

# Los beneficios de una bebida prehispánica en nuestros días: pulque para todos (segunda y última parte).

FERNANDO ASTUDILLO Y ADELFO ESCALANTE

Fernando Astudillo Melgar es Ingeniero Bioquímico egresado del Instituto Tecnológico de Acapulco, realizó sus estudios de maestría en Biociencias con línea terminal en biotecnología en la Facultad de Ciencias Químico-Biológicas de la Universidad Autónoma de Guerrero. Actualmente es estudiante de Doctorado del programa en Ciencias Bioquímicas en el Instituto de Biotecnología de la UNAM. Realizó su tesis de licenciatura en el Laboratorio de interacciones microbianas en el CINVESTAV-Irapuato, así como estancias de investigación en el laboratorio de enfermedades infecciosas en el Instituto Nacional de Salud Pública y en el Laboratorio de Biología en Sistemas en el Centro de Ciencias Genómicas de la UNAM.

José Adolfo Escalante Lozada es doctor en Biotecnología por la Facultad de Química, UNAM. Investigador Titular del Departamento de Ingeniería Celular y Biotecnología del Instituto de Biotecnología, UNAM. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II. Presidente de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, A. C. para el periodo 2018-2020. Sus líneas de investigación se enfocan en la ingeniería de vías metabólicas en las bacterias *Escherichia coli* y *Pseudomonas chlororaphis*, enfocado a la producción de compuestos aromáticos y el análisis de la diversidad genética, metabólica y microbiana del pulque. Es miembro de la Academia de Ciencias de Morelos.

Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.

Estrategias actuales de producción de pulque

Existe una opinión generalizada que considera que el cultivo de maguey pulquero y la producción de pulque son una agroindustria que se encuentran en una situación de debacle, opinión con la se puede estar de acuerdo si se comparan por un lado, los niveles actuales de producción y consumo con aquellos que se mantuvieron durante el auge de las grandes haciendas pulqueras durante la última parte del siglo XIX y principios del siglo XX, así como el desmantelamiento de esta agroindustria al final de la Revolución Mexicana; y por otro lado, si se compara con los niveles de producción y consumo de otras bebidas alcohólicas como la cerveza o las bebidas destiladas de agave, como el tequila y mezcal.

En la actualidad, los procesos tradicionales de producción de pulque se desarrollan a una escala pequeña destinada principalmente al autoconsumo y a la venta local en mercados o en ferias. Se pueden reconocer cuatro estrategias tradicionales para el cultivo de maguey y la producción de pulque que se basan en

procesos completamente tradicionales: magueyerías residuales, que son zonas de cultivo de maguey que han sido rodeadas por desarrollos urbanos; metepantle, que es una estrategia prehispánica de manejo del paisaje que persiste en la actualidad, en la que se cultivan magueyes en hileras a contrapendiente para formar terrazas en terrenos inclinados intercalando el cultivo de magueyes con vegetación nativa; magueyes lindero, que se refiere al cultivo de magueyes en hileras que delimitan regiones de cultivos de otras especies vegetales; y el manejo de magueyes silvestres, que se propone como una práctica de producción de pulque que asemeja la producción prehispánica de esta bebida, en la que se hace uso de magueyes silvestres no cultivados. Estas estrategias de cultivo/aprovechamiento de magueyes y los procesos de extracción de aguamiel y producción de pulque asociados a cada sistema son en muchos casos la principal actividad económica secundaria ya que los volúmenes de producción de pulque van desde tan solo 1.5 L hasta 100 L por día. Se recomienda consultar el trabajo de Álvarez-Ríos et al. 2020, para más información sobre estas estrategias de cultivo de maguey y de las particularidades de los procesos de producción de pulque. Es una publicación de libre acceso.

Para fotos de maguey se recomienda la página de ciencia ciudadana Naturalista [https://www.naturalista.mx/taxa/204746-Agave-salmiana/browse\\_photos](https://www.naturalista.mx/taxa/204746-Agave-salmiana/browse_photos)

Relevancia económica del aprovechamiento del maguey y de la producción de pulque

El cultivo y propagación de las diferentes variedades de maguey pulquero son actividades destinadas principalmente a la extracción de aguamiel y producción de pulque. Sin embargo, las plantas representan un recurso de importancia económica (Figura 1), ya que las hojas (o pencas) pueden ser también aprovechadas para la extracción de una fibra conocida como ixtle, empleada para la elaboración de bolsas, cuerdas, cepillos de cerdas y escobetas. Otro uso relevante de las pencas de maguey es en la elaboración de barbaacoa, un platillo muy importante en regiones de producción de pulque y apreciado también en las grandes ciudades. De igual forma, el desmixiotado, es una actividad en la que se retira la cutícula de las pencas, la cual es utilizada para la elaboración otro platillo tradicional conocido como mixiote. Las flores de la inflorescencia de la planta o quiotte, llamadas gualumbos, son el ingrediente principal de diversos platillos de la cocina mexicana tradicional y gourmet. Las orugas de las mariposas Comadreja *redtenbacheri* (gusanos rojos del maguey o chinicuilles) y de *Aegiale hesperiaris* (gusanos blancos), que infectan las raíces, las hojas y la piña de los

magueyes son altamente apreciados en la cocina tradicional y gourmet mexicana. Es importante mencionar que, si una planta de maguey se utiliza para alguna de estas actividades, la planta muere y no puede ser aprovechada para la extracción de aguamiel y producción de pulque.

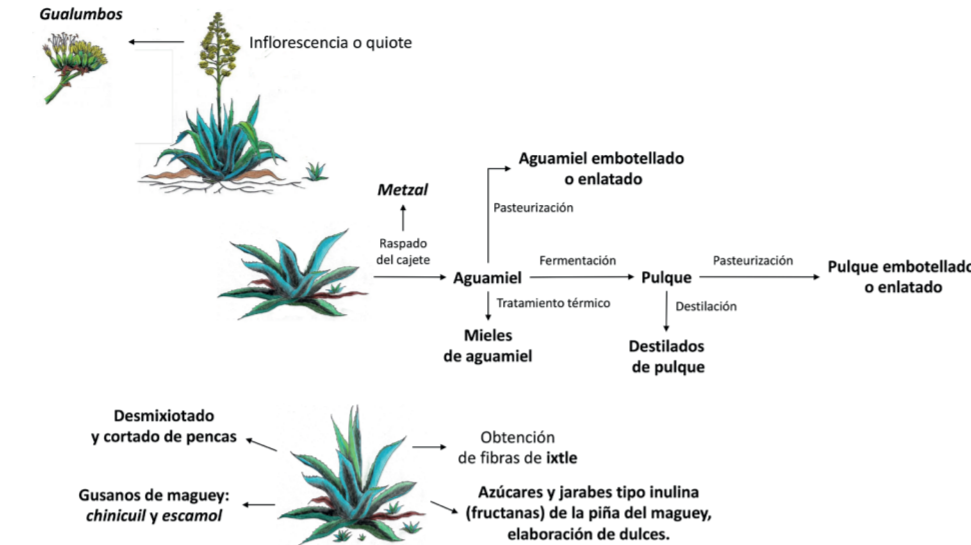


Figura 1. Estrategias de aprovechamiento integral del maguey. Parte superior: Aprovechamiento de las flores de la inflorescencia o quiotte del maguey en cocina mexicana. Parte media: Diferentes productos derivados de la extracción del aguamiel y fermentación de pulque. Parte inferior: Aprovechamiento de hojas de la planta, obtención de gusanos de maguey y aprovechamiento de la piña de la planta. Para mayor información consultar a Narváez Suárez et al. 2016 y Valdivieso-Solís et al. 2021.

Adicionalmente, el bagazo que resulta del raspado de las paredes del cajete en las plantas productoras de aguamiel, llamado metzal, es un material rico en azúcares y fibra (sacarosa, glucosa, fructosa y fructooligosacáridos), que es usado como forraje. La masa total de metzal extraído de una planta durante el periodo de producción de aguamiel varía de 21 a 37 Kg (Peralta-García et al., 2020).

En un estudio realizado por Narváez Suárez et al. (2016), en las zonas de plantaciones de maguey y productoras de pulque de Zempoala, Singuilucan y Epazoyucan (Hidalgo); Españaña y Nanacamilpa (Tlaxcala); Texcoco y Tepetlaoxtoc (Estado de México); Tepayahua (Puebla); y Perote (Veracruz), se describe la relevancia de las actividades económicas asociadas a aprovechamiento del maguey, la extracción de aguamiel y producción de pulque (Figura 1). Estos autores concluyeron que la venta de aguamiel, pulque, gusanos de maguey, así como de hojas enteras cortadas de la planta para la preparación de barbaacoa, son las actividades con mayor impacto económico en estas regiones. De igual forma destacan que la producción de mieles de aguamiel, dulces, destilados de pulque, y el “turismo pulquero”, son también productos y actividades de relevancia económica en estas comunidades, mayoritariamente. En contraparte, es importante destacar que la carencia de estrategias sustentables de cultivo y propagación de magueyes pulqueros; la falta de interés de las nuevas generaciones para mantener las actividades de extracción de aguamiel y producción de pulque; el bajo precio de venta de aguamiel y pulque, y un mercado restringido, entre otras causas, han ocasionado la casi total desaparición de estas activi-

dades en diferentes regiones alguna vez productoras de pulque. En contraparte, la estrategia de cultivo de magueyes de forma intensiva (magueyerías extensivas) incluye propiedades privadas o comunales entre las que destaca “El Rancho Magueyero San Isidro,

Nanacamilpa” en el Estado de Tlaxcala, donde el área de cultivo reportada comprende 44 hectáreas (ha) con un promedio de 2,500 plantas por hectárea, de las cuales, un promedio de 500 plantas son usadas para la extracción de aguamiel con una producción de hasta 3 mil litros al día (Álvarez-Ríos et al. 2020). Es muy importante destacar que el número de plantas por hectárea en las magueyerías extensivas, es mucho mayor que el estimado en las haciendas pulqueras de los Llanos de Apan, Hidalgo, en el esplendor de esta agroindustria a principios del siglo XX y que se calcula entre 612 a 825 plantas por hectárea (con un estimado de 153 millones de plantas de maguey en el esplendor de la producción de pulque en esta zona) (Ramírez Rancano, 2012). En estas magueyerías extensivas se cultivan magueyes de las variedades ayoteco, chalqueño, manso y púa larga. El aguamiel es empleado para la elaboración de pulque natural o mezclado con frutas y el producto final (de hasta 72 horas de fermentación) es pasteurizado para detener la fermentación y enlatarse. Sus productos cuentan con certificación de la Agencia Reguladora de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (Food and Drug Administration, FDA por sus siglas en inglés), lo que certifica la calidad y permite su venta en ese país. Esta productora también distribuye hasta el 70 % del pulque de calidad que se comercializa actualmente en las pulquerías de la Ciudad de México. Existen otras compañías que mantienen este tipo de producción industrial de pulque en el Estado de México. De éstas, la embotelladora Pulquemania (localizada en Texcoco, Estado de México), inició operaciones en plena pandemia por COVID-19 en 2020 y sus productos cuentan también con certificación FDA, exportando pulque embotellado a los Estados Unidos. Esta embotelladora reporta la producción de 260 mil botellas al mes, y es importante de mencionar que no cuenta con magueyerías extensivas propias, sino que adquieren el aguamiel a productores de la localidad de Nanaca-

milpa, en el estado de Tlaxcala, con lo que la población de esta localidad se ve beneficiada con una venta constante de hasta 1 millón de litros de aguamiel al año para poder mantener una producción de 260 mil botellas conteniendo 355 ml de pulque por mes (Álvarez-Ríos et al., 2020; Valdivieso-Solís et al., 2021).

A pesar del éxito de las estrategias de los sistemas de las magueyerías extensivas y la industrialización de pulque, los procesos tradicionales de aprovechamiento integral del maguey son de gran relevancia ya que promueven la conservación de la cultura y conocimiento sobre estas plantas, además de proporcionar diversos beneficios ambientales como son: el manejo del paisaje, la reducción de la erosión del suelo conservando flora y fauna nativa, la captura de carbono y la recarga de los mantos freáticos. El adecuado cultivo y manejo de los magueyes pulqueros se refleja también en el tamaño de las plantas, la rentabilidad de la cosecha de aguamiel (volumen de producción y alto contenido de azúcares) y en el ingreso económico final. La producción tradicional de pulque y el cultivo de maguey están contextualizados en un complejo sistema de interrelaciones ambientales, sociales, culturales y productivas, al formar parte de un sistema de producción ancestral que se ha mantenido prácticamente sin cambios hasta la fecha, por lo que resulta relevante la preservación de las estrategias tradicionales de cultivo de maguey y producción de pulque.

Para más información sobre las diferentes variedades de maguey empleadas para la producción de pulque y una descripción del ciclo de vida del maguey pulquero y de sus estrategias de propagación, consultar a Ramírez-Rodríguez y Valdivieso-Solís et al. (2021).

Estudios recientes sobre la microbiología del pulque y productos del maguey: perspectivas de aprovechamiento y desarrollo de nuevos productos

En la farmacopea tradicional se han atribuido al consumo regular de aguamiel y pulque diversos beneficios a la salud humana. La tabla 1 muestra algunos de estos beneficios (Escalante et al. 2012).

Beneficios y usos propuestos

Comentarios y evidencias que respaldan los usos o beneficios propuestos

Mezclar pulque con pimienta morrón molida y semillas de calabaza como tónico. Ninguno.

Pulque hervido con la corteza de chichicpactly (*Garrya laurifolia* Hartw y *G. ovata* Benth), usada para el tratamiento de dolores de pecho, estómago y espalda. Ninguno.

Control de la dispepsia, dolor de estómago, diarrea, anorexia,

astenia, vértigo, dolor de cabeza severo, entre otros. Ninguna evidencia. Es probable que algunos de los beneficios propuestos se deban a la presencia de saponinas del maguey en el pulque (esteroles con actividad antibiótica, hipocolesterolemia, y antiinflamatoria). Incremento en la producción de leche materna durante el embarazo y lactancia. Posible efecto galactogogo (sustancias que promueven la producción de leche materna). Algunos estudios no concluyentes consideran el efecto del alcohol en la leche materna por consumo de pulque durante el embarazo-lactancia y con la relación peso-talla en infantes con consumo moderado de pulque. Control de la anemia y aporte de vitamina C. Provee la dosis diaria recomendada de hierro y vitamina C. Evita la deficiencia de ferritina y hemoglobina por el aporte de hierro no hemo y presencia de vitamina C en el pulque. Ambos beneficios comprobados.

Los primeros estudios sobre la microbiología del pulque fueron realizados por el Dr. Alfredo Sánchez Marroquín en la segunda mitad del siglo XX. Sus resultados permitieron identificar y publicar en 1953 que la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, las bacterias ácido-lácti-

Tabla 1. Algunos usos en medicina tradicional y efectos beneficios asociados al consumo de aguamiel y pulque.

Beneficios y usos propuestos	Comentarios evidencias que respaldan los usos o beneficios propuestos
Mezclar pulque con pimienta morrón molida y semillas de calabaza como tónico.	Ninguno.
Pulque hervido con la corteza de chichicpactly ( <i>Garrya laurifolia</i> Hartw y <i>G. ovata</i> Benth), usada para el tratamiento de dolores de pecho, estómago y espalda.	Ninguno.
Control de la dispepsia, dolor de estómago, diarrea, anorexia, astenia, vértigo, dolor de cabeza severo, entre otros.	Ninguna evidencia. Es probable que algunos de los beneficios propuestos se deban a la presencia de saponinas del maguey en el pulque (esteroles con actividad antibiótica, hipocolesterolemia, y antiinflamatoria).
Incremento en la producción de leche materna durante el embarazo y lactancia.	Posible efecto galactogogo (sustancias que promueven la producción de leche materna). Algunos estudios no concluyentes consideran el efecto del alcohol en la leche materna por consumo de pulque durante el embarazo-lactancia y con la relación peso-talla en infantes con consumo moderado de pulque.
Control de la anemia y aporte de vitamina C.	Provee la dosis diaria recomendada de hierro y vitamina C. Evita la deficiencia de ferritina y hemoglobina por el aporte de hierro no hemo y presencia de vitamina C en el pulque. Ambos beneficios comprobados.

cas *Leuconostoc mesenteroides*, *L. paramesenteroides* y dos lactobacilos, son los principales microorganismos responsables de la fermentación del pulque. Posteriormente, el Dr. Sánchez Marroquín seleccionó a la bacteria *Zymomonas mobilis*, la cual se relacionó también con producción de etanol durante la fermentación del pulque a partir de aguamiel. Sus estudios le permitieron asociar el desarrollo de una fermentación alcohólica (producción de etanol) por *Zymomonas* y *Saccharomyces*; una fermentación ácida (producción de ácido láctico) por las bacterias ácido-lácticas y la llamada “fermentación viscosa” (producción de dextrana) por *Leuconostoc*. Sánchez-Marroquín desarrolló también experimentos para producir pulque a partir de aguamiel esterilizado empleando a estos microorganismos y concluyó que la calidad del pulque obtenido por este proceso era la misma que la del pulque tradicional (Valdivieso-Solís et al. 2021).

Esta información sobre la microbiología del pulque se mantuvo prácticamente sin cambios durante varias décadas, considerando a estos microorganismos como esenciales y responsables de los tres procesos de fermentación que definen las características sensoriales finales del pulque.

En nuestro grupo de investigación en el Instituto de Biotecnología, UNAM, hemos analizado la microbiología del pulque y del pulque, comparada con la actividad de una bacteria probiótica comercial. En estudios realizados por otros grupos de investigación, la bacteria *Lactobacillus sanfranciscensis* LBH1068 (aislada también del pulque), mejoró de forma importante la salud de ratones obesos al favorecer la disminución de peso, mejorando el estado de permeabilidad intestinal y tener un efecto estimulante del sistema inmune. Las bacterias identificadas como *Pediococcus* sp. y *Lactobacillus* sp. mostraron actividad antimicrobiana in vitro contra las bacterias *Staphylococcus aureus* y *Helicobacter pylori*. Otras actividades de relevancia se han estudiado también en bacterias aisladas del aguamiel, incluyendo un efecto anticancerígeno potencial. También se han identificado actividades biológicas en productos derivados del maguey, como son el efecto prebiótico de azúcares (fructooligosacáridos), es decir la capacidad de promover el crecimiento de bacterias benéficas como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, presentes en el intestino. Otros estudios han demostrado que el bagazo del maguey pulquero (Agave salmiana), es fuente de compuestos bioactivos como son las saponinas esteroidales con actividades anti-fúngicas, anti-inflamatorias y anticancerígenas Valdivieso-Solís et al. 2021 realizaron una revisión más amplia de los beneficios potenciales a la salud humana.

Los posibles beneficios que tradicionalmente se le han asociado al consumo del aguamiel y del pulque pueden tener sus bases científicas

por una parte en las actividades metabólicas de diversas bacterias naturalmente presentes en el aguamiel y durante la fermentación del pulque, y por otra, en algunos componentes de la propia planta. Los reportes de investigaciones recientes que destacan la relevancia de las bacterias del aguamiel y pulque abren un área de oportunidad para su uso. De igual forma, los estudios sobre algunos productos derivados de la planta (como el bagazo o las mieles de aguamiel), que pueden ser considerados como probióticos y prebióticos mexicanos y que pueden ser incorporados en alimentos, bebidas funcionales o en formulaciones. Estos resultados muestran un panorama prometedor y una nueva etapa en el estudio de los magueyes pulqueros, el aguamiel y el pulque.

Referencias

Álvarez-Ríos, G. D.; Figueredo-Urbina, C. J.; Casas, A. (2020). Sistemas de manejo de maguey pulquero en México. Revista Etnobiología. 18 (2): 3-23.

Escalante, A., Giles-Gómez, M.; Esquivel Flores, G.; et al. (2012). Pulque fermentation. In: Y. H. Hui, Ase Slovejg Hansen, E. Ozgul Evranuz, Fidel Toldra, Leo M. L. Nollet, Weibiao Zhou (Eds). Handbook of plant-based fermented food and beverage technology. Vol II. Chapter 43: 691-706. CRC Press, FL.

Narváez Suárez, A. U.; Martínez Saldaña, T.; Jiménez Velázquez, M. A. (2016) El cultivo de maguey pulquero: opción para el desarrollo de comunidades rurales del altiplano mexicano. Revista de Geografía Agrícola, (56) Enero-junio: 33-44. Peralta-García, I.; González-Muñoz, F.; Rodríguez-Alegria, M. E.; Sánchez-Flores, A., López Munguía, A. (2020) Evolution of fructans in aguamiel (Agave sap) during the plant production lifetime. Frontiers in Nutrition. 7. Article 569590. Ramírez Rancano, M. (2000). El rey del pulque: Ignacio Torres Adalid y la industria pulquera. México: Plaza y Valdes. UNAM, Instituto de Investigaciones Sociales. Ramírez Rodríguez, R. (2004). El maguey y el pulque: Memoria y tradición convertidas en historia, 1884-1993 (Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de Filosofía y Letras). Valdivieso Solís et al. Sustainable production of pulque and maguey in Mexico: Current situation and perspectives. Frontiers in Sustainable Food Systems. 2021. 5:678168. DOI: 10.3389/fsufs.2021.678168.

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.