



REVISIÓN

Valor nutricional y medicinal del pulque

Nutritional and medicinal value of pulque

Gabriel Matías Luis¹, Vicente Peña Caballero², Wendy Reyna González³, Luis Roberto Domínguez Díaz⁴, Juan J. Martínez Hernández⁵

¹ Unidad de Bioquímica e Inmunología, Instituto Tecnológico de Oaxaca, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México.

² Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad de Guanajuato Campus Celaya-Salvatierra, Celaya, Guanajuato, México.

³ Centro de Investigación Facultad de Medicina UNAM-UABJO, Facultad de Medicina y Cirugía, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México.

⁴ Laboratorio de Investigación en Diseños Experimentales, Epidemiológicos y Clínicos, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México.

⁵ Academia de Administración de Recursos Naturales, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: gabito1_23@hotmail.com (Gabriel Matías Luis).

Recibido el 23 de junio de 2019; aceptado el 14 de agosto de 2019.

Como citar este artículo:

Matías Luis G, Peña Caballero V, Reyna González W, Domínguez Díaz LR, Martínez Hernández JJ. Valor nutricional y medicinal del pulque. JONNPR. 2019;4(12):1291-303. DOI: 10.19230/jonnpr.3148

How to cite this paper:

Matías Luis G, Peña Caballero V, Reyna González W, Domínguez Díaz LR, Martínez Hernández JJ. Nutritional and medicinal value of pulque. JONNPR. 2019;4(12):1291-303. DOI: 10.19230/jonnpr.3148



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

La revista no cobra tasas por el envío de trabajos, ni tampoco cuotas por la publicación de sus artículos.

Resumen

Introducción. El pulque es el producto de la fermentación del aguamiel de ciertas variedades de *Agave* con una graduación final de alcohol que va de 4 a 6 % vol. Tiene un alto contenido de proteínas, por lo que se le ha acuñado la frase popular “solo le falta un grado para ser carne”. Su contenido de carbohidratos le aporta un sabor especial y su alta concentración de bacterias probióticas le proporcionan características medicinales.

Objetivo. Identificar, compilar y difundir las propiedades nutricionales y medicinales del pulque: una bebida representativa de la historia prehispánica de México.



Materiales y métodos. Se realizó un estudio transversal y descriptivo acerca de los microorganismos probióticos, contenido de proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales que se han encontrado así como los usos que se le dan al pulque para tratar algunas enfermedades y de alimentos que se preparan a partir de él. La información recopilada se organizó en secciones y se agrupó de acuerdo a su contenido en historia del pulque, la diversidad microbiana asociada con él de la cual se describen los principales microorganismos probióticos, sus propiedades medicinales, propiedades nutricionales las cuales se describen de acuerdo con su contenido de hidratos de carbono, aminoácidos y proteínas, vitaminas, enzimas y minerales.

Conclusiones. La cultura popular atribuye efectos positivos a la ingesta de pulque y sus derivados debido a su contenido de proteínas y carbohidratos. Sin embargo, como bebidas, el pulque y el aguamiel no pueden ser considerados productos probióticos por su contenido de alcohol.

Palabras clave

Agave salmiana; aguamiel; pulque; probiótico

Abstract

Introduction. The pulque is the product of the fermentation of the mead of certain varieties of *Agave* with a final alcohol graduation ranging from 4 to 6. It has a high protein content, for which reason the popular phrase has been coined "it only lacks a degree to be meat". Its carbohydrate content gives it a special flavor and its high concentration of probiotic bacteria provide it with medicinal properties.

Objective. Identify, compile and disseminate the nutritional and medicinal properties of pulque: a drink representative of the prehispanic history of Mexico.

Materials and methods. A cross-sectional and descriptive study was carried out on the probiotic microorganisms, protein content, carbohydrates, vitamins and minerals that have been found as well as the uses that are given to pulque to treat some diseases and foods that are prepared from him. The information collected was organized into sections and grouped according to their content in pulque history, the microbial diversity associated with it, of which the main probiotic microorganisms are described, their medicinal properties, nutritional properties which are described according to their content of carbohydrates, amino acids and proteins, vitamins, enzymes and minerals.

Conclusions. Popular culture attributes positive effects to the intake of pulque and its derivatives due to its protein and carbohydrate content. However, as beverages, pulque and mead can not be considered probiotic products because of their alcohol content.

Keywords

Agave salmiana; mead; pulque; probiotic



Introducción

Las plantas del género *Agave* constituyen una población originaria de México. De las más de 285 especies conocidas en el mundo, alrededor de 200 son endémicas de este país; se trata de plantas con roseta y pencas con espinas rectas o curvas en la punta, que desde siempre han tenido una relación muy estrecha con el desarrollo económico, social y cultural de México ya que los productos que se obtienen de ellas han estado presentes en la vida cotidiana de las personas. Uno de los múltiples productos derivados del maguey (*Agave*) son las bebidas alcohólicas obtenidas por destilación de los mostos (bagazo) previamente cocidos y macerados; otro, lo constituyen las bebidas alcohólicas fermentadas del aguamiel (líquido crudo) obtenida directamente de la síntesis de azúcares dentro de la planta. La historia nos recuerda que las fermentadas fueron las primeras bebidas alcohólicas consumidas por los seres humanos y el pulque representó, quizá, la primera de ellas consumida en México. El pulque es el producto de la fermentación del aguamiel de ciertas variedades de *Agave* con una graduación final de alcohol que va de 4 a 6 % vol. Tiene un alto contenido de proteínas, por lo que se le ha acuñado la frase popular “solo le falta un grado para ser carne”. Su contenido de carbohidratos le proporciona un sabor especial entre ácido y dulce y su alta concentración de bacterias probióticas le proporcionan rasgos que caen dentro de la clasificación de medicinales. Además, nuevas variantes, al agregarle extractos de frutos, cereales y plantas aromáticas contribuyen a la creación de características que le dan un nuevo cuerpo, sabor y aroma al pulque natural.

Historia del pulque

El pulque era un elemento esencial en la vida ritual y se utilizaba como bebida en las ceremonias o como ofrenda. Se consumía en ciertas celebraciones y fuera de éstas solo se permitía ingerirla a los ancianos ⁽¹⁾.

Después de la Conquista, el maguey continuó cultivándose y sus múltiples productos se siguieron aprovechando, al desaparecer las restricciones que prohibían su consumo la ingesta de pulque se generalizó entre toda la población y a finales del siglo XIX surgió una gran industria pulquera la cual vivió su mayor esplendor durante el Porfiriato con la aparición del ferrocarril y la consolidación de las haciendas ⁽²⁾.

En su obra, Motolinía narra aspectos históricos y costumbristas de los indios de México, y respecto del pulque escribe: Cocido este licor (el aguamiel) en tinajas como se cuece el vino, y echándole unas raíces que los indios llaman *odian*, que quiere decir medicina o



adobo del vino, hácese un vino tan fuerte, que a los que beben en cantidad embeoda reciamente... Tiene este vino mal olor, y por el aliento de los que beben mucho de él; y en verdad, bebido templadamente es saludable y de mucha fuerza. Todas las medicinas que se han de beber se dan a los enfermos con este vino; puesto en su taza o copa echan sobre él la medicina que aplican para la cura y salud del enfermo ⁽³⁾.

En su famosa obra Historia general de las cosas de la Nueva España, Bernardino de Sahagún anota: El maguey de esta tierra, especialmente el que llaman *tlacameti*, es muy medicinal por razón de la miel que de él sacan, la cual hecha *pulcre*, se mezcla con muchas medicinas para tomarlas por la boca. También este *pulcre* es bueno, especialmente para los que han recaído de alguna enfermedad, bebiéndolo mezclado con una vaina de ají y con pepitas de calabaza, todo molido y mezclado, bebiéndolo dos o tres veces, y después tomar el baño, así sana ⁽⁴⁾.

El nombre de pulque entre los mexicanos era *iztacotli*, vino blanco. Cuando se maleaba o corrompía, entonces era *octli poliuhqui* y, como fácilmente se descompone o corrompe, pues sólo dura potable de veinticuatro a treinta y seis horas, los que lo elaboraban, expedían o bebían, han de haber pronunciado muy a menudo la palabra *poliuhqui* cuando observaban su frecuente descomposición; y los españoles, al oír tal palabra, han de haber creído que con ella se expresaba el nombre de la bebida, y no su mala calidad, y alterando el vocablo formaron el barbarismo *pulque* ⁽⁴⁾.

El pulque es el aguamiel fermentado ⁽⁵⁾; del náhuatl *octli*, es una de las bebidas embriagantes más importantes originaria de México. El pulque es probablemente la bebida más antigua y tradicional de México ⁽⁶⁾. Es una bebida alcohólica, blanca ⁽⁷⁾, ligeramente ácida y viscosa que se obtiene por fermentación de la savia azucarada o aguamiel de varias especies de *Agave*, principalmente *A. salmiana*, *A. atrovirens*, *A. mapisaga* ⁽⁸⁾ y *A. ferox* ⁽⁷⁾ que crecen en las zonas semiáridas y templadas del altiplano mexicano, en donde se produce y consume regularmente ⁽⁸⁾.

El proceso de fermentación presenta particularidades regionales o étnicas ⁽⁹⁾. En general consta de tres etapas en las cuales se ha identificado una gran variedad de bacterias:

El proceso inicia en el maguey, donde se encuentran microorganismos autóctonos como levaduras, bacterias lácticas, bacterias productoras de etanol y bacterias productoras de exopolisacáridos ⁽¹⁰⁾ (compuestos de alto peso molecular formados por subunidades repetitivas de homo y heteroglucanos) ⁽¹¹⁾; estos microorganismos transforman de manera natural parte de los azúcares disponibles en aguamiel. Sin embargo, el proceso se acelera por la adición de un inóculo iniciador llamado semilla (una porción de pulque previamente producido). El tiempo de



fermentación puede durar de 12 a 48 horas a 25° C, cuidando que los recipientes no tengan sustancias que inhiban el crecimiento de microorganismos mesofílicos. A medida que pasa el tiempo se presentan cambios importantes como un incremento en el porcentaje de etanol y formación de exopolisacáridos como β -glucanos y dextranos que generan un incremento en la viscosidad ⁽¹²⁾.

El producto terminado es una bebida alcohólica con propiedades probióticas. Esta característica fue documentada desde épocas prehispánicas: «El enema a base de pulque más antiguo conocido en Mesoamérica procede de Xochipala, Guerrero, México, data de 1200 a 900 a.C., aproximadamente». El uso de enemas contra enfermedades y dolencias del tracto digestivo en las culturas prehispánicas se registra por evidencias arqueológicas y por recopilaciones coloniales ^(13,14). Actualmente se conoce el efecto benéfico de ciertos grupos microbianos sobre el sistema digestivo de humanos y animales.

Diversidad microbiana asociada al pulque

La diversidad microbiológica del pulque es muy alta ⁽¹⁵⁾. De ella se pueden recuperar más de 50 géneros de microorganismos diferentes dependiendo del tipo de *Agave* utilizado. La fermentación alcohólica, ácida y viscosa del aguamiel es realizada por un consorcio microbiano compuesto por levaduras, bacilos Gram positivos y cocabacilos Gram negativos, los cuales están presentes en todas las etapas del proceso. Los recuentos más bajos se encuentran en las primeras materias primas como el aguamiel y la semilla ⁽¹⁶⁾. Este resultado está asociado con las características iniciales del aguamiel que es un líquido fresco no fermentado rico en azúcares de fácil asimilación y proteínas que mantiene algunas poblaciones autóctonas en espera de las condiciones ambientales y nutricionales apropiadas para su propagación ⁽¹⁷⁾.

Al iniciarse la fermentación del aguamiel los cambios químicos que se presentan en el sustrato propician el desarrollo y sucesión de diversos grupos microbianos como sigue ⁽¹⁸⁾:

1. Bacterias productoras de ácido láctico de los géneros *Leuconostoc* y *Lactobacillus* (especies homo y heterolácticas), que incrementan la acidez de la bebida.
2. Levaduras no-*Saccharomyces*, *Saccharomyces* y bacterias (*Zymomonas mobilis* ssp. *mobilis*) que transforman los azúcares en etanol y otros metabolitos secundarios que repercuten en el perfil sensorial de la bebida.
3. Bacterias productoras de dextranos (*Leuconostoc* spp.) que confieren la viscosidad al pulque.
4. Bacterias acéticas (*Acetobacter* spp.) que junto con las bacterias ácido-lácticas acidifican la bebida.



En cada estadio del proceso de fermentación de han identificado levaduras y bacterias que persisten o reemplazan a otras especies ⁽⁶⁾:

- En aguamiel se han identificado las levaduras *Candida lusitanae* y *Kluyveromyces marxianus*, y las bacterias *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus sanfranciscensis*, *Lactobacillus* sp., *Leuconostoc citreum* y *Acetobacter orientalis*.
- En pulque las levaduras *K. marxianus* y *S. cerevisiae*, y las bacterias *Lactobacillus* sp. y *Leuconostoc lactis*.
- En la semilla las levaduras *K. marxianus*, *S. cerevisiae* y *Saccharomyces paradoxus* y las bacterias *Lactobacillus* sp.

En el pulque existe predominancia de algunos géneros: con un 98% están *Saccharomyces* sp., *Zymomonas* sp. y *Lactobacillus* sp. ⁽¹⁶⁾.

Los consorcios microbianos se encuentran frecuentemente en varias bebidas fermentadas y se considera que esta interacción es un mecanismo evolutivo que favorece a todas las poblaciones presentes en el proceso para mejorar la captación de nutrientes, eliminación de metabolitos que pueden llegar a ser tóxicos si se acumulan en la bebida y para el control de la flora microbiana alterante de la fermentación ⁽⁸⁾.

Microorganismos probióticos

El aislamiento de microorganismos con efecto probiótico ha sido reportado en otras bebidas fermentadas; Por ejemplo, se han aislado bacterias ácido lácticas productoras de bacteriocinas a partir de una bebida tradicional Búlgara denominada *Boza* ⁽¹⁹⁾; luego, de ella se recuperó un consorcio estrechamente relacionado con la producción de etanol, características organolépticas y cambios de la viscosidad asociada con bacterias ácido lácticas y levaduras ⁽¹⁷⁾. De esta manera, se sabe que *Saccharomyces cerevisiae* y bacterias ácido lácticas son las responsables de la fermentación viscosa y alcohólica de bebidas fermentadas de origen artesanal ⁽²⁰⁾.

En el pulque se identifican tres tipos de fermentación: ácida, alcohólica y viscosa; la interacción de las tres determina que se presente un incremento en los recuentos poblacionales microbianos, consumo de azúcares, proteínas, formación de etanol y algunos exopolisacáridos que le dan aspecto viscoso ⁽¹⁰⁾. De acuerdo con los grupos recuperados, las rutas metabólicas que se podrían estar llevando a cabo son Embden-Meyerhof y Entner-Doudoroff. *Saccharomyces* sp. utiliza glucólisis para la obtención de carbono y energía. El piruvato como producto final de la ruta bioquímica se convierte a etanol por la acción de la piruvato descarboxilasa y alcohol deshidrogenasa. *Lactobacillus* sp. puede utilizar la misma



ruta para completar metabolismo energético y adicionalmente sintetiza exopolisacáridos que podrían ser β -glucanos y dextranos ^(15,20,21). Por el contrario *Zymomonas* sp. emplea la ruta de Entner Doudoroff a partir de la cual también se obtiene etanol ⁽¹⁶⁾.

En el pulque, las principales poblaciones microbianas forman colonias en órdenes de 45x10⁸ UFC/ml para *Saccharomyces* sp., 41x10⁷ UFC/ml para *Zymomonas* sp y 34x10⁶ UFC/ml para *Lactobacillus* sp., que le dan a la bebida un elevado valor nutricional y los microorganismos aislados podrían tener un efecto benéfico sobre sistema digestivo al ser consumido por vía oral. Los tres grupos responsables de la transformación bioquímica del aguamiel también podrían ser los encargados de conferir el efecto probiótico a la bebida ⁽¹⁶⁾.

Propiedades medicinales del pulque

Estos consorcios microbianos ingeridos por vía oral pueden actuar a diferentes niveles. La reducción de enzimas como nitroreductasas, azoreductadas y glucoronidasas, que se han asociado con ciertos tipos de cáncer gástrico, y el efecto antimicrobiano por la producción de ácidos orgánicos, enzimas, bacteriocinas y competencia por nutrientes con los patógenos intestinales ^(22,23). Dentro de los grupos con actividad probiótica (evita el desarrollo de bacterias en el intestino y fortalece al sistema inmune) más representativos que se recuperan del pulque se destacan los géneros *Zymomonas* sp., *Lactobacillus* sp. y en algunos casos *Saccharomyces* sp. responsables de la fermentación alcohólica y los cambios de viscosidad ⁽¹⁶⁾.

Por la alta presencia de lactobacilos del pulque, que regeneran la flora gastrointestinal, se considera particularmente efectivo en el tratamiento de úlceras gastroduodenales y gastritis. Se utiliza para tratar malestares gastrointestinales y pérdida del apetito, así como ciertos padecimientos renales ^(24,25). Además, los microorganismos aislados del pulque tienen la capacidad de inhibir el crecimiento de ciertas bacterias patógenas como *Escherichia coli*, *Shigella* sp. y *Salmonella* sp. ⁽¹⁶⁾.

Todas las bebidas acuosas en exceso, producen abundancia de orina pero hay sustancias que teniendo que eliminarse por los riñones excitan su acción orgánica y producen diuresis. El aguamiel es también diurética, pero transformada en pulque, aumenta su virtud por el alcohol que la fermentación produce ⁽²⁶⁾ y las enzimas que contiene son muy eficientes en la activación del metabolismo, así también se contempla la posibilidad de que contribuya a reducir el colesterol por lo que podría ayudar a combatir problemas cardiovasculares ⁽²⁷⁾.

Su función terapéutica como vehículo y solvente alcohólico de los preparados medicinales de los antiguos nahuas también queda plasmada en algunas recetas del *Libellus de medicinalibus Indorum herbis*, mejor conocido como Códice de la Cruz-Badiano. Se receta



mezclado con astas de venado molidas como un remedio contra la ptiriasis; como medicina posterior al parto en un brebaje al que se agregaba sal, tuna, *nochtli* y *octli*, en los remedios para promover la lactación, para tratar parasitosis, inflamación de estómago, frialdad en el vientre, etcétera ⁽²⁸⁾.

En el valle del Mezquital, Hidalgo, las madres suelen destetar a sus hijos mojando su dedo meñique en tal bebida y dándoselo a chupar para acostumbrarlos. En poblados de ambas regiones, donde el agua escasea o no es potable, constituye la bebida favorita para calmar la sed, por lo que no resulta extraño que al término de la jornada diaria todos los miembros de la familia se encuentren en diversos grados de embriaguez ⁽²⁹⁾.

En las culturas prehispánicas se daba a las mujeres que estaban a punto de dar a luz para aliviar su dolores ⁽³⁰⁾ y entre los mazahuas del Estado de México las mujeres que amamantan acostumbran beberlo para incrementar la secreción de leche y mejorar su calidad ⁽²⁴⁾.

Propiedades nutricionales del pulque

Tomado con moderación, el pulque constituye un complemento alimenticio debido a su contenido de proteínas y vitaminas del Complejo B. Por ejemplo, tres porciones diarias en niños podría llegar a representar un aporte aproximado del 2.2 al 12.4% de calorías y del 0.6 al 3.2% de proteínas requeridas en la dieta cotidiana ⁽⁹⁾. Además, al agregarle ciertas cantidades de hierro, zinc y selenio, así como avena, se elevaría su valor nutricional, lo cual sería una alternativa para tratar la anemia ⁽²⁷⁾.

Hidratos de carbono

Contiene hidratos de carbono y fibra. Un vaso de curado (pulque con extracto de fruta, cereal y o hierbas aromáticas) aporta 330 calorías. El aguamiel contiene una alta cantidad de fructosa y una baja de glucosa, por lo que los carbohidratos del pulque no son contraindicados en pacientes con diabetes. Los oligofruktanos del aguamiel favorecen la digestión y ayudan a prevenir el cáncer de colon. Algunos de los microorganismos que contiene el pulque, al no ser destilado son benéficos para la salud, de ahí que se les conozca como probióticos. Si el pulque ha sido elaborado de manera confiable e higiénica, y no se consume en exceso, puede ser un buen alimento, desde su fase de aguamiel hasta su fase de curado (fermentado) de frutas ⁽³¹⁾. Debido a su preparación contiene un tipo de toxinas de origen bacteriano llamadas



endotoxinas. Si lo tomas solo, como pulque puro y no de sabor, baja hasta 80 calorías su contenido.

El aguamiel presenta mayor cantidad de azúcares (25 g/l) que el pulque (4.76 g/l) lo que demuestra que el aguamiel es un sustrato nutricionalmente enriquecido que favorece el crecimiento de poblaciones microbianas; las cuales utilizan los compuestos presentes como fuente de carbono y energía para la producción de nuevas células, acompañado de la formación de productos de la fermentación ⁽¹⁶⁾.

Aminoácidos y proteínas

El contenido de proteína disminuye cuando aumenta el tiempo de fermentación; el aguamiel puede contener hasta 3.7 g/l de proteína total, sin embargo, no llega a ser consumido en su totalidad; es por esto que el pulque al final del proceso tiene un ligero sabor dulce, menor contenido de proteína y menor concentración de etanol. En un pulque de 48 horas de fermentación el contenido de etanol es de 10.35 % (v/v) y 1 g/l de proteína ⁽¹⁶⁾.

El pulque actúa como suplemento alimenticio ya que contiene nitrógeno amínico y puede reemplazar la falta de aminoácidos como el triptófano y la tirosina. Contiene una alta cantidad de triptófano ⁽⁹⁾, aminoácido necesario para el crecimiento normal en los bebés, el balance de nitrógeno en los adultos y para el desarrollo cerebral dado que es un antecedente químico de varias neurohormonas.

Vitaminas, enzimas y minerales

Diversos estudios sugieren que las poblaciones entre las que se habitúa el consumo de pulque registran niveles más bajos de desnutrición.

La riqueza nutricional del pulque se debe, entre otras cualidades, a que por cada 100 gramos contiene: 4.60 mg de Vitamina C y 0.29 mg de vitamina B2. Además de tener un alto contenido de aminoácidos, enzimas y minerales ⁽³⁰⁾ contiene hierro, fósforo, tiamina, riboflavina, calcio y niacina y no contiene grasa ni colesterol ⁽³²⁾.

De acuerdo con el Catálogo de propiedades nutrimentales, nutracéuticas y medicinales del *Agave pulquero* de la Secretaría de Desarrollo Rural del estado de Puebla el pulque es rico en minerales ⁽³¹⁾. La presencia moderada del pulque en la dieta materna tiene una correlación positiva con la condición del niño al nacer, probablemente por la energía o el contenido de vitamina C o de complejo B en el pulque ⁽³²⁾.



Conclusiones

El pulque fue la bebida más popular del país hasta mediados del siglo XX, su consumo disminuyó significativamente con el auge de la industria cervecera. Sin embargo, en la última década esta bebida está siendo revalorada por las nuevas generaciones y su consumo va en aumento. El aguamiel en conjunto con el pulque representan los productos de mayor valor comercial que se pueden obtener directamente del maguey pulquero sin el uso de tecnología moderna.

El aguamiel y el pulque poseen propiedades alimenticias y curativas. Con ellas se pueden preparar varios alimentos, también se pueden obtener bebidas destiladas a partir de él. Los preparados de pulque (curados) tienen valor agregado al tratarse de pulque natural mezclados con extractos de frutas, cereales o hiervas aromáticas.

Si bien, la cultura popular atribuye efectos positivos a la ingesta de pulque, Giles (2014)⁽³⁰⁾ considera que, en general como bebidas, el pulque y el aguamiel no pueden ser considerados productos probióticos por su contenido de alcohol, pero sí lo pueden ser las diversas especies de bacterias lácticas del género *Leuconostoc*. Y como menciona Galindo (2007)⁽¹⁵⁾ los microorganismos con efecto probiótico se pueden aislar y recuperar para desarrollar inoculantes benéficos que podrían ser reinoculados en otros productos derivados de la misma industria como mieles, bebidas ácidas, jarabes, jugos de frutas de sabor agradable incrementando su valor nutracéutico que todavía no ha sido estudiado. Vale la pena rescatar su consumo.

Conflicto de interés

Los autores declaramos que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente manuscrito.

Referencias

1. Vela E. El maguey. *Arqueología Mexicana*. 2014; Edición especial (57):42-65.
2. Narváez SAU, Martínez ST, Jiménez VMA. El cultivo de maguey pulquero: opción para el desarrollo de comunidades rurales del altiplano mexicano. *Revista de Geografía Agrícola*. 2016; 1 (56): 33-44
3. Guerrero-Guerrero R. El pulque, México: Joaquín Moretíz-INAH; 1985.



4. Goncalves de Lima O. El maguey y el pulque en los códigos mexicanos. México: Fondo de Cultura Económica; 1986.
5. Fournier GP y Mondragón BL. Las bebidas mexicanas. Pulque, mezcal y tesgüino. Arqueología Mexicana. 2012; 19 (114): 53-59.
6. Herrera-Solórzano M, Lappe-Oliveras P, Wachter-Rodarte C. Identificación polifásica de levaduras y bacterias ácido lácticas aisladas de aguamiel, pulque y semilla. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. 2015.
7. Peña-Álvarez A, Díaz L, Medina A, Labastida C, Capella S y Vera L. Characterization of three *Agave* species by gas chromatography and solid-phase microextraction–gas chromatography–mass spectrometry. J Chromatography. 2004; 1027:131-136.
8. Lappe-Oliveras P, Moreno-Terrazas R, Arrizón-Gaviño J, Herrera-Suárez T, García-Mendoza A y Gschaedler-Mathis A. Yeasts associated with the production of Mexican alcoholic nondistilled and distilled *Agave* beverages. FEMS Yeast Res. 2008; 8:1037-1052
9. Godoy A, Herrera T y Ulloa M. Más allá del pulque y el tepache, bebidas alcohólicas no destiladas indígenas de México. Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. 2003.
10. Escalante A, Rodríguez ME., Martínez A, López-Munguía A, Bolívar F. y Gosset G. Characterization of bacterial diversity in pulque, a tradicional Mexican alcoholic fermented beverage, as determined by 16S rDNA analysis. FEMS Microbiol Lett. 2004; 235: 273-279.
11. Renouf V, Claisse O y Lonvaud-Funel A. rpoB gene: A target for identification of LAB cocci by PCR-DGGE and melting curves analyses in real time PCR. J. Microbiol. Methods. 2006; 67:162–170.
12. Lemus-Fuentes E. Los Enemas prehispánicos como instrumentos para aplicar probióticos. Temas de Ciencias y Tecnología. 2006; 10:17-26.
13. Furst P y Coe M. Ritual enemas. Natural History. 1977; 86:88-91.
14. Chellapandian M, Larios M, Sánchez-González C y Lopez M. Production and properties of a dextransucrase from *Leuconostoc mesenteroides* IBT-PQ isolated from 'pulque', a traditional Aztec alcoholic beverage. J Ind Microbiol Biotechnol. 1988; 21:51-56.
15. Galindo R. Con apoyo Biotecnológico renace bebida milenaria. Periodistas en línea [Internet] 2007 [Consultado 13 de mayo 2019]; 102 (6). Disponible en: <http://www.periodistasenlinea.org>.



16. Cervantes-Contreras M y Pedroza-Rodríguez AM. El pulque: características microbiológicas y contenido alcohólico mediante espectroscopia Raman. NOVA- Publicación científica en Ciencias Biomédicas. 2007; 5 (8): 101-212.
17. Botes A, Svetoslav D, Johan W, Mollendorff V, Botha A y Dicks LMT. Identification of lactic acid bacteria and yeast from Boza. Process. Biochem. 2007; 42:267-270.
18. Zhisheng Y y Hongxun Z. Pretreatments of cellulose pyrolysate for ethanol production by *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia* sp. YZ-1 and *Zymomonas mobilis*. Biomass and Bioenergy. 2003; 24: 257–262.
19. Todorov SD y Dicks LMT. Screening for bacteriocinproducing lactic acid bacteria from Boza, a traditional cereal beverage from Bulgaria Comparison of the bacteriocins. Process. Biochem. 2006; 41:11-19.
20. Paramithiotis S, Gioulatos S, Tsakalidou E y Kalantzopoulos G. Interactions between *Saccharomyces cerevisiae* and lactic acid bacteria in sourdough. Process. Biochem. 2006; 41: 2429-2433.
21. Deseai KM, Akolkar SK, Badhe YO, Tambe SS y Lele SS. Optimization of fermentation media for exopolysaccharide production from *Lactobacillus plantarum* using artificial intelligence based techniques. Process Biochem. 2006; 41:1842-1848.
22. Maldonado C, Bayona M y Poutou R. Efecto antagonico de *Zymomonas mobilis* spp. frente a *Salmonella* sp. y *Proteus mirabilis*. Unv Scient. 2001; 6:17-25.
23. Fuller R. Probiotics in man and animals. J Appl. Bacteriol. 1989; 66:365-378.
24. Valadez MMJ. "Pulque limpio"/"pulque sucio": disputas en torno a la legitimidad y la producción social del valor. Instituto Colombiano de Antropología e Historia. Revista Colombiana de Antropología. 2014; 50 (2): 41-63
25. Olivier G. Los dioses ebrios del México antiguo. De la transgresión a la inmortalidad. Arqueología Mexicana. 2012; 19 (114): 26-33.
26. Sierra P. El maguey, el pulque y sus deidades. Tesis de maestría en Filosofía y Letras. Universidad Nacional Autónoma de México: 2005.
27. Tovar GLR. Pulque enriquecido, alternativa contra la desnutrición en México. Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (CIEMAD) Instituto Politécnico Nacional [Internet]. 2009 [Consultado 13 de mayo 2019]; 10(3). Disponible en:
<https://www.jornada.com.mx/2009/02/24/ciencias/a02n1cie#>
28. Afanador LMJ. Nombrar y representar: escritura y naturaleza en el Códice de la Cruz-Badiano, 1552. Fronteras de la Historia. 2011; 16(1): 13-41.



29. Fournier GP. Los hñähñü del Valle del Mezquital: maguey, pulque y alfarería. Edición 1. Escuela Nacional de Antropología e Historia. Instituto Nacional de Antropología e Historia: México, D.F.; 2007.
30. Giles GM. Detectan capacidades probióticas en microorganismos del pulque. Ciudad Universitaria. Universidad Nacional Autónoma de México [Internet] 2014 [Consultado 13 de mayo 2019]. Boletín Informativo UNAM-DGCS-691. Disponible en: http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2014_691.html
31. Jurado J. Guía nutricional de bebidas mexicanas. [Internet] 2017 [Consultado 13 de mayo 2019]. Disponible en: <https://www.esquirelat.com/estilo-de-vida/guia-nutricional-de-bebidas-mexicanas/>
32. Chávez A. Martínez H., Guarneros N., Allen L. y Pelto G. (1998). Nutrición y desarrollo psicomotor durante el primer semestre de vida. Proyecto Consumo y Función. Programa Internacional de Apoyo a la Investigación Colaborativa del Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán, México, y de la Universidad de Connecticut, Estados Unidos de América. Salud Pública de México, Vol. 40, Núm. 2.