

Frijoles yucatecos contra la hipertensión y la diabetes.

Yucatecan beans against hypertension and diabetes.

*Irving Sosa-Crespo; David Betancur-Ancona
Luis Chel-Guerrero
Eduardo Castañeda-Pérez⁶*

Resumen

México es uno de los países con mayor prevalencia de hipertensión arterial y diabetes mellitus tipo 2 (DT2). La hipertensión y diabetes se encuentran entre las 10 principales causas de muerte en adultos. Las primeras acciones frente a estos padecimientos son el ejercicio físico, reducción de peso y una dieta balanceada; sin embargo, cuando no es suficiente, se inician tratamientos con medicamentos y algunos alimentos funcionales que puedan favorecer la disminución de los niveles de glucosa en sangre y de la presión arterial. Se ha reportado que algunas fracciones de proteína (péptidos) de los frijoles yucatecos *Phaseolus lunatus* L., *Phaseolus vulgaris* L. y *Vigna unguiculata* L., comúnmente conocidos como frijol lima, frijol negro y espelón respectivamente, tienen un potencial antidiabético y antihipertensivo importante al inhibir las

6 Cuerpo Académico de Desarrollo Alimentario. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Yucatán.
Autor para correspondencia: eduardo.castaneda@correo.uady.mx



enzimas involucradas en ambos procesos. Por lo que tienen un enfoque prometedor, pues podrían ser útiles como una forma natural de ayudar a personas hipertensas y diabéticas, complementando otros tratamientos.

Palabras clave. Diabetes, frijoles, glucosa, hipertensión, proteínas.

Abstract

Mexico is one of the countries with the highest prevalence of high blood pressure and type 2 diabetes mellitus (T2D). Hypertension, along with diabetes, is among the ten leading causes of death in adults. The first actions against these conditions are physical exercise, weight loss, and a balanced diet; however, when this is not enough, treatments are started with medications and some functional foods that can help lower blood glucose levels and blood pressure. It has been reported that some protein fractions (peptides) of the Yucatecan beans *Phaseolus lunatus* L., *Phaseolus vulgaris* L., and *Vigna unguiculata* L., commonly known as lima beans, black beans, and cowpea beans, respectively, have significant antidiabetic and antihypertensive potential, by inhibiting the enzymes involved in both processes. Therefore, they have a promising approach, as they could be useful as a natural way to help hypertensive and diabetic people, complementing other treatments.

Keywords: Beans, diabetes, glucose, hypertension, proteins.

Introducción

La hipertensión y la diabetes son dos condiciones crónicas que afectan a millones de personas en todo el mundo. La hipertensión, también conocida como presión arterial alta (140/90 mmHg o más)(1), es una condición en la que la fuerza de la sangre contra las paredes de las arterias es consistentemente elevada, lo que puede llevar a problemas de salud graves como enfermedades cardíacas y accidentes cerebrovasculares. El número de personas con hipertensión arterial se duplicó en los últimos treinta años, pasando de 650 millones a 1300 millones y, casi la mitad de las personas con hipertensión arterial en todo el mundo desconocen

actualmente que sufren esta afección (2). En México más de 30 millones de personas viven con hipertensión arterial; es decir, una de cada cuatro mexicanos tiene este padecimiento que cada año ocasiona cerca de 50 mil fallecimientos (3).

Por otro lado, la diabetes es una enfermedad crónica que impide que el cuerpo utilice correctamente la glucosa en sangre, que es nuestra principal fuente de energía. Cuando una persona tiene diabetes, su cuerpo no produce suficiente insulina o no puede usarla adecuadamente, lo que causa que los niveles de glucosa en la sangre sean más altos de lo normal (80 a 110 mg/dl)(4). Esto puede provocar daños a largo plazo en órganos y tejidos, incluyendo el corazón, los riñones, los ojos y los nervios.

En México, desde el año 2000, la diabetes ha sido la primera causa de muerte en mujeres y la segunda en hombres y en el 2020, la diabetes alcanzó su nivel más alto de mortalidad: 11.95 por cada 10,000 habitantes, causando 151,019 muertes en la población total lo que representa el 14% del total de muertes en el país (5).

Existen principalmente tres tipos de diabetes: tipo 1, tipo 2 y gestacional. La diabetes tipo 1 es una condición autoinmune donde el cuerpo no produce insulina. La diabetes tipo 2 es la más común y ocurre cuando el cuerpo no usa la insulina de manera eficiente. La diabetes gestacional aparece durante el embarazo y generalmente desaparece después del parto.

La hipertensión junto con la diabetes se encuentra entre las 10 principales causas de muerte en adultos. Ante este panorama, estudios científicos han demostrado que las proteínas, vitales para la nutrición por su aporte de nitrógeno, aminoácidos y energía necesarios para el organismo, cuando son hidrolizadas o fraccionadas en pequeños segmentos llamados péptidos, pueden mejorar sus propiedades químicas, funcionales y nutricionales(6–9). En algunos péptidos, principalmente los encontrados en frijoles cultivados y consumidos en Yucatán como *Phaseolus lunatus* L., *Phaseolus vulgaris* L. y *Vigna unguiculata* L., comúnmente conocidos como íbes, espelón y frijol negro, respectivamente, se ha encontrado actividad biológica antihipertensiva, antidiabética, antioxidante, antimicrobiana, antitrombótica, anticancerígena e inmunomoduladora, entre otras. Lo anterior resulta relevante no solo para la industria farmacéutica y alimentaria donde estos



péptidos se pueden añadir a alimentos o fármacos, sino que, además, son parte integral de la herencia cultural y la identidad yucateca.

Hipertensión arterial

La hipertensión, conocida como hipertensión arterial, es un trastorno que provoca una elevada tensión en los vasos sanguíneos o arterias. La sangre es distribuida desde el corazón hacia todo el cuerpo a través de las arterias. Con cada latido, el corazón bombea sangre y, la tensión arterial se produce a través de la fuerza sanguínea que impulsa las paredes de estos vasos sanguíneos. Mientras más alta sea la tensión, más dificultad tiene el corazón para bombear. Cuando se incrementa la presión sanguínea, ocurren cambios en las paredes de las arterias para soportar la fuerza haciéndolas más duras y menos elásticas como se muestra en la Figura 1a. La hipertensión sigue siendo un problema de salud mundial, ya que es la principal causa de mortalidad cardiovascular, como accidente cerebrovascular, enfermedad de las arterias coronarias e insuficiencia cardíaca.

Una hormona proteica llamada angiotensina, participa en la regulación de la presión arterial y en el equilibrio de agua y electrolitos en el cuerpo humano. Su producción comienza en el hígado, donde se libera la primera versión de la proteína llamada angiotensinógeno. Esta proteína se transforma en la siguiente versión llamada angiotensina-I gracias a una intermediaria llamada renina, originada en los riñones. La angiotensina-I es un predecesor esencial para la formación de la siguiente versión, la angiotensina-II, que es la forma activa de la hormona. La encargada de transformar a angiotensina-I en angiotensina-II, se llama “enzima convertidora de angiotensina” o ECA-I. Una vez activada, la angiotensina II tiene múltiples efectos en el cuerpo. Su tarea principal es hacer que los vasos sanguíneos se contraigan lo cual provoca un aumento en la presión arterial. Además, estimula la retención de sodio y agua en los riñones por la liberación de aldosterona de las glándulas suprarrenales, aumentando así el volumen de sangre y, por ende, la presión arterial (6).

La regulación de la presión arterial es vital para asegurar que todos los tejidos y órganos del cuerpo reciban un suministro adecuado de

sangre y oxígeno. Cuando la presión arterial baja, los riñones responden liberando renina, lo que desencadena la producción de angiotensina y, por lo tanto, aumenta la presión arterial. Este mecanismo de retroalimentación es parte del sistema renina-angiotensina-aldosterona (RAAS), que es esencial para la regulación a largo plazo de la presión arterial y el volumen sanguíneo.

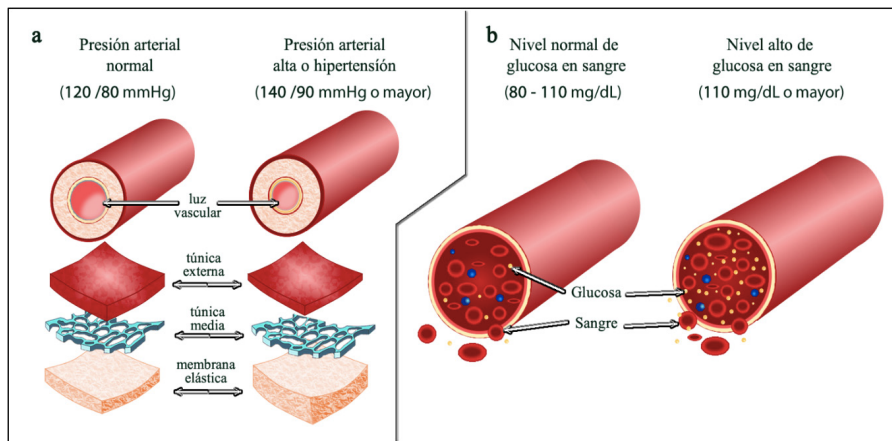


Figura 1 a) Cambios en las paredes de las arterias con hipertensión, b) Incremento de la glucosa en sangre o hiperglucemia

Diabetes tipo 2

La diabetes tipo 2, que representa aproximadamente el 90% del total de casos (5), es un trastorno metabólico crónico caracterizado por niveles elevados de glucosa en sangre, actuando como la principal fuente de energía para el organismo. La insulina, es una hormona polipeptídica producida y secretada por las células beta de los islotes de Langerhans del páncreas y, está involucrada en el metabolismo, principalmente de los carbohidratos, y es necesaria para permitir el ingreso de la glucosa en la sangre hacia las células de los tejidos. A medida que los niveles de glucosa en la sangre aumentan, las células del páncreas responden secretando más insulina.

Según la Federación Internacional de Diabetes (10), algunos factores de riesgo de padecer DT2 son los antecedentes familiares de diabetes, el sobrepeso, una dieta poco saludable, la inactividad física, el aumento de la edad, la hipertensión arterial, la etnia, la alteración de la tolerancia a la glucosa, los antecedentes de diabetes gestacional, la mala alimentación durante el embarazo, entre otras; por lo tanto, la

primera línea de atención para el tratamiento de la DT2 es lograr un control glucémico adecuado mediante el ejercicio, la reducción de peso y una dieta balanceada incluso, solo con la reducción de carbohidratos y la inclusión de alimentos que tengan efectos benéficos a la salud más allá de los nutricionales.

Beneficios del consumo de frijoles

En México, los alimentos más comunes que, además de ser buena fuente de nutrimentos han demostrado tener efectos benéficos a la salud han sido las leguminosas como los frijoles y sus diferentes variedades. Los beneficios para la salud pública con la incorporación de frijoles en la dieta son múltiples. Los frijoles, ofrecen un perfil nutricional rico en proteínas, fibra y micronutrientes esenciales, lo que los convierte en un alimento valioso para la prevención de algunas enfermedades crónicas. Además, su bajo costo y su adaptabilidad a diferentes climas y suelos los hacen accesibles para muchas poblaciones, lo que podría tener un impacto significativo en la salud pública.

Los frijoles yucatecos, *Phaseolus lunatus* L., *Phaseolus vulgaris* L. y *Vigna unguiculata* L., comúnmente conocidos como frijol lima, frijol negro y espelón respectivamente, son consumidos en diferentes platillos y han sido objeto de estudio debido a sus propiedades nutricionales y su potencial para combatir enfermedades crónicas como la diabetes y la hipertensión (Figura 2).

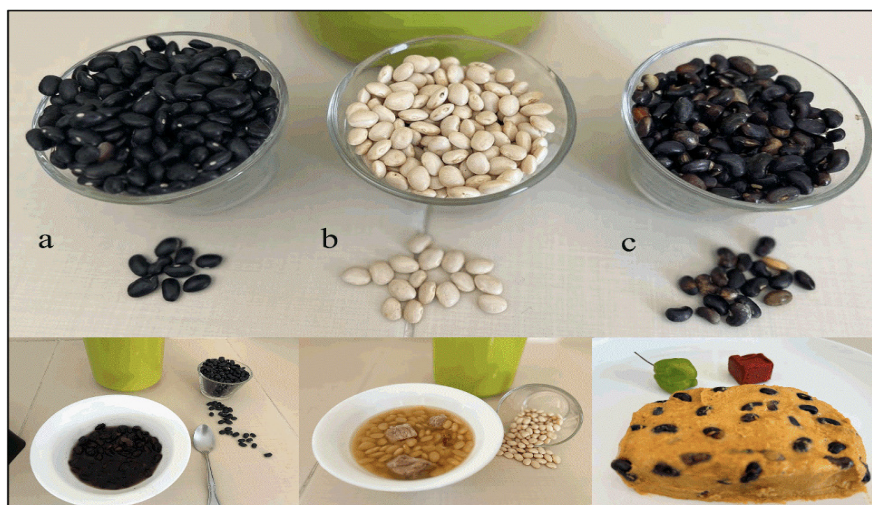


Figura 2. Frijoles a) *Phaseolus vulgaris* L., b) *Phaseolus lunatus* L. y c) *Vigna unguiculata* L. y algunos platillos yucatecos tradicionales.

Estudios recientes han evaluado el potencial antidiabético y antihipertensivo de estos frijoles, destacando también, su alto contenido de proteínas y fibra. Cuando las proteínas de estos frijoles son degradadas por efecto de la digestión, se forman pequeños fragmentos llamados “hidrolizados proteicos” o “péptidos” que han presentado un efecto antidiabético y antihipertensivo por diferentes mecanismos. Por ejemplo, se ha observado que los hidrolizados proteicos de frijol lima pueden inhibir enzimas clave en la digestión de carbohidratos como la α -amilasa y la α -glucosidasa y la dipeptidil peptidasa IV (DPP-IV), lo que podría retardar la absorción de glucosa en el intestino y, por ende, reducir los niveles de azúcar en sangre (Figura 3). Además, se ha reportado que los péptidos del frijol espelón poseen propiedades nutricionales que podrían contribuir a una mejor regulación del azúcar en sangre. También se ha reportado que algunos hidrolizados proteicos de frijol lima y frijol negro presentan un efecto antihipertensivo ya que los péptidos se unen al sitio activo de la ECA-I, bloqueando su capacidad para convertir la angiotensina-I en angiotensina-II, lo que evita que aumente la presión arterial.

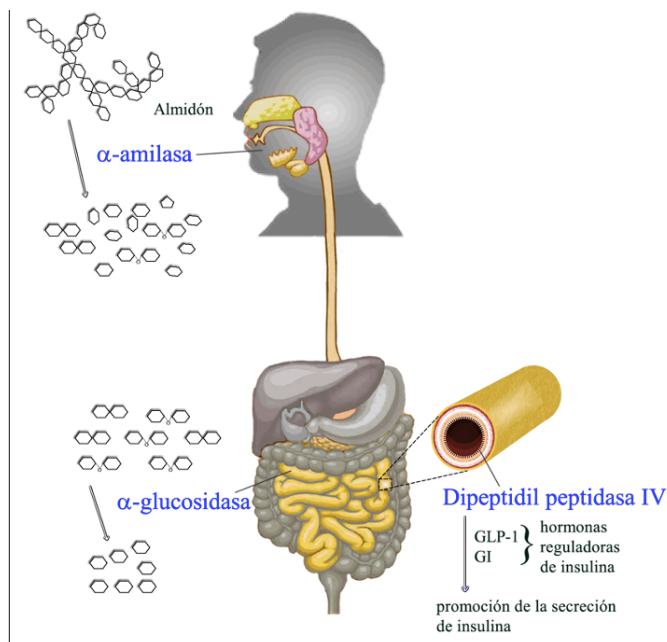


Figura 3. Ubicación de las enzimas involucradas en el mecanismo de digestión de carbohidratos.



Las enzimas α -amilasa y la α -glucosidasa, son las responsables de descomponer los carbohidratos complejos en azúcares simples como la glucosa. Al inhibir o "bloquear" la acción de estas enzimas, se puede reducir la cantidad de glucosa que entra en la sangre después de ingerir alimentos por lo que esta acción representa una estrategia para el tratamiento de DT2.

La enzima α -amilasa, cuya actividad inicia desde la saliva en la boca, actúa principalmente rompiendo enlaces de almidón que provienen del alimento para generar moléculas de azúcares más pequeñas llamadas maltosa, maltotriosa y dextrinas. Algunos autores indican que la inhibición de la enzima α -amilasa sucede debido a que algunos péptidos pueden "engañarla" aparentando tener los mismos enlaces que el almidón, provocando que la enzima actúe sobre ellos y deje de estar disponible para el almidón real (7,8).

La enzima α -glucosidasa se encuentra en el "borde cepillo" del intestino delgado en los humanos degradando la maltosa y la maltotriosa en glucosas que posteriormente ingresarán en el torrente sanguíneo en la etapa final de la digestión. Por lo tanto, con la inhibición de la α -glucosidasa se retrasa la absorción de glucosa en sangre reduciendo la hiperglucemia postprandial reduciendo a su vez la progresión de la diabetes, complicaciones vasculares crónicas y la obesidad.

La enzima dipeptidil peptidasa IV (DPP-IV) tiene un papel diferente pero igualmente importante ya que su mecanismo de acción implica descomponer hormonas que ayudan a controlar la cantidad de insulina que libera el cuerpo. Al inhibir DPP-IV, se puede prolongar la acción de estas hormonas, ayudando a mejorar el control de la glucosa en la sangre.

Los hidrolizados proteicos y péptidos de los frijoles yucatecos negros, íbes y espelón tienen un enfoque prometedor pues podrían ser útiles como una forma natural de ayudar a mantener los niveles de glucosa en personas con diabetes, así como la presión arterial controlada, complementándolos con otros tratamientos.

Conclusiones

Los frijoles consumidos en Yucatán, *Phaseolus lunatus* L., *Phaseolus vulgaris* L. y *Vigna unguiculata* L., lima, negro y espelón respectivamente,

son más que simples cultivos; son parte integral de la herencia cultural y la identidad yucateca. Su cultivo y consumo están profundamente arraigados en las tradiciones locales y son una alternativa para la prevención de la hipertensión y diabetes por el efecto de las proteínas que tienen y los derivados proteicos que pueden generarse por la transformación de éstas proteínas. Además representan una fuente importante de ingresos para los agricultores de la región. La promoción del cultivo y consumo de estos frijoles como super alimentos antidiabéticos y antihipertensivos podría traer beneficios a la salud de los consumidores, reforzar la economía local y preservar el patrimonio cultural.

Referencias

1. Zhou B, Carrillo-Larco RM, Danaei G, Riley LM, Paciorek CJ, Stevens GA, et al. Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants. *The Lancet*. 2021 Sep;398(10304):957–80.
2. World Health Organization. Global report on hypertension. The race against a silent killer. Geneva; 2023 Sep.
3. Secretaría de Salud. En México, más de 30 millones de personas padecen hipertensión arterial [Internet]. 2023 Mar [cited 2024 Sep 5]. Available from: <https://www.gob.mx/salud/prensa/238-en-mexico-mas-de-30-millones-de-personas-padecen-hipertension-arterial-secretaria-de-salud>
4. Castro-Porras L V., Rojas-Martínez R, Romero-Martínez M, Aguilar-Salinas CA, Escamilla-Núñez C. The Trend in the Prevalence of Diabetes Mellitus in the Mexican Indigenous Population From 2000 to 2018. *AJPM Focus*. 2023 Jun 1;2(2):100087.
5. Rojas-Martínez R, Escamilla-Núñez C, Aguilar-Salinas CA, Castro-Porras L, Romero-Martínez M, Lazcano-Ponce E. Trends in the mortality of diabetes in Mexico from 1998 to 2022: a joinpoint regression and age-period-cohort effect analysis. *Public Health*. 2024 Jan 1;226:128–37.



6. Ciau-Solís N, Rodríguez-Canto W, Fernández-Martínez L, Sandoval-Peraza M, Chel-Guerrero L, Betancur-Ancona D. Inhibitory activity of Angiotensin-I converting enzyme (ACE-I) from partially purified *Phaseolus lunatus* peptide fractions. *Process Biochemistry*. 2024 Apr;139:44–50.
7. Castañeda-Pérez E, Jiménez-Morales K, Castellanos-Ruelas A, Chel-Guerrero L, Betancur-Ancona D. Antidiabetic Potential of Protein Hydrolysates and Peptide Fractions from Lima Bean (*Phaseolus lunatus* L): An In Vitro Study. *Int J Pept Res Ther* [Internet]. 2021 Sep 8;27(3):1979–88. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s10989-021-10226-8>
8. Castañeda-Pérez E, Jiménez-Morales K, Quintal-Novelo C, Moo-Puc R, Chel-Guerrero L, Betancur-Ancona D. Enzymatic protein hydrolysates and ultrafiltered peptide fractions from Cowpea *Vigna unguiculata* L bean with in vitro antidiabetic potential. *Journal of the Iranian Chemical Society*. 2019;16(8):1773–81.
9. Segura-Campos MR, Chel-Guerrero LA, Betancur-Ancona DA. Angiotensin-I converting enzyme inhibitory and antioxidant activities of peptide fractions extracted by ultrafiltration of cowpea *Vigna unguiculata* hydrolysates. *J Sci Food Agric*. 2010;90(14):2512–8.
10. Saeedi P, Petersohn I, Salpea P, Malanda B, Karuranga S, Unwin N, et al. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition. *Diabetes Res Clin Pract*. 2019 Nov 1;157:107843.