



Salud Pública de México

ISSN: 0036-3634

spm@insp.mx

Instituto Nacional de Salud Pública
México

Torres y Torres, Nimbe; Tovar-Palacio, Armando R

La historia del uso de la soya en México, su valor nutricional y su efecto en la salud

Salud Pública de México, vol. 51, núm. 3, mayo-junio, 2009, pp. 246-254

Instituto Nacional de Salud Pública

Cuernavaca, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10612549011>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

La historia del uso de la soya en México, su valor nutricional y su efecto en la salud

Nimbe Torres y Torres, MSc, PhD,⁽¹⁾ Armando R Tovar-Palacio, PhD.⁽¹⁾

Torres-Torres N, Tovar-Palacio AR.
La historia del uso de la soya en México,
su valor nutricional y su efecto en la salud
Salud Pública Mex 2009;51:246-254.

Resumen

La proteína de soya se ha utilizado en algunos países latinoamericanos, incluido México, en diversos programas de alimentación; el propósito ha sido el de mejorar el estado nutricional de la población debido a su elevado valor nutricio y su costo relativamente bajo que mantuvo por algún tiempo. En este trabajo se describen los usos y la investigación que se ha llevado a cabo sobre la soya en México desde 1970. Además, se revisan los efectos de los diferentes componentes de la soya, en particular de su proteína y las isoflavonas, sobre la salud, su mecanismo de acción en la reducción del colesterol y los triglicéridos y la disminución de la secreción de insulina, así como su respuesta glucémica; por último, se delinean las recomendaciones del consumo de la proteína de soya para obtener un beneficio en la salud.

Palabras clave: soya; isoflavonas; lípidos; insulina; colesterol; México

Torres-Torres N, Tovar-Palacio AR.
The importance of soy in Mexico,
its nutritional value and effect on health.
Salud Pública Mex 2009;51:246-254.

Abstract

Soy protein has been used in several Latin-American countries including Mexico in various food programs with the purpose to improve the nutritional status of the population due to the high nutritional value and its relatively low cost that was maintained for some time. In the present work, the use and research on soy in Mexico since 1970 is described. In addition, this review shows the effects of the different components of soy, in particular its protein and the isoflavones on health, the mechanism of action of soy protein to reduce cholesterol and triglycerides, and insulin secretion, as well as its glycemic response, and finally, the recommendations of soy protein consumption to obtain a health benefit.

Key words: soy; isoflavones; lipids; insulin; cholesterol; Mexico

Historia del uso de la soya en América Latina y México

La introducción de la soya en algunos países de América Latina se debió en parte a una lucha en contra de la desnutrición de niños de familias que no podían adquirir fuentes de proteína, como la leche y el huevo.¹

Por estas razones, Scrimshaw y Bressani desarrollaron en Guatemala la incaparina, que consistía en un suplemento proteico a base de maíz y soya que se utilizó para combatir la desnutrición en esa nación.² La soya posee características muy ventajosas, entre ellas su alto contenido de proteína y lípidos, así como elevadas concentraciones de lisina, aminoácido que es limitado en

(1) Departamento de Fisiología de la Nutrición, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. México.

Fecha de recibido: 29 de mayo de 2008 • Fecha de aceptado: 20 de febrero de 2009
 Solicitud de sobretiros: Dra. Nimbe Torres y Torres. Departamento de Fisiología de la Nutrición,
 Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición. Vasco de Quiroga 15 col. Sección XVI. 14000 México, DF.
 Correo electrónico: nimbester@gmail.com

la mayor parte de las proteínas de origen vegetal, por ejemplo el maíz, trigo y arroz que se consumen en áreas donde la desnutrición es frecuente; en consecuencia, al combinar la soya con un cereal se obtiene un alimento con mejor valor nutricional.

Buena parte del interés en el consumo de la soya y la coordinación de diferentes actividades para dar a conocer la preparación y los usos de la soya en México, y otros países de Latinoamérica, se ha debido a la Asociación Americana de la Soya (ASA, por sus siglas en inglés). México fue seleccionado en 1971 como sede de ella, ya que ha sido el principal importador de aceite de soya y productos de soya en Latinoamérica provenientes de Estados Unidos de América. En el decenio de 1970, México fue uno de los primeros países latinoamericanos que desarrolló diferentes productos con soya y donde se ha utilizado la proteína de soya (PS) en un porcentaje de 20 a 30% para enriquecer o sustituir a las proteínas de origen animal de varios productos y hacerlos de esta manera más económicos.³ También se ha incluido en una proporción de 8% la proteína de soya en las tortillas para mejorar de esta manera su eficiencia proteica (PER) a 85% y la utilización neta de las proteínas (NPU) a 73% de las tortillas.⁴ Sin embargo, este proyecto no tuvo mucha relevancia debido a que la soya tendía a alterar la elasticidad y el sabor de la tortilla.⁵

En 1975 se organizó la primera conferencia latinoamericana sobre la PS en la que se intercambiaron las experiencias con el uso de la soya en el Programa Nacional de Alimentación (PRONAL) en México.⁶ La soya se utilizó en este programa como extensor de la carne, añadido de bebidas de leche (SOYACIT), pastilla comprimida de leche o embutidos. Sin embargo, aun cuando el frijol de soya tenía un precio relativamente bajo, los productos más elaborados con soya (mezclas en polvo para preparar sopas, atoles y bebidas) presentaban costos más altos al público, lo que limitaba el mercado a sectores de la población con alto poder adquisitivo. En 1975 se inició en México en el Instituto Nacional de la Nutrición un Programa de Tecnología de Alimentos de Interés Social bajo los auspicios del Programa Nacional de Alimentación (PRONAL) para lograr un mayor y mejor consumo de alimentos en los grupos de la población mal alimentados y diseñar productos de alto valor nutritivo, de bajo costo y fácil conservación y distribución, entre los cuales se incluía la soya.⁷

De manera inicial, varias investigaciones subestimaron la calidad de la PS para uso humano, debido a que la evaluación de la calidad de esta proteína se llevaba a cabo en ratas, las cuales necesitan 50 a 100% más de aminoácidos azufrados (metionina-cisteína)⁸ que los seres humanos debido a su utilización en la formación de una gran masa de pelo de la rata. Esto dio

como resultado que la calificación química de la proteína de la soya fuera de 0.6 a 0.7, una cifra que estaba por debajo de la proteína de leche o de huevo. En 1989, el comité de expertos sobre evaluación de la calidad de la proteína de la FAO/OMS concluyó que la calidad de una proteína se puede evaluar adecuadamente al expresar el contenido del aminoácido indispensable más limitante de la proteína a probar como un porcentaje del contenido del mismo aminoácido en referencia a un patrón de aminoácidos indispensables. El patrón de referencia se basó en los requerimientos de los aminoácidos indispensables para niños preescolares, publicados en 1985 por la FAO/OMS/UNU. Con posterioridad, este porcentaje se corrige por la digestibilidad fecal verdadera de la proteína sometida a prueba. Este método de valoración se conoce como calificación de aminoácidos corregida por la digestibilidad de la proteína (PDCAAS).⁹ La PS es la única proteína de origen vegetal que es equivalente a la proteína animal con un PDCAAS= 1¹⁰, considerando que la digestibilidad verdadera de productos con PS adecuadamente procesados es de 92 a 100%.¹¹ Si se utiliza como fuente única de proteína, cubre las necesidades de todos los aminoácidos indispensables en niños y adultos cuando se ingiere a una concentración de 0.6 g proteína/kg de peso corporal por día.¹²

El mercado de PS en México se ha calculado en 3.5 millones de toneladas métricas (datos proporcionados por la ASA, 2007), para consumo animal, obtención de aceite y proteína de consumo humano. El volumen de soya empleado de manera directa para consumo humano como ingrediente, en las formas de frijol, harina, concentrado o aislado, se aproxima a 273 000 toneladas métricas. Aunque el frijol de soya se puede consumir hervido o tostado, la mayor parte se transforma en una gran variedad de alimentos, entre ellos texturizados, bebidas tipo leche, hamburguesas, aceite de soya y concentrados de proteína. Los factores que han influido en el mercado de la PS han sido una mayor disponibilidad de productos de soya y un mayor número de investigaciones científicas que sustentan sus efectos en la salud. Resultados de una encuesta realizada en 975 individuos de la población urbana de 15 delegaciones del Distrito Federal indican que 85% de la población considera los productos de soya saludables y 50% conoce algunos de los beneficios de la soya en la salud, si bien sólo 29% consume algún producto de soya.¹³ Este porcentaje es alto si se considera que la soya es una leguminosa de origen oriental. Se estima que la cifra de alimentos que contienen productos de soya es mayor de 20 000; casi 1 de cada 4 productos en el supermercado contiene soya,¹⁴ como embutidos, hamburguesas, surimi, bases para sopas, alimentos para lactantes, sustitutos de la leche, productos de panificación, etcétera.¹⁵ En México se

sirven cada día siete millones de desayunos escolares en los cuales se incluye algún producto de soya (Programa de Desayunos Escolares del DIF, hasta 2007).

Características nutricionales de la soya

En el cuadro I se muestra el contenido y composición de proteína, lípidos, hidratos de carbono y fibra dietaria de la soya, así como los efectos que tienen estos nutrientes sobre la salud. El componente más utilizado de la soya es su proteína en virtud de su elevada concentración respecto de otras leguminosas. Una taza de frijoles de soya cocidos proporciona 16.6 g de proteína, que equivale a 30% de la ingesta dietaria recomendada (IDR) de proteína para un adulto de 70 kg.¹⁶

Como se puede observar en el cuadro II, tanto el aislado como el concentrado de PS satisfacen los requerimientos de aminoácidos azufrados y lisina. La cantidad de PS que se requiere para cubrir las necesidades de aminoácidos azufrados es de 0.4 a 0.5 g proteína/kg/día.¹² Estudios en hombres adultos han demostrado que el consumo de 0.6 g de PS/kg/día permite un equilibrio de nitrógeno equivalente al producido con 0.4 g de clara de huevo/kg/día.¹⁷ Este estudio muestra que la PS sin complementación con metionina satisface los requiri-

mientos de aminoácidos de los adultos. Sin embargo, la complementación con metionina mejora la utilización de la PS al permitir que se necesite menor cantidad de PS para cubrir las necesidades de aminoácidos.¹⁸ En el caso de los niños, cabe señalar que hoy en día todas las fórmulas infantiles a base de soya, que se han utilizado ampliamente por ser hipoalergénicas, están suplementadas con metionina y emplean aislados de PS con alta digestibilidad para evitar la presencia de fitatos o inhibidores de proteasas que estaban presentes en las primeras fórmulas infantiles elaboradas con harina de soya hace casi 100 años.¹⁹ En el caso de niños y adultos que consumen una alimentación variada no se necesita la complementación de metionina.

La importancia de los fitoquímicos de la soya

La dieta del ser humano contiene, además de los nutrientes, un número de compuestos no nutritivos bioactivos que se encuentran naturalmente en los alimentos y que se denominan fitoquímicos. Los frijoles de soya proveen una variedad de fitoquímicos que pueden tener una función importante en la reducción del riesgo de desarrollar enfermedades crónicas. Por tradición,

Cuadro I
CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DEL FRIJOL DE SOYA

Nutriente	%	Composición	Efectos para la salud
Proteína ⁵¹	36	mg AA indispensable/g proteína	
		Proteína soya	Patrón FAO/OMS
		His 26	niños 2-5 años 19
		Ile 49	28
		Leu 82	66
		Met+Cis 26	58
		Fen+Tir 90	63
		Tre 38	34
		Trp 13	11
		Val 50	35
Lípidos ⁵²	19	15% Ac grasos saturados 24% Ac grasos monoinsaturados 60% Ac grasos poliinsaturados - 85% Ac linoleico 18:2 n-6 - 12% Ac α -linolénico 18:3 n-3	El frijol de soya es rico en ácidos grasos poliinsaturados y ac α linolénico que tiene efecto en la prevención de incidentes coronarios ⁵³
Hidratos de carbono ⁵⁴	30	70% hidratos de carbono complejos (almidón) 30% hidratos de carbono simples	
Fibra dietaria ⁵¹	17	7 g fibra soluble 10 g fibra insoluble	Disminuye la glucosa posprandial ⁵¹ Reduce ligeramente el colesterol plasmático ⁵⁵

AA: aminoácidos; LDL: low density lipoprotein (ipoproteína de baja densidad); His: histidina; Ile: isoleucina; Leu: leucina; Met: metionina; Cis: cisteína; Fen: fenilalanina; Tir: tirosina; Tre: treonina; Trp: triptófano; Val: valina

Cuadro II
COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE REQUERIMIENTOS
DE AMINOÁCIDOS LIMITANTES QUE CUBREN DIFERENTES
TIPOS DE PROTEÍNA

Fuente de proteína	Porcentaje que cubre del requerimiento	
	Aminoácidos azufrados	Lisina
Huevo	228	120
Aislado de proteína de soya	104	103
Concentrados de proteína de soya	117	104
Trigo	140	44
Maíz	128	66
Frijol negro	104	131
Frijol de soya	118	115

Se utilizó el requerimiento de aminoácidos para niños preescolares (FAO/OMS/UNU, 1985), que es el grupo de edad que presenta mayores necesidades de todos los aminoácidos

Requerimiento de aminoácidos azufrados para este grupo de edad (metionina + cisteína= 25 mg/g proteína), lisina= 58 mg/g proteína

algunos de estos compuestos se habían considerado como antifisiológicos, como los inhibidores de tripsina, fitatos, oligosacáridos y saponinas (cuadro III); empero, la investigación más reciente indica que esto puede ser una generalización, sobre todo en el caso de los oligosacáridos y las saponinas.

Isoflavonas

El frijol de soya es la leguminosa que contiene la mayor concentración de isoflavonas (daidzeína, genisteína y gliciteína).²⁰ Estos compuestos tienen una estructura química similar a los estrógenos²¹ y se unen a los receptores de estrógeno α y β , aunque muestran mayor afinidad por el segundo. La actividad estrogénica de las isoflavonas es 1/1 000 menor que la de los estrógenos naturales.

Digestión de las isoflavonas. Las isoflavonas en los productos de soya se encuentran en la forma de glucósidos, lo que indica que están unidas a una azúcar (isoflavonas conjugadas) que al pasar por el intestino se hidrolizan por la acción de las β -glucosidasas, con liberación de las

Cuadro III
FITOQUÍMICOS PRESENTES EN EL FRIJOL DE SOYA CON FUNCIÓN BIOLÓGICA IMPORTANTE

Fitoquímico	Características químicas	Efectos en la salud
Inhibidores de tripsina(T) ⁵⁶ 45-60 mg/g p	Son proteínas (inhibidor Bowman-Birk y el inhibidor de tripsina Kunitz) presentes en la soya que reducen la actividad de diversas proteasas gastrointestinales, incluida la tripsina	Inhiben la digestión de proteínas. El calor destruye 80-90% de la actividad de los IT. El tratamiento excesivo con calor afecta a la proteína dietaria y produce efectos adversos en su absorción
Saponinas ⁵⁷ 0.5%	Son glucósidos formados por la unión de una sapogenina con uno o varios azúcares. La sapogenina puede ser un esteroide o un triterpeno. Se absorben pobremente	Pueden reducir el colesterol plasmático al quedar ácidos biliares o colesterol en el intestino. No se conoce que produzcan el efecto hipocolesterolémico de la soya
Ácido fítico 0.5%	Inositol hexafosfato, compuesto termoestable presente en la soya y otras leguminosas	Disminuye la biodisponibilidad del Zn, Fe, Ca y Cu, lo que puede indirectamente alterar el colesterol plasmático. ²⁵ Puede reducir el riesgo de cáncer de colon por sus efectos antioxidantes ^{58,59}
Oligosacáridos	Rafinosa, 0.8-1.0% Estaqueiosa, 4-4.5 %	No son hidrolizadas por las α -galactosidasas en la mucosa intestinal y por tanto son fermentadas para generar ácidos grasos de cadena corta y gas (metano, hidrógeno y dióxido de carbono) en el colon. El remojo o las nuevas variedades de frijol atenúan estos efectos. ⁶⁰ Promueven el crecimiento de bifidobacterias, lo que disminuye el riesgo de desarrollo de cáncer de colon ^{61,62}
Isoflavonas	Daidzeína, genisteína y gliciteína. El ecuol es un metabolito generado a partir de la daidzeína por la flora bacteriana del intestino	Las isoflavonas tienen baja actividad estrogénica para tener un impacto importante sobre los síntomas vasomotores de la deficiencia de estrógenos en mujeres perimenopáusicas. ²⁸ Los estudios clínicos no proporcionan un resultado definitivo sobre los efectos en el hueso

principales agliconas bioactivas: daidzeína, genisteína y gliciteína. La flora bacteriana del intestino puede absorber y metabolizar estas agliconas para la formación de metabolitos específicos, como el ecuol. Es de interés que en una dieta alta en hidratos de carbono aumenta la fermentación intestinal, lo cual da lugar a una mayor formación de ecuol. Éste muestra menor propensión a unirse a proteínas plasmáticas y por tanto tiene mayor disponibilidad que el estradiol. Por otro lado, cuando la flora intestinal está disminuida, por ejemplo después del consumo de antibióticos o en el caso de diarrea, la biotransformación de las isoflavonas disminuye.²²

Actividad estrogénica o antiestrogénica de las isoflavonas. La estructura química de las isoflavonas es muy similar a la de los estrógenos, por lo que pueden interferir con la acción de los estrógenos. Según sea el tipo de receptor de estrógeno presente en la célula, las isoflavonas pueden tener actividad estrogénica o antiestrogénica. Cuando la concentración de estrógenos es elevada, como en la adolescencia, las isoflavonas se pueden unir a los receptores α e impedir que los estrógenos naturales se unan a esos receptores y en consecuencia disminuye la propensión a desarrollar cáncer relacionado con estrógenos. Los receptores α se encuentran sobre todo en el tejido mamario, útero, ovario, testículos e hígado. Sin embargo, durante la menopausia, cuando los niveles de estrógenos descienden, las isoflavonas pueden compensar esto a través de su unión al receptor β de estrógenos, lo que resulta en un aumento de la actividad estrogénica que beneficia el sistema cardiovascular y el hueso y

disminuye los síntomas de la menopausia.²² No hay una guía para la ingesta adecuada de fitoestrógenos, pero el consumo de fitoestrógenos necesario para observar efectos biológicos en seres humanos es de 3 a 50 mg/día que pueden obtenerse a través del consumo de 100 g de leche de soya o tofu, que proporcionan alrededor de 45 o 240 mg de isoflavonas, respectivamente.²³ Sin embargo, el procesamiento reduce el contenido de isoflavonas de algunos productos hasta 80%.²⁴ En fecha reciente se ha informado que las isoflavonas se pueden metabolizar en el intestino sólo en 30% de las personas para producir ecuol. Las isoflavonas están presentes en todos las harinas de soya, en los concentrados y los aislados cuando el proceso de extracción emplea agua.²⁵ La cantidad de isoflavonas en los productos de soya varía con el tipo de frijol de soya, el área geográfica de cultivo y el procesamiento. En el cuadro IV se muestra el contenido de isoflavonas en diversos productos. Cuando los productos de soya se extraen con alcohol, tales como los concentrados de PS, el contenido de isoflavonas que contienen son menores y proporcionan alrededor de 2 mg de isoflavonas/g PS. Se ha notificado que la presencia de la PS junto con las isoflavonas es necesaria para observar un efecto máximo en la reducción de las concentraciones de colesterol en sangre.²⁶

Algunos grupos han expresado cierta preocupación acerca de la fecundidad de los consumidores de alimentos a base de soya por la presencia de isoflavonas; sin embargo, las personas que consumen dietas

Cuadro IV
CONTENIDO DE ISOFLAVONAS EN ALGUNOS PRODUCTOS*

Producto	Daidzeína	Genisteína	Gliciteína	Total de isoflavonas
Frijoles negros maduros crudos	0	0	0	0
Garbanzo maduro crudo	0.04	0.06		0.10
Natto (frijoles de soya hervidos y fermentados)	21.85	29.04	8.17	59.06
Cacahuetes	0.03	0.24		0.27
Queso de soya	11.24	20.08		31.32
Fibra de soya	18.80	21.68	7.90	48.38
Harina de soya (texturizada)	59.62	78.90	20.19	158.71
Harina de soya desgrasada	57.47	71.21	7.55	136.23
Bebida de soya tipo leche	4.45	6.06	0.56	11.07
Concentrado de proteína de soya extraído con agua	43.04	55.59	5.16	103.79
Concentrado de proteína de soya extraído con alcohol	6.83	5.33	1.57	13.73
Aislado de proteína de soya	33.59	59.62	9.47	102.68

* Unidades= mg/100 g de porción comestible⁶³

a base de soya, y por lo tanto ricas en fitoestrógenos, no han mostrado signos de infecundidad.²⁷ Consumir alimentos a base de soya no es lo mismo que consumir suplementos de isoflavonas. Diferentes investigaciones con isoflavonas aisladas han mostrado que no tienen la misma acción que las isoflavonas que se encuentran en su forma natural como parte del frijol de soya. La eficacia y seguridad de las isoflavonas para prevenir o tratar cáncer de mama, endometrio y próstata no se ha establecido. La evidencia obtenida de estudios clínicos es débil, por lo que es necesaria cierta precaución respecto de su posible efecto adverso. Por esta razón, el uso de suplementos con isoflavonas en alimentos o pastillas no se recomienda.²⁸ Estudios recientes con islotes pancreáticos han demostrado que tanto el patrón de aminoácidos de la PS como las isoflavonas reducen en grado significativo la secreción de insulina por el páncreas.²⁹

Recomendaciones del consumo de soya para obtener un beneficio en la salud

Con el objeto de manifestar los efectos saludables de los alimentos con soya, éstos deben cumplir los siguientes criterios, de acuerdo con la *Food and Drug Administration* (FDA) en Estados Unidos³⁰ y la *Joint Health Claims Initiative* (JHCI) del Reino Unido:

- Contener 6.25 g o más de PS por ración
 - Establecer lo que constituye una ración en gramos o mililitros
- Ser bajos en grasa (menos de 3 g)
- Ser bajos en grasa saturada (menos de 1 g)
- Ser bajos en colesterol (menos de 20 mg)
- Los alimentos elaborados con el grano completo del frijol de soya también califican, siempre y cuando no se les añada grasa. En este caso están incluidos el tofu, soya en bebidas tipo leche, hamburguesas hechas a base de soya, tempeh y frijol de soya.
- No presuponer que el consumo de más o menos 25 g de soya sea ventajoso
- Esta declaración se basa en la PS que contiene sus isoflavonas en forma natural

En fecha reciente se ha recomendado para la vida saludable de la población mexicana el consumo de bebidas hechas a base de soya.³¹ Sin embargo, hay que tomar en cuenta que los jugos que contienen soya no califican debido a su bajo contenido de PS y su elevada concentración de azúcar.

En la actualidad, aunque todavía se consumen los alimentos a base de soya en diferentes programas alimentarios en virtud de la calidad de su proteína, el

uso de la PS se ha incrementado rápidamente, pero en la industria de alimentos para la elaboración de diversos productos, si bien el consumidor no tiene muchas veces conocimiento de esto. Pese a ello, la popularidad de la soya no se atribuye sólo a que representa una buena fuente de origen vegetal, sino a las investigaciones de los últimos 20 años que han demostrado que el consumo de PS por tiempo prolongado induce efectos benéficos en la salud, en comparación con otras proteínas, lo cual podría ser de gran importancia en la salud pública de México. A continuación se muestran algunos de los efectos de la PS en el organismo.

La proteína de soya en la salud del individuo

Efecto de la PS en la prevención de enfermedades cardiovasculares. Un metaanálisis de 38 estudios en seres humanos derivado de 29 artículos de investigación, con un total de 740 sujetos, mostró que el consumo de PS generaba una disminución significativa de 9.3% del colesterol total, 12.9% del colesterol LDL (lipoproteínas de baja densidad) y 10.5% de los triglicéridos. La efectividad del tratamiento con PS fue mayor en individuos con concentraciones más altas de colesterol al inicio del tratamiento.³² En consecuencia, la FDA en 1999 y un año más tarde la *American Heart Association* (AHA) recomendaron el consumo de la PS para reducir las concentraciones de colesterol LDL.³³ No obstante, análisis más recientes revelaron que la reducción de los niveles de colesterol se aproximaba a 3%.²⁸ Estas nuevas conclusiones han llevado al consumidor a cuestionar si la PS es aún útil para abatir el colesterol sérico. Sin embargo, la AHA ha declarado que la ingesta de alimentos a base de soya puede ayudar a reducir el consumo de grasa saturada y colesterol en la dieta al ser un sustituto de la proteína de origen animal. Por consiguiente, se ha demostrado que una reducción de 3% del colesterol da lugar a una disminución hasta de 10% del riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares. Además, los alimentos a base de soya tienen otros efectos que pueden proteger al individuo de enfermedades cardiovasculares, como la disminución de los triglicéridos.³⁴

Mecanismo de acción de la proteína de soya en la reducción del colesterol y los triglicéridos. Estudios de largo plazo que utilizan la PS como única fuente de proteína tanto en animales obesos como en animales genéticamente predisponentes a desarrollar diabetes han permitido dilucidar el mecanismo de acción a nivel molecular de la PS en la reducción del colesterol y los triglicéridos en sangre y en la formación de hígado graso.³⁵ Se ha demostrado que el patrón de aminoácidos de la PS, así como sus isoflavonas, tienen la capacidad de reducir la

secreción de insulina de los islotes pancreáticos²⁹ y estimular una mayor producción de glucagon.³⁶ Esto trae como consecuencia que la relación insulina / glucagon sea menor y por lo tanto se active en menor grado la expresión génica del factor de transcripción SREBP-1.³⁷ Este factor es el encargado de regular las concentraciones de insulina y activar a los genes que intervienen en la síntesis de ácidos grasos. El consumo prolongado de PS reduce en grado notable la expresión génica de SREBP-1 y por lo tanto la actividad lipogénica que trae como consecuencia una disminución del depósito de triglicéridos en el hígado y la formación de hígado graso.³⁸ Además, se ha demostrado que el consumo de PS mantiene las concentraciones séricas de ácidos grasos y leptina dentro de los límites normales, lo que evita que aquéllos se depositen en órganos que no sean el tejido adiposo, lo cual anula el proceso de lipotoxicidad.³⁶

La proteína de soya en la salud del hueso. En general, un consumo elevado de proteína que excede el requerimiento proteínico propicia la pérdida de más calcio por la orina (efecto hipercalciúrico). El efecto hipercalciúrico de la proteína se debe en parte al metabolismo de los aminoácidos azufrados sobre la movilización de calcio en el hueso, lo que acentúa la desmineralización de éste.³⁹ Se ha propuesto que tal factor contribuye a los elevados índices de osteoporosis en países occidentales.⁴⁰ Se ha calculado que por cada gramo de proteína consumida se pierde 1 mg de calcio en la orina.³⁹ Sin embargo, no todas las proteínas son similares en este aspecto. La PS causa una pérdida mucho menor de calcio en la orina⁴¹ y esto es efecto de su bajo contenido de aminoácidos azufrados. El relativamente bajo contenido de aminoácidos azufrados proporciona una ventaja sobre la retención de calcio corporal. Estudios en seres humanos han mostrado que el consumo de PS se relaciona con una excreción significativamente menor de calcio urinario comparado con cantidades similares de proteínas de suero de leche o una mezcla de proteínas de origen animal.⁴² Asimismo, las isoflavonas de los frijoles de soya pueden inhibir de forma directa la pérdida de calcio óseo.⁴³ Se ha informado que las mujeres chinas menopáusicas que consumieron el equivalente a dos porciones de alimentos a base de soya por día fueron 30% menos susceptibles a sufrir una fractura que las mujeres que consumieron una cantidad menor.⁴⁴

Proteína de soya en el tratamiento de enfermedades renales. Se ha demostrado en estudios experimentales que el consumo prolongado de PS reduce la proteinuria y la reacción inflamatoria durante el síndrome nefrótico⁴⁵ y que atenúa el daño oxidativo a través de la disminución de la formación de nitrotirosinas.⁴⁶ Por otra parte, el consumo de PS en animales obesos diabéticos incrementa la producción de óxido nítrico en el riñón, lo que mejora la

perfusión renal.⁴⁷ En seres humanos se ha demostrado que el consumo abundante de proteína se vincula con una elevada velocidad de filtración glomerular (VFG), lo cual es nocivo en presencia de enfermedad renal ya existente. La VFG de sujetos vegetarianos sanos es más baja que la de individuos no vegetarianos, por lo que el tipo de proteína de la dieta puede tener un efecto benéfico.⁴⁸ La VFG es 16% más alta en personas que consumen proteína de origen animal respecto de los que consumen PS.⁴⁹ Además, el efecto hipocolesterolémico de la PS puede ser de particular beneficio en pacientes con insuficiencia renal crónica, ya que los niveles elevados de colesterol pueden exacerbar la progresión de la enfermedad.

Lactantes, niños y soya. La leche materna es el mejor alimento para los lactantes; empero, la fórmula infantil es una alternativa segura y saludable cuando se prescinde de la alimentación materna o cuando se interrumpe la lactancia. Tanto la fórmula de leche de vaca como la fórmula a base de soya comercial producen un desarrollo y crecimiento normales, por lo que se recomiendan para recién nacidos y lactantes.¹⁹ Las fórmulas infantiles de soya contienen isoflavonas, si bien no se sabe si las isoflavonas tienen alguna actividad biológica en esta población. Lo que sí se sabe es que los lactantes que toman fórmula de soya crecen y se desarrollan con normalidad y no se ha identificado ningún problema atribuido a las isoflavonas entre los 20 millones de niños alimentados con fórmula de soya en los pasados 30 años.

Respuesta glucémica a la proteína de soya. Las leguminosas han sido útiles en la disminución de la respuesta glucémica en comparación con otros alimentos con elevado contenido de fibra. A diferencia de la mayor parte de las leguminosas, los frijoles de soya no contienen cantidades significantes de almidón y en casi todas las bebidas con alto contenido de PS se emplean aislados de proteína o se elimina la fibra del frijol de soya; pese a ello, estas bebidas poseen índices glucémicos e insulinémicos bajos (18 y 15, respectivamente) siempre que no se añadan maltodextrinas.⁵⁰ Por lo tanto, pueden ser una buena opción para disminuir el riesgo de presentar resistencia a la insulina y diabetes tipo 2, al reducir las concentraciones de glucosa y triglicéridos en sangre.

Conclusiones

Los alimentos a base de soya se utilizaron ampliamente en la década de 1970 para mejorar el estado nutricional del individuo en países latinoamericanos debido a la buena calidad de la proteína de esta leguminosa. Hoy día se usan todavía los productos a base de soya en algunos programas de alimentación, como es el caso de los desayunos escolares del Sistema Nacional para el

Desarrollo Integral de la Familia (DIF) y en la industria de alimentos como una opción para reemplazar muchas fuentes tradicionales de proteína. Sin embargo, esto no significa que el consumo de soya en México reemplace a otro tipo de leguminosas que se consumen de manera tradicional, como es el frijol (*Phaseolus vulgaris*), en particular debido al aumento del precio de la soya en el mercado internacional. Es probable que cuando se estudien a fondo los mecanismos de acción de otras leguminosas en el plano molecular, como se ha estudiado a la soya, se encuentren efectos benéficos sobre la salud mediados tal vez a través de otros mecanismos de acción producidos por compuestos biológicamente activos presentes en otras leguminosas.

Referencias

1. Schrimshaw NS. Fifty-five-year personal experience with human nutrition world wide. *Ann Rev Nutr* 2007;27:1-18.
2. Bressani R, Viteri F, Elias LG, de Zaghi S, Alvarado J, Odei AD. Protein quality of a soybean protein textured food in experimental animals and children. *J Nutr* 1967;93:349-360.
3. Bourges H. El papel de la soya en la alimentación humana. *Cuad Nutr* 1978;3: 365-371.
4. Del Vall FR, Perez-Villaseñor J. Enrichment of tortillas with soy proteins by lime-cooking of whole raw corn-soybean mixtures. *J Food Sci* 1974;39:244-249.
5. Bourges H, Morales de León JC. The experience in Mexico on the utilization of non-conventional protein sources. *Nutr Food Sci* 1980;2:277-287.
6. Morales J, Bourges H, Camacho JL. Utilization of soya protein in highly nutritious low-cost products in Mexico. *J Am Oil Chem Soc* 1981; 58: 374-376.
7. Bourges H. Experiencia del Programa Nacional de Alimentación (México) con el uso de la soya. Primera Conferencia Latinoamericana sobre la proteína de Soya; 1975 nov 10; México, DF.
8. Sarwar G, Peace RW, Botting HG. Corrected relative net protein ratio (CRNPR) method based on differences in rat and human requirements for sulfur amino acids. *J Am Oil Chem Soc* 1985;68: 689-693.
9. Food and Drug Administration, Department of Health and Human Services and Fed Regist. Food labeling: General requirements for health claims for food, 1991: 60537-60566.
10. Sarwar G, McDonough FE. Evaluation of protein digestibility-corrected amino acid score method for assessing protein quality foods. *J Assoc Off Anal Chem* 1990;73:347-356.
11. Bodwell CE, Satterlee LD, Hackler LR. Protein digestibility of the same protein preparations by humans and rat assays and by in vitro enzymic digestion methods. *J Nutr* 1980;33:677-686.
12. Young VR. Soy protein in relation to human protein and aminoacid nutrition. *J Am Diet Assoc* 1991;91:828-835.
13. Torres N, Quiroz G, Ramos V, Flores I, Solorio M, Tovar AR. Conocimiento y consumo de soya en los habitantes de una zona urbana del Distrito Federal. *Nutr Clin* 2004;7:221-226.
14. Hoyer H. La soya, la planta maravilla de la naturaleza. El frijol de soya, un regalo de la naturaleza. 5 000 años y todavía irremplazable. México y Centroamérica: Asociación Americana de Soya, 2000: 4.
15. Asociación Americana de Soya. Disponible en: <http://www.aces.uiuc.edu/asadex/proteina.html>
16. Recommended Dietary Allowances. 10th Edition. Washington, DC: National Academy Press, 1989.
17. Zezulka AY, Calloway DH. Nitrogen retention in men fed varying levels of amino acids from soy protein with or without added L-methionine. *J Nutr* 1976;106: 212-221.
18. Schrimshaw NS, Young VR. Soy protein in adult human nutrition: a review with new data. New York: Academic Press, 1979; 331-339.
19. Merritt RJ, Jenks BH. Safety of soy-based infant formulas containing isoflavones: The clinical evidence. *J Nutr* 2004;134:1220S-1224S.
20. Franke AA, Custer LJ, Wang W, Shi CY. HPLC analysis of isoflavonoids and other phenolic agents from foods and from human fluids. *Proc Soc Exp Biol Med* 1998;217:263-273.
21. Kuiper GG, Lemmen JG, Carlsson B. Interaction of estrogenic chemicals and phytoestrogens with estrogen receptor beta. *Endocrinology* 1998;139:4252-4263.
22. Setchell KDR, Cassidy A. Dietary isoflavones: Biological effects and relevance to human health. *J Nutr* 1999;129:758S-767S.
23. Reinli K, Block G. Isoflavone content of soy foods. *Nutr Cancer* 1996; 26:123-148.
24. Murphy PA, Song T, Buseman G, Barua K, Beecher GR, Trainer D, et al. Isoflavones in retail and institutional soy foods. *J Agric Food Chem* 1999; 47:2697-2704.
25. Erdman J. Soy protein and cardiovascular disease. A statement for healthcare professionals from the nutrition committee of the AHA. *Circulation* 2000;102:2555-2559.
26. Nestel PJ, Yamashita T, Sasahara T. Soy isoflavones improve systemic arterial compliance but not plasma lipids in menopausal and perimenopausal woman. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1997;17:3392-3398.
27. Kurzer MS. Hormonal effects of soy in premenopausal women and men. *J Nutr* 2002;132:570S-573S.
28. Sacks FM, Lichtenstein A, Van Horn L, Harris W, Kris-Etherton P, Winston M, et al. Soy protein, isoflavones, and cardiovascular health. An American Heart Association Science Advisory for professionals from the Nutrition Committee. *Circulation* 2006;113:1034-1044.
29. Noriega-López L, Tovar AR, González-Granillo M, Hernández-Pando R, Escalante B, Santillán-Doherty P, et al. Pancreatic insulin secretion in rats fed a soy protein high fat diet depends on the interaction between the amino acid pattern and isoflavones. *J Biol Chem* 2007;282:20662-20666.
30. Food and Drug Administration, Department of Health and Human Services and Fed Regist. Health claims. Disponible en: www.cfsan.fda.gov/~dms/fdsopr.html.
31. Rivera JA, Muñoz-Hernández O, Rosas-Peralta M, Aguilar-Salinas CA, Popkin BM, Willet WC. Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para la población mexicana. *Salud Pública Mex* 2008;50:173-195.
32. Anderson JW, Johnstone BM, Cook-Newell ME. Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. *N Engl J Med* 1995;333: 276-282.
33. Krauss RM, Eckel RH, Howard B, Appel LJ, Daniels SR, Deckelbaum RJ, et al. AHA Dietary Guidelines. Revision 2000: A Statement for healthcare professionals from the nutrition committee of the American Heart Association. *Circulation* 2000; 102:2284-2299.
34. Zhan S, Ho SC. Meta-analysis of the effects of soy protein containing isoflavones on the lipid profile. *Am J Clin Nutr* 2005;81:397-408.
35. Torres N, Torre I, Tovar AR. Regulation of lipid metabolism by soy protein and its implication in diseases mediated by lipid disorders. *J Nutr Biochem* 2006;17: 365-373.
36. Torre-Villalvazo I, Tovar AR, Ramos-Barragán VE, Cerbon-Cervantes MA, Torres N. Soy protein ameliorates metabolic abnormalities in liver and adipose tissue of rats fed a high fat diet. *J Nutr* 2008;138:462-468.
37. Tovar AR, Torre I, Ochoa M, Elias AL, Ortiz V, Aguilar C, et al. Soy protein reduces hepatic lipotoxicity in hyperinsulinemic obese Zucker fa/fa rats. *J Lipid Res* 2005;46:1823-1832.

38. Ascencio C, Torres N, Isoard F, Gomez FJ, Hernandez R, Tovar AR. Soy protein affects serum insulin and hepatic SREBP-1 mRNA and reduces fatty liver in rats. *J Nutr* 2004;134:522-529.
39. Remer T, Manz F. Estimation of the renal net acid excretion by adults consuming diets containing variable amounts of protein. *Am J Clin Nutr* 1994;59: 1356-1361.
40. Abelow BJ, Holford TR, Insogna KL. Cross-cultural association between dietary animal protein and hip fracture: A hypothesis. *Calcif Tissue Int* 1992;50:14-18.
41. Breslau NA, Brinkley L, Hill KD, Pak CY. Relationship of animal protein-rich diet to kidney stone formation and calcium metabolism. *J Clin Endocrinol Metab* 1988;66:140-146.
42. Messina MJ. Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *Am J Clin Nutr* 1999;70 (Suppl):439S-450S.
43. Brandi ML. Flavonoids: Biochemical effects and therapeutic applications. *Bone Miner* 1992;19 (Suppl):S3-S14.
44. Zhang X, Shu X, Li H, Yang G, Li Q, Gao YT, et al. Prospective cohort study of soy food consumption and risk of bone fracture among postmenopausal women. *Arch Intern Med* 2005;165:1890-1895.
45. Tovar AR, Murguía F, Cruz C, Hernandez R, Aguilar C, Pedraza J, et al. 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;132:2562-2569.
46. Pedraza-Chaverri J, Barrera D, Hernández-Pando R, Medina-Campos ON, Cruz C, Murguía F, et al. Soy protein diet ameliorates renal nitrotyrosine formation and chronic nephropathy induced by puromycin aminonucleoside. *Life Sci* 2004; 74:987-999.
47. Trujillo J, Pérez J, Torre I, Torres N, Tovar AR, Muñoz RM, et al. 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.
48. Kontessis P, Jones S, Dodds R, Trevisan R, Nosadini R, Fioretto P, et al. Renal, metabolic and hormonal responses to ingestion of animal and vegetable proteins. *Kidney Int* 1990;38:136-144.
49. Position of the American Dietetic Association and Dietitians of Canada: Vegetarian diets. *J Am Diet Assoc* 2003;103:748-762.
50. Torres N, Palacio-González B, Noriega L, Tovar AR. Índice glicémico, índice insulinémico y carga glicémica de bebidas de soya con un contenido bajo y alto en hidratos de carbono. *Rev Invest Clin* 2006;58: 489-499.
51. Anderson JV, Smith BM, Washnock CS. Cardiovascular and renal benefits of dry bean and soybean intake. *Am J Clin Nutr* 1999;70:464S-474S.
52. Wu Z, Rodgers RP, Marshall AG. Characterization of vegetable oils: detailed compositional fingerprints derived from electrospray ionization fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry. *J Agric Food Chem* 2004;52:5322-5328.
53. Rodríguez-Cruz M, Tovar AR, Del Prado M, Torres N. Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud. *Rev Invest Clin* 2005;57:457-472.
54. United States Department of Agriculture. Nutrient Data Base. Disponible en: <http://www.ars.usda.gov>. 2008.
55. Bakheit RM, Klein BP, Essex-Sorlie D. Intake of 25 g of soybean protein with or without soybean fiber alters plasma lipids in men with elevated cholesterol concentrations. *J Nutr* 1994;124:213-222.
56. Rackis JJ. Biological active components. Westport, CT: Publishing Co, 1972; 1: 158-202.
57. Potter SM. Overview of proposed mechanisms for the hypocholesterolemic effect of soy. *J Nutr* 1995;125:606S-611S.
58. Graf E, Eaton JW. Antioxidant functions of phytic acid. *Free Radic Biol Med* 1990;8:61-69.
59. Harland BF, Morris ER. Phytate: A good or a bad food component? *Nutr Res* 1995; 15:733-754.
60. Suarez FL, Springfield J, Fume JK. Gas production in humans ingesting a soybean flour derived from beans naturally low in oligosaccharides. *Am J Clin Nutr* 1999;69:135-139.
61. Koo M, Rao AV. Long term effect of bifidobacteria and neosugar on precursor lesions. *Nutr Cancer* 1991;16:249-257.
62. Mitsuoka T. Recent trends in research on intestinal flora. *Bifidob Micro* 1982;1: 3-24.
63. Nutrient data laboratory FCL, Beltsville Human Nutrition Research Center, Agricultural Research Service. U.S. Department of Agriculture, USDA-Iowa Stae University Database on the Isoflavone content of foods. Disponible en: <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>. 2007.