

Concientifica



Taxus globosa y *Ustilago maydis*: sus raíces ancestrales y aplicaciones farmacéuticas

Taxus globosa and *Ustilago maydis*: their ancestral roots and pharmaceutical applications

Resumen

La herbolaria mexicana ha sido una parte intrínseca de la cultura indígena ancestral y ha ejercido una influencia significativa en la vida cotidiana de las comunidades a lo largo de los siglos. Su profunda conexión con la cosmovisión indígena ha trascendido generaciones y ha llegado a impactar en gran medida el desarrollo de la farmacéutica actual. Este artículo de divulgación explora la importancia de la herbolaria mexicana en el ámbito farmacéutico contemporáneo con el ejemplo de *Taxus globosa* y *Ustilago maydis*, destacando sus fundamentos culturales y su relevancia científica.

Palabras clave: Herbolaria, farmacéutica, patentes, culturas indígenas.

Summary

Mexican herbalism has been an intrinsic part of ancestral indigenous culture and has exerted a significant influence on the daily life of communities throughout the centuries. Its deep connection with the indigenous worldview has transcended generations and has come to greatly impact the development of current pharmaceuticals. This dissemination article explores the importance of Mexican herbalism in the contemporary pharmaceutical field with the example of *Taxus globosa* and *Ustilago maydis*, highlighting their cultural foundations and their scientific relevance.

Key words: Herbalism, pharmaceuticals, patents, indigenous cultures.

Alexa Hernández Hernández¹

Keila Reyes Rivera¹

Elda A. Flores Contreras^{1,2}

¹Tecnológico de Monterrey, School of Engineering and Sciences, Monterrey 64849, México.

²Institute of Advanced Materials for Sustainable Manufacturing, Monterrey 64849, México.

*Autor para la correspondencia:
eldafc@tec.mx

México es considerado como un país megadiverso, debido a la gran variedad de ecosistemas que posee, por lo cual es la cuna de la riqueza de recursos naturales que han sido aprovechados por generaciones [1]. Es así, como nace la herbolología, una práctica proveniente de las comunidades indígenas cargada de una cosmovisión donde la naturaleza se percibe como una entidad sagrada que se interconecta con la vida humana, al emplear las plantas con fines medicinales y rituales.

Desde la época prehispánica, las culturas indígenas han identificado y utilizado diversas especies de plantas medicinales. El traspaso de este conocimiento a las generaciones futuras de familias mexicanas generó un gran impacto tanto social como económico. Esto se debe a que, la mayoría de los practicantes son mujeres, y ellas, aprendieron el uso de estas plantas por negocio familiar [2]. Gracias a esto, actualmente contamos con aproximadamente 4500 especies de plantas registradas oficialmente convirtiéndonos en el segundo país a nivel mundial con el mayor número de plantas

medicinales registradas [3].

Estos conocimientos llenos de tradición promueven una sinergia entre el conocimiento ancestral y la farmacéutica moderna para el desarrollo de nuevos medicamentos y tratamientos. Actualmente, los denominados fitofármacos muestran un aumento en su demanda, y es que algunas plantas con fines medicinales presentan principios activos para la elaboración de estos, e inclusive para otros fármacos comerciales.

Hasta la fecha, es todo un reto para México como para el resto del mundo el desarrollo de nuevos métodos de prevención y diagnóstico, así como tratamientos para cáncer que permitan proveer una mejor calidad de vida.

En este sentido, en México existen innumerables cantidades de plantas y hongos con diversas propiedades, entre las cuales se encuentra *Taxus globosa* (imagen 1) y *Ustilago maydis* (imagen 2). Con respecto a *Taxus globosa*, se sabe que es una gimnosperma dicotiledónea, perteneciente a la familia Taxaceae,

esta planta se encuentra ubicada en diversas regiones del país, como el Estado de México, Puebla, Oaxaca, Veracruz y en la región norte como Tamaulipas y Nuevo León; florece de enero a marzo y fructifica de mayo a noviembre [4]. Esta planta se ha empleado desde tiempos remotos, en culturas indígenas mexicanas con fines medicinales, principalmente para tratar afecciones respiratorias y cardiovasculares. Sin embargo, en la actualidad los compuestos presentes en *Taxus globosa* son de gran interés en la investigación científica, por su posible aplicación en el campo oncológico. Además, *Taxus globosa* se emplea para producir paclitaxel el cual en su esqueleto central de la molécula presenta un anillo de taxano, los cuales son un grupo de medicamentos que actúan como estabilizadores de microtúbulos (estructuras que ayudan a mantener la forma de las células) e impiden el crecimiento celular al inhibir la división celular. El paclitaxel fue el primer taxano empleado en el área de oncología, por lo cual es considerado como un parteaguas para el tratamiento de cáncer en las últimas décadas [5].



Figura 1. *Taxus globosa*

El modo de acción de paclitaxel es mediante la interrupción de la división celular, promoviendo la apoptosis (muerte celular) de células tumorales, lo que lo convierte en un candidato ideal para el tratamiento del cáncer. Sin embargo, la obtención de paclitaxel a partir de *Taxus globosa* no es una tarea sencilla, ya que esta planta contiene el compuesto de interés en pequeñas cantidades y su extracción tradicional es costosa. En este sentido, se ha empleado la biotecnología, como una herramienta poderosa para aumentar la producción de paclitaxel de manera más eficiente. Una de las estrategias empleadas es el cultivo de células de *Taxus globosa*, y el uso de compuestos como metil jasmonato para incrementar la producción de taxanos mediante la sobre-expresión de genes involucrados en la ruta de biosíntesis de paclitaxel en forma controlada y a gran escala. Este enfoque, ha mostrado resultados prometedores de acuerdo con lo obtenido por Osuna, L., et al. (2015) [6].

La colaboración entre la medicina tradicional y la ciencia moderna es fundamental para aprovechar el potencial de *Taxus globosa* en la búsqueda de tratamientos más efectivos y menos invasivos para el cáncer. La biotecnología ha demostrado ser una herramienta invaluable para aumentar la producción de paclitaxel y hacerlo más accesible para quienes lo necesitan; sin embargo, es vital seguir investigando y desarrollando nuevas estrategias para garantizar la sostenibilidad de esta especie y su aprovechamiento responsable en la industria farmacéutica. Además, es importante el desarrollo de regulaciones que eviten una intoxicación por el consumo inadecuado de la planta mediante la medicina tradicional. La planta *Taxus globosa*

es un tesoro de la naturaleza que puede ofrecer esperanza y alivio a millones de personas afectadas por el cáncer en todo el mundo.

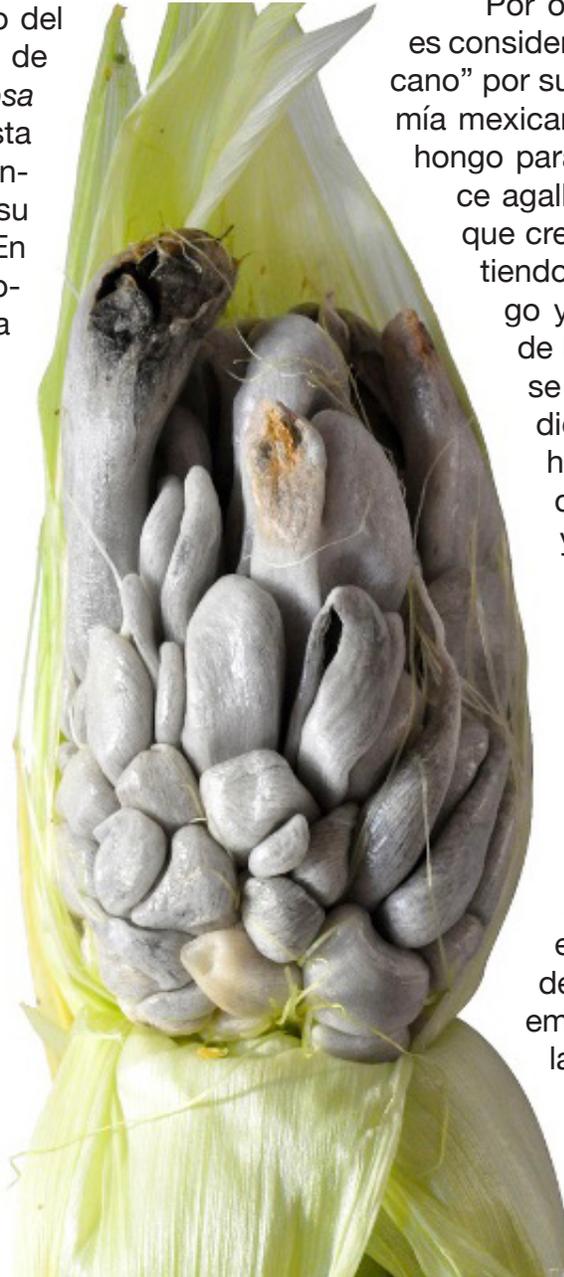


Figura 2. *Ustilago maydis*

Por otro lado, *Ustilago maydis*, es considerado como el “caviar mexicano” por su gran uso en la gastronomía mexicana. *Ustilago maydis* es un hongo parásito del maíz que produce agallas de diferentes tamaños que crecen en la mazorca permitiendo una mezcla entre el hongo y la mazorca [7]. Proviene de la familia Ustilaginaceae y se clasifica en los tipos basidiomiceto y dimórfico. Este hongo se encuentra en todas las regiones del mundo y es más probable encontrarlo en los sembradíos del maíz en época de lluvia. Se caracteriza por provocar una coloración oscura a los anexos.

Para el resto del mundo, la propagación de *Ustilago maydis* en los sembradíos de maíz es el causante de la pérdida de millones de dólares. Sin embargo, en México desde las culturas prehispánicas, esta “enfermedad del maíz” denominada comúnmente como huitlacoche es considerada como una oportunidad de alimento, e inclusive vendiéndose a un precio más elevado los granos

con *Ustilago maydis*, que los granos sanos de maíz. Por otro lado, distintas culturas han reconocido al huitlacoche por sus efectos medicinales; por ejemplo, en Puebla y Veracruz se utiliza como inductor al parto produciendo tos y provocando contracciones en el útero [8]. En otras regiones, inclusive se ha utilizado como mascarilla, ya que contiene propiedades exfo-

liantes y astringentes [9]. En algunas poblaciones se utiliza como medicamento tópico para heridas y quemaduras, y en otros lugares se emplea como tratamiento digestivo.

Tal fue el impacto del huitlacoche, que en 1981 los científicos Kealey y Kosiwoski originarios de Estados Unidos de América, vieron la posibilidad de utilizarlo como modelo experimental, de esta forma se podrían analizar estudios de patogenicidad, procesos de división celular y replicación de ADN. En cuanto a la división celular, se observó que mazorcas infectadas presentan una mayor producción de auxinas y citoquininas con respecto a mazorcas no infectadas, lo que provoca el crecimiento desmesurado de tejido. Por otro lado, algunos estudios han confirmado su potencial antioxidante (impiden daño celular causado por radicales libres producidos por células cancerígenas), empleando distintos métodos de extracciones (maceración, ultrasonido asistido, mezclado, agitación, mezclado magnético) y solventes (como etanol) para la obtención de los antioxidantes, mediante sistemas de medición de antioxidantes como ABTS, DPPH, FRAP, y ORAC.

Otros compuestos bioactivos reportados en el huitlacoche incluyen ustilagol, ustilagomaydisina y ustalípidos. Los ustigalos A-F derivados de la cumarina han exhibido propiedades antiinflamatorias y antitrombóticas. Las ustilagomaydisinas A.S, por otro lado, son derivadas de las purinas, mostrando actividades citotóxicas contra células de leucemia humana en una dosis baja. Mientras, que los ustalípidos presentan un efecto similar a la dopamina (proporcionando placer y relajación). Por lo tanto, actualmente, el huitlacoche ha incursionado en la industria farmacéutica para la obtención de estos compuestos por sus propiedades.

Por todo lo anterior, *Taxus globosa* y *Ustilago maydis* representan una fuente potencial de compuestos bioactivos con aplicaciones en la biotecnología y la farmacología. Que permite obtener múltiples beneficios para el área de oncología a bajos costos, y promoviendo una mejora en la calidad de vida de personas diagnos-

ticadas con diversos tipos de cáncer. Además, faltan más estudios que nos permitan conocer que otros compuestos poseen *Taxus globosa* y *Ustilago maydis*, y también es importante analizar otras plantas consideradas medicinales por nuestros ancestros, para su futura aplicación en el área de la salud para tratar de forma eficaz diversos padecimientos que afectan gravemente la calidad de vida de las personas. También es importante destacar, el desarrollo de nuevas medidas regulatorias para hacer un uso consiente de nuestro patrimonio vegetal y evitar intoxicaciones por mal manejo de las plantas medicinales, ya que se desconocen las dosis adecuadas y los diferentes compuestos que integran las plantas. **iBIO**

Agradecimientos

A la Dra. Elda A. Flores-Contreras, a la Dra. Elda M. Melchor Martínez y al Dr. Roberto Parra Saldívar, quienes han estado involucrados en el asesoramiento de este proyecto.

Referencias

- [1] CONABIO: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2020) *México megadiverso*. Consultado el 10 de julio de 2023 de <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/quees>
- [2] Navarrete N. (2022) *Herbolaria mexicana: su importancia y el uso de las plantas*, Universidad del Medio Ambiente. Consultado el 10 de julio de 2023 de <https://umamexico.com/herbolaria-mexicana-su-importancia-y-el-uso-de-las-plantas/>
- [3] SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2021) *Plantas medicinales de México*. Consultado el 10 de julio de 2023 de <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/plantas-medicinales-de-mexico>
- [4] Barrales-Cureño, H. J., & Soto-Hernández, R. M. (2012). Taxoides: metabolitos secundarios del árbol del tejo (*Taxus* spp.). *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 18(2), 207-218.
- [5] Alqahtani, FY, Aleanizy, FS, El Tahir, E., Alkahtani, HM y AlQuadeib, BT (2019). Paclitaxel. *Perfiles de sustancias farmacológicas, excipientes y metodología relacionada*, 44 , 205-238. <https://doi.org/10.1016/bs.podrm.2018.11.001>
- [6] Osuna, L., Tapia, N., Cusidó, R. et al. Producción

de taxanos inducida por jasmonato de metilo en cultivos celulares libres e inmovilizados de tejo mexicano (*Taxus globosa* Schtdl). *Planta Physiol Acta* 37, 199 (2015). <https://doi.org/10.1007/s11738-015-1947-z>

[7] Méndez, R. M., Sotoh, F. R., & Contreras, E. J. C. (2008). Conocimiento tradicional de *Ustilago maydis* en cuatro grupos mayenses del sureste de México. *Etnobiología*, 6(1), 9-23.

[8] Romero, E. G. A. (2016). Donde hay maíz hay cujtlacoche, el oro negro del México prehispánico. *Ixmati*, (2), 15-21.

[9] Juárez Montiel, M., Ruiloba de León, S., Chávez Camarillo, G., Hernández Rodríguez C, & Villa Tanaca, L. (2011). *Revista Iberoamericana de Micología*. Obtenido de Huitlacoche causado por el hongo *Ustilago maydis* como un elemento funcional

[10] López-Martínez, L.X.; Aguirre-Delgado, A.; Saenz-Hidalgo, H.K.; Buenrostro-Figueroa, J.J.; García, H.S.; Baeza-Jiménez, R. Bioactive ingredients of huitlacoche (*Ustilago maydis*), a potential food raw material. *Food Chem. Mol. Sci.* 2022, 4, 100076. <http://doi.org/10.1016/j.fochms.2022.100076>

[11] González-Cervantes, M.E.; Hernández-Urbe, J.P.; Gómez-Aldapa, C.A.; Navarro-Cortez, R.O.; Palma-Rodríguez, H.M.; Vargas-Torres, A. Physicochemical, functional, and quality properties of fettuccine pasta added with huitlacoche mushroom (*Ustilago maydis*). *J. Food Process. Preserv.* 2021, 45, e15825. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15825>

[12] Aydoğdu, M.; Gölükçü, M. Nutritional value of huitlacoche, maize mushroom caused by *Ustilago maydis*. *Food Sci. Technol.* 2017, 37, 531-535. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.19416>

[13] Valdez-Morales, M.; Céspedes-Carlos, L.; Valverde, M.E.; Ramírez-Chávez, E.; Paredes-López, O. Phenolic compounds, antioxidant activity and lipid profile of huitlacoche mushroom (*Ustilago maydis*) produced in several maize genotypes at different stages of development. *Plant Foods Hum. Nutr.* 2016, 71, 436-443. <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0572-3>

[14] Salazar-López, J.M.; Martínez-Saldaña, M.C.; Reynoso-Camacho, R.; Chávez-Morales, R.M.; Sandoval-Cardozo, M.L.; Guevara-Lara, F. Antioxidant capacity and phytochemical characterization of ethanolic extracts from raw and cooked huitlacoche (*Ustilago maydis*-*Zea mays*). *Rev. Mex. Cienc. Farm.* 2017, 48, 37-47.

[15] Rosalba Beas, F.; Guadalupe Loarca, P.; Salvador Horacio Guzmán, M.; Rodríguez, M.G.; Nora Lilia Vasco, M.; Fidel Guevara, L. Nutraceutical potential of

bioactive components present in huitlacoche from the central zone of Mexico. *Rev. Mex. Cienc. Farm.* 2011, 42, 36-44.

[16] Villagrán, Z., Martínez-Reyes, M., Gómez-Rodríguez, H., Ríos-García, U., Montalvo-González, E., Ortiz-Basurto, R. I., ... & Pérez-Moreno, J. (2023). Huitlacoche (*Ustilago maydis*), an Iconic Mexican Fungal Resource: Biocultural Importance, Nutritional Content, Bioactive Compounds, and Potential Biotechnological Applications. *Molecules*, 28(11), 4415.

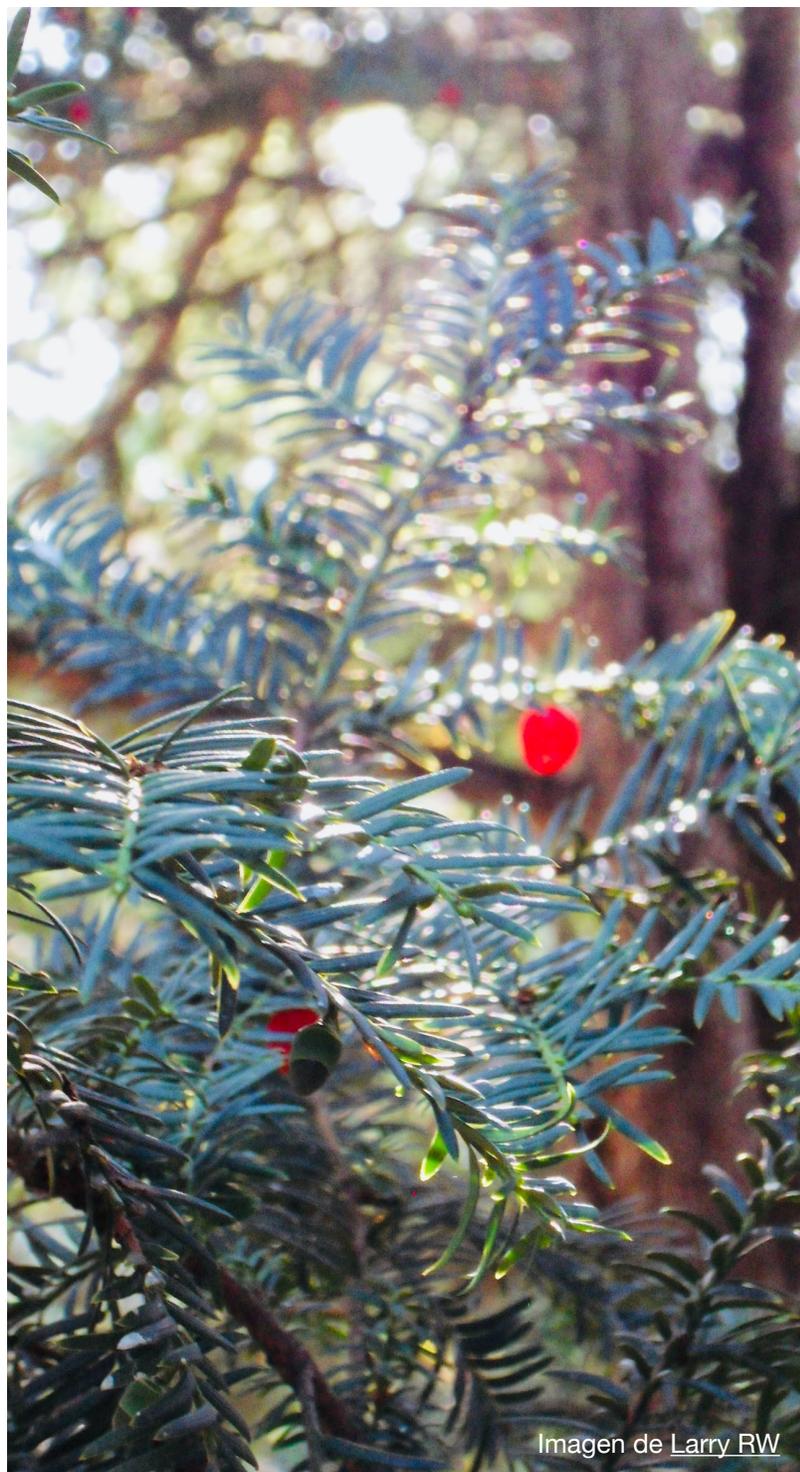


Imagen de Larry RW