* 2005; 28: 1839-40.
22. Jenkins DJA, Kendall CWC, Marchie A, Jenkins AL, Augustin LSA, Ludwig DS. Type 2 diabetes and the vegetarian diet. *Am J Clin Nutr* 2003; 78(Suppl.): 610-6S.

23. Young VR. Soy protein in relation to human protein and amino acid nutrition. *JADA* 1991; 91: 828-35.
24. Teixeira SR, Tappenden KA, Carson L, Jones R, Prabhudesai M, Marshall WP, Erdman W. Isolated soy protein consumption reduces urinary albumin excretion and improves the serum lipid profile in men with type 2 diabetes mellitus and nephropathy. *J Nutr* 2004; 134: 1874-80.

Reimpresos:

Dra. Nimbe Torres y Torres

Departamento de Fisiología de la Nutrición,
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición
Salvador Zubirán.
Vasco de Quiroga No. 15,
Col. Sección XVI,
14080, México, D.F.
Correo electrónico: nimbet@quetzal.innsz.mx

Recibido el 8 de diciembre de 2005.

Aceptado el 31 de julio de 2006.