

## Vegetales de México con propiedades antidiabéticas

## Mexican vegetables with antidiabetic properties

Zaldivar-Ortega Ana Karen<sup>a</sup>, González-Lemus Uriel<sup>a</sup>, González-Montiel Lucio<sup>b</sup>, Hernández-Fuentes Alma Delia<sup>a</sup>, López-Tolentino Maribel<sup>a</sup> y Campos-Montiel Rafael G<sup>\*</sup>.

**Abstract:**

In Mexico some vegetables have medicinal properties and have been used since pre-Hispanic times. With the increase in diabetes mellitus (DM) in the population, there is a need to develop strategies for the treatment of this disease with natural products. The different vegetables found in Mexican markets have mechanisms to treat DM, such as reduction of insulin resistance, stimulation of glycogenesis, inhibition of  $\alpha$ -glucosidase, among others. It is important to know these Mexican vegetables and their effect against DM in order to use them.

**Keywords:**

Antidiabetic, bioactive compounds, mechanisms of action, insulin, inhibition

**Resumen:**

En México algunos vegetales tienen propiedades medicinales y se han utilizado desde tiempos prehispánicos. Debido al incremento de personas con diabetes mellitus (DM) surge la necesidad de desarrollar estrategias para la prevención del desarrollo y el tratamiento de esta enfermedad mediante productos naturales. En los mercados mexicanos existen diferentes especias y vegetales como pimienta, tomillo, ajo y cebolla, todos estos se caracterizan por poseer compuestos bioactivos capaces de intervenir en procesos biológicos como la reducción de la resistencia a la insulina, estimulación de la glucogénesis e inhibición de la enzima  $\alpha$ -glucosidasa. Es importante estudiar la composición química de estos vegetales mexicanos y evaluar su efecto sobre la DM.

**Palabras Clave:**

Antidiabética, compuestos bioactivos, mecanismos de acción, insulina, inhibición

**Introducción**

Los vegetales medicinales siguen siendo una importante ayuda terapéutica para mejorar la salud de la humanidad. Aproximadamente el 80% de las personas en los países en desarrollo dependen de los vegetales medicinales. Actualmente diversos medicamentos disponibles se han derivado directa o indirectamente de fuentes vegetales. Desde la antigüedad, las vegetales y sus derivados se han utilizado tradicionalmente como medicina para el

tratamiento de diversas enfermedades. Los vegetales son una rica fuente de compuestos bioactivos (metabolitos secundarios) con propiedades terapéuticas. Muchos vegetales como *Tylophora*, *Dioscorea*, *Curcumina*, etc. se utilizan para el tratamiento de problemas de salud comunes como asma, hemorroides, disentería, diabetes mellitus (DM) [1].

Una enfermedad muy común y de alto impacto para la sociedad es la diabetes mellitus (DM), la cual es una enfermedad de periférica que ocurre cuando se

<sup>a</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias. Avenida Universidad s/n. Ex Hacienda de Aquetzalpa, Tulancingo, Hidalgo. México. Ana Karen Zaldivar Ortega <https://orcid.org/0000-0002-0436-8473>, [ana\\_saldivar@uaeh.edu.mx](mailto:ana_saldivar@uaeh.edu.mx). Uriel González Lemus, <https://orcid.org/0000-0002-7050-0874>, [urielgonzalezlemus@gmail.com](mailto:urielgonzalezlemus@gmail.com). Maribel López Tolentino, <https://orcid.org/0000-0003-3506-3696>, [maribel\\_lopez@uaeh.edu.mx](mailto:maribel_lopez@uaeh.edu.mx). Alma Delia Hernández Fuentes, <https://orcid.org/0000-0003-2592-6689>, [almah@uaeh.edu.mx](mailto:almah@uaeh.edu.mx), <sup>b</sup> Universidad de la Cañada, Lucio González Montiel, <https://orcid.org/0000-0001-6222-3259>, [luciogonzalez@unca.edu.mx](mailto:luciogonzalez@unca.edu.mx). \*Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0001-7382-5538>, [rcampos@uaeh.edu.mx](mailto:rcampos@uaeh.edu.mx)

elevan los niveles de glucosa en la sangre, debido a que el cuerpo no puede producir suficiente insulina o no la utiliza eficazmente.

La insulina es una hormona esencial producida en el páncreas, permite que la glucosa del torrente sanguíneo ingrese a la célula para ser oxidada por diversas rutas metabólicas y obtenga energía. La insulina también es esencial para el metabolismo de proteínas y grasas. [11]. La falta de insulina, o la incapacidad de las células para responder a ella, genera altos niveles de glucosa en sangre (hiperglucemia). Existen diferentes tipos de diabetes los cuales se mencionan a continuación [4]:

1. Tipo I (Diabetes mellitus insulino dependiente).
2. Tipo II (Diabetes mellitus no insulino dependiente).
3. Diabetes mellitus gestacional.

Existen diferentes formas de prevenir el desarrollo de diabetes tipo II, como llevar cabo una alimentación equilibrada en la que exista un mayor consumo de verduras, frutas y cereales integrales. También es importante realizar actividad física todos los días; recientemente se ha recomendado el consumo de fitoquímicos, que son metabolitos secundarios como los polifenoles y carotenoides que han demostrado efectos antidiabéticos [2].

### **Composición fitoquímica de los vegetales medicinales**

Los fitoquímicos se definen como compuestos bioactivos no nutritivos en frutas, verduras, granos y otros vegetales. Hasta el momento, se han identificado alrededor de 10.000 fitoquímicos; con el desarrollo científico y tecnológico se han aislado, purificado e identificado de vegetales medicinales numerosos compuestos especialmente para la prevención y tratamiento de la DM [6].

Estos compuestos fitoquímicos se clasifican en saponinas, flavonoides, alcaloides, antraquinonas, terpenos, cumarinas, fenólicos, polisacáridos y otros compuestos según sus estructuras. La mayoría de los fitoquímicos son metabolitos vegetales secundarios que están presentes en una gran variedad de alimentos y estos ejercen un efecto protector contra el desarrollo de diabetes tipo 2 crónica el cual puede reducir los niveles de azúcar en la sangre inhibiendo enzimas que se encargan de transportar el azúcar al torrente sanguíneo. El papel protector de los fitoquímicos puede estar asociado con su actividad antioxidante, ya que la

sobreproducción de oxidantes en el cuerpo humano está involucrada en la patogénesis de muchas enfermedades no transmisibles como la diabetes [6].

### **Clasificación de los flavonoides y su efecto antidiabético**

Los flavonoides son un grupo de compuestos naturales que tienen propiedades hipoglucemiantes y antioxidante, estos se pueden clasificar ampliamente en diferentes categorías, como antocianinas, catequinas, flavonoles, flavonas, flavanonas, etc. [3].

Diversos estudios confirman su actividad antioxidante, control en la hiperglucemia y la destrucción celular en el páncreas, así como bloquear la producción de NO y la inhibición de la liberación de insulina [7].

### **Alcaloides**

Los alcaloides son compuestos químicos naturales, generalmente se clasifican por sus precursores moleculares comunes, ejercen una amplia gama de actividades antidiabéticas como agente hipoglucémiante a través de diferentes mecanismos uno de ellos es cuando actúa al inhibir la actividad de las disacaridasas en las células Caco-2. Disminuye la actividad de la sacarasa tras la preincubación con células Caco-2 durante 72 h esto se debe a su capacidad para inhibir la alfa-glucosidasa y disminuir el transporte de glucosa a través del epitelio intestinal [7]

### **Composición de los terpenos y su efecto antidiabético**

Los terpenos son un grupo diverso de compuestos solubles en lípidos. Su estructura incluye 1 o más unidades de isopreno de 5 carbonos, estos se clasifican según el número de unidades de isopreno que contienen; los que comprende 1 unidad y se clasifica como hemiterpeno; monoterpenos incorporan 2 unidades de isopreno, sesquiterpenos incorporan 3 unidades, los diterpenos comprenden 4 unidades, los sesterpenos incluyen 5 unidades, los triterpenos incorporan 6 unidades y los tetraterpenos 8 unidades.[4]

Estos compuestos bioactivos presentes naturalmente en muchas vegetales saben que pueden utilizar para la prevención y/o tratamiento de

la diabetes tipo II ya que posee una potente actividad de reducir la hiperglucemia ya que la andrografólida puede activar los RA alfa1 para mejorar la secreción de beta-endorfina que puede estimular los microrreceptores opioides para reducir la gluconeogénesis hepática y mejorar la captación de glucosa en el músculo sóleo, lo que resulta en una disminución de la glucosa plasmática [7].

### Compuestos fenólicos

Los flavonoides representan el grupo más grande y diverso de los compuestos fenólicos, cuales se caracterizan por su estructura subyacente común de dos anillos de 6 carbonos, con un puente de 3 carbonos, que generalmente forma un tercer anillo. Estos se pueden clasificar en flavonas, flavonoles, Flavanonas, isoflavonas, flavan-3-oles y antocianinas [4].

Se utiliza para tratar la albuminuria y la diabetes, es importante en el control del estado coagulante plaquetario en la diabetes y puede modular la neurotransmisión colinérgica y, en consecuencia, mejorar la cognición es anti hiperglucémica y también mejora los niveles de insulina y hemoglobina en plasma de igual manera tiene beneficios sobre las anomalías hipoglucémicas y metabólicas renales, incluida la glucosa renal, el estrés oxidativo y la formación de AGE [3].

### Polisacáridos

Los polisacáridos pertenecen a una clase de macromoléculas estructuralmente diversa y compleja, en la los monosacáridos se unen mediante enlaces glucosídicos. Son abundantes en productos de la naturaleza, especialmente en vegetales medicinales. [3].

Se ha informado sobre la actividad hipoglucémica de los polisacáridos de vegetales, como ejemplo los mucílagos, pectinas o hemicelulosas capaces de disminuir las concentraciones séricas de glucosa; también mejoran la resistencia a la insulina a través de la reducción del estrés oxidativo. [4].

### Vegetales con propiedades antidiabéticas.

Los vegetales son particularmente interesantes ya que no solo pueden usarse como medicinas complementarias y alternativas para prevenir enfermedades metabólicas, sino que también sirven

como una fuente interesante de investigación industrial farmacéutica [3]. Diferentes vegetales se han utilizado tradicionalmente para el tratamiento de la DM en el sistema medicinal del mundo por lo cual se han realizado prácticas tradicionales en el tratamiento de la diabetes con vegetales medicinales en un horizonte inexplorado [3].

Se han realizado diversos estudios en los que se han utilizado diferentes segmentos de los vegetales (hoja, fruto, raíz, corteza, bulbo, etc.) confirmando la presencia de fitoquímicos como los flavonoides, terpenoides, saponinas, alcaloides, por mencionar algunos. Se han empleado estudios con organismos inducidos por estreptozotocina o aloxano para del desarrollo de diabetes y así posteriormente realizar la evaluación de la eficacia de las vegetales como agente antidiabético, dentro de estos estudios hay distintos vegetales que podemos encontrar en México, los cuales son mencionadas en la Tabla 1, en donde se encuentra el componente fotoquímico con el que cuentan [5, 12, 3].

La actividad antidiabética de los vegetales depende de una variedad de mecanismos de acción antidiabéticas las cuales son:

1. Estimulación de la secreción de insulina de las células beta del páncreas.
2. Reducción de la resistencia a la insulina.
3. Estimulación de la glucogénesis y glucólisis hepática.
4. Inhibición de la reabsorción renal de glucosa.
5. Efecto protector sobre la destrucción de las células beta y ayuda a aumentar el tamaño y el número de células.
6. Regeneración y/o reparación de las células beta pancreáticas.
7. Prevención de la conversión patológica del almidón en glucosa.
8. Inhibición de  $\beta$ -galactocidasa y  $\alpha$ -glucocidasa
9. Inhibición de  $\alpha$ -amilasa.

Estos mecanismos de acción se deben a los compuestos bioactivos que contienen cada una de los vegetales como fenoles, flavonoides, terpenos, alcaloides, fenólicos, polisacáridos, etc. [4].

## Vegetales mexicanos con efectos antidiabéticos

Existen distintos vegetales que se encuentran en los mercados mexicanos que contienen compuestos bioactivos con efectos antidiabéticos como se observa en la Tabla 1, los cuales nos ayudan a prevenir, disminuir o mejorar las complicaciones de

la DM. Estos vegetales no se consideran vitales desde el punto de vista nutricional[8].

Muchas de estos vegetales solo son utilizadas para darle un mejor sabor a la que consumimos (pimienta, tomillo) y algunas otras solo como medicina tradicional (jengibre, cúrcuma), las frutas (guayaba, melón, mango, tamarindo) con propiedades

**Tabla 1:** Fuentes vegetales mexicanas con propiedades antidiabéticas.

Nombre Botánico	Nombre común	Compuesto bioactivo	Mecanismos de acción	Referencias
<b>Frutas</b>				
<i>Psidium</i>	Guayaba	Terpenos, flavonoides, estrictinina, Isostrictinina, Pedunculagina, Polisacárido	-Reducción de Glucosa	[10,4]
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	Flavonoides	-Suprime la actividad de la glucosa-6-fosfatasa -Restaurar páncreas β-células	[5]
<i>Momordica charantia</i>	Melón amargo	Galactosalectina Lanosterol, β-sitosterol, Glucósido de cucurbitacina	-Reducción de Glucosa, -Reducción de Glicosilado hemoglobina, -Reducción del estrés oxidativo	[10]
<i>Mangifera indica</i>	Mango	Mangiferina, fenólicos, Flavonoides	-Reducción de Glucosa	[5]
<i>Xylopia aethiopica</i>	Pimienta etíope	Flavonoides, glucósidos cardios, taninos	-Inhibir la hiperglucemia	[9]
<b>Hojas</b>				
<i>Thymus</i>	Tomillo	Fenoles	-Anti hiperglucémica -Mejora los niveles de insulina	[8]
<i>Aloe vera</i>	Sábila	Pseudoprototinosaponina, Prototinosaponina	-Reducción de Glicosilado, hemoglobina	[10,5]
<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa	Manganeso	-Hipoglucemiante	[7]
<i>Espinacia oleracea</i>	Espinaca	Flavonoides	-Regenerado β-células del páncreas	[5]
<b>Tuberculos</b>				
<i>Zingiber officinale</i>	Jengibre	Gingerol	- inhibición leve de la α-amilasa y fuerte inhibición de la α-glucosidasa	[8,10]
<i>Curcuma longa</i>	Cúrcuma	Curcuminoides	-Actividad inhibidora de la -glucosidasa actividad hipoglucémica	[10]
<b>Bulbo / Raíz</b>				
<i>Allium sativum</i>	Ajo	Óxido de disulfuro de dialilo, Ajoene, alilo disulfuro de propilo, S-alil cisteína, S-alil mercaptocisteína	-Reducción de Glucosa, lípidos, Estrés oxidativo -Incremento de Insulina,	[10,4]
<i>Allium cepa</i>	Cebolla	S-metilcisteína sulfóxido	-Control de glucosa en sangre	[10,4]
<b>Corteza</b>				
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Canela	Cinamaldehído	-Regulación de la proteína desacopladora-1 (UCP-1) -Mejora la translocación de GLUT4 en el tejido muscular y adiposo -Disminuye el nivel total de azúcar en plasma con una mejora de la sensibilidad a la insulina	[4,9]

## Conclusiones

La diabetes mellitus (DM) es una enfermedad metabólica con alta incidencia en el mundo, a medida que aumenta el conocimiento de la heterogeneidad de este trastorno, también aumenta la necesidad de tratamientos más apropiados y naturales. La medicina tradicional a base de vegetales se utiliza en todo el mundo para el control de la diabetes porque está más disponible y es más económica. El análisis de varias especies de vegetales ha demostrado la eficacia de los botánicos en el control de la diabetes actuando a través de varios mecanismos, como la inhibición de enzimas y generando un efecto hipoglucémico. Pero aún existe una necesidad urgente de buscar y desarrollar nuevas formulaciones a base de vegetales y nutracéuticos especialmente con fitoquímicos puros para la prevención y el tratamiento de la diabetes para evitar complicaciones graves.

## Referencias

- [1] Manita D, Mritunjoy K, Ananta S, Sanjib B, Sanswring B. An ethnobotanical survey of antidiabetic medicinal plants used by the Bodo tribe of Kokrajhar district, Assam. *Indian Journal of Traditional Knowledge* Vol 18(3); July 2019: 421-429
- [2] Aldona Dembinska K, Otto M, Beata Kiec-W, Hannu M. Antioxidant phytochemicals against type 2 diabetes. *British Journal of Nutrition* 99 ; 2008: 109-117
- [3] Lian-Wen Qi, Yong-Bo Peng, E-Hu Liu, Ping Li. Anti-Diabetic Agents from Natural Products-An Update from 2004 to 2009. *Current Topics in Medicinal Chemistry* 10; 2010: 434-457
- [4] Adel Abdel-Moneim, Heba Fayeze. A review on medication of diabetes mellitus and antidiabetic medicinal plants. *Int. J. Bioassays*, 4 (06); 2015: 4002-4012
- [5] Towhid Hasan, Marjia Sultana. Antidiabetic Potency of Bangladeshi Medicinal Plants. *Journal of Ayurvedic and Herbal Medicine*, 4(1); 2018: 35-42
- [6] Desta Tamene Letik. Type 2 Diabetes and Aging: Do Dietary Phytochemicals & Antioxidants Matter?. *Academia Letters*; July 2021: 2-8
- [7] Switi B, Gaikwad G, Krishna M, M. Sandhya Rani. Phytochemicals for Diabetes Management. *Pharmaceutical Crops*; 2014: 11-28
- [8] Stephen Adeniyi A, Ganiyu O. Phytochemistry and mode of action of some tropical spices in the management of type-2 diabetes and hypertension. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* Vol. 7(7); 22 February, 2013: 332-346
- [9] Mukesh Kumar Yadav, J. S. Tripathi. Ethno medicinal plants with antidiabetic activity: a review. *Yadav & Tripathi, IJPSR*, Vol. 6(11); 2015: 4570-4578.
- [10] Mamun-or-R, Md. Shamim H, Naim H, Biplab, Kumar D, Md. Ashrafuzzaman S, Monokesh Kumer S. A review on medicinal plants with antidiabetic activity. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 3(4); 2014: 149-159
- [11] IDF (2019). *Idf Diabetes atlas- 9 the edition*. Federación Internacional de Diabetes. <https://diabetesatlas.org/es/>
- [12] Gao, D.; Li, Q.; Li, Y.; Liu, Z.; Liu, Z.; Abanico, Y.; Han, Z.; Li, J.; Li, K. Potencial antidiabético del ácido oleanólico de *Ligustrum lucidum* Ait. *Poder. J. Physiol. Farmacol.* 2007, 85, 1076-1083.