

Producción Artesanal del Aguamiel: Una Bebida Tradicional Mexicana

Artisanal Production of Aguamiel: A Traditional Mexican Beverage

Diana B. Muñiz-Márquez, Rosa M. Rodríguez-Jasso, Raúl Rodríguez-Herrera, Juan C. Contreras-Esquivel y Cristóbal N. Aguilar-González*

Departamento de Investigación en Alimentos. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Coahuila. Blvd. Venustiano Carranza, 25280, Saltillo, Coahuila, México.

**Correo electrónico: cristobal.aguilar@uadec.edu.mx*

Resumen

México se caracteriza por poseer una gran diversidad de recursos naturales que pueden ser aprovechados para la elaboración de productos alimenticios. La planta de agave, tradicionalmente conocida como maguey (familia *Agavaceae*), resulta ser una alternativa viable para su aprovechamiento integral en la obtención de bebidas alcohólicas, fibras dietéticas y biocombustibles, entre otras aplicaciones. El aguamiel es un fluido (savia) producido por algunos tipos Agaves, está compuesto principalmente por una alta cantidad de azúcares fermentables y es particularmente utilizado para la elaboración artesanal del pulque, una bebida alcohólica de tradición milenaria en el país. Actualmente, el proceso de extracción del aguamiel se realiza bajo procedimientos convencionales en comunidades rurales de México debido a que la explotación de este rico recurso alimenticio ha sido casi nulo, aunado a la poca distribución y al bajo precio de venta en el mercado. Por lo cual es necesario la investigación en el estudio del proceso de recuperación del aguamiel para el desarrollo de nuevas alternativas de uso de esta savia, así como de otros subproductos obtenidos del Agave.

Palabras clave: *Agave, aguamiel, savia, México.*

Abstract

Mexico is characterized by a great diversity of natural resources that can be exploited for the production of food products. The Agave plant, traditionally known as maguey (family *Agavaceae*) proves to be a viable option for the integrated use in the production of alcoholic beverages, dietary fibers and biofuels, among others applications. Aguamiel is a fluid (sap) produced by some types agaves, is mainly composed of a high amount of fermentable sugars and is particularly used for the artisanal elaboration of pulque, an alcoholic beverage of ancient tradition in the country. Currently, the extraction process of aguamiel is carried out under conventional methods in rural communities in Mexico because the exploitation of this has been low, also, their limited distribution and the low price are some disadvantages. This investigation is focused in the study of recovery process of aguamiel for the development of new alternatives of their use and also other sub-products obtaining from Agave.

Key words: *Agave, aguamiel, sap, Mexico.*

INTRODUCCIÓN

En México, desde la época prehispánica, diversos recursos naturales han sido empleados para diferentes fines dentro de los cuales, la formulación de alimentos y bebidas juega un papel sumamente importante debido al incremento de la población. De las diversas fuentes naturales con gran potencial de aplicaciones industriales se encuentra el maguey pulquero también conocido como Agave, que es una planta que pertenece a la familia *Agavaceae* y de la cual se derivan una serie de subproductos tales como el tequila, mezcal, jarabes fructosados, aguamiel, pulque, bagazos empleados

como fibra dietética o para la elaboración de artesanías típicas mexicanas (López y Mancilla, 2007). Sin embargo, de todos estos subproductos, hasta ahora el aguamiel ha sido uno de los menos aprovechados tecnológicamente hablando, ya que el principal uso que se le ha dado es para la elaboración de pulque, una bebida alcohólica tradicional mexicana que resulta del fermento de este líquido que emana de la capación central del maguey adulto (Sánchez y Hope, 1953; Estrada y col., 2001; Cervantes, 2008; Valadez y col., 2012).

Actualmente, el aguamiel y el pulque (su principal producto) han perdido su importancia en el mercado, probablemente debido a la incursión de bebidas con mayor distribución comercial como la cerveza, la cual representa más del 54 % del consumo de etanol total, aunado con la amplia diversidad de bebidas alcohólicas en el mundo (Ortiz y col., 2008; Ortiz y col., 2009). Por lo tanto la comercialización del aguamiel y el pulque no ha ganado un interés particular ni en México y ni en otras regiones del mundo. La explotación del aguamiel puede basarse en la amplia gama de compuestos nutraceuticos que contienen tales como carbohidratos, especialmente oligosacáridos que funcionan como prebióticos y antioxidantes naturales, los cuales pueden ser utilizados en la industria alimenticia, farmacéutica y de la fermentación. Por lo cual es necesario buscar alternativas viables para un aprovechamiento integral de las plantas endémicas mexicanas como el Agave, así como de sus residuos naturales y/o subproductos y de esa manera contribuir a mejorar la economía del país (García y col., 2010). La realización de la presente revisión, hace especial énfasis en las posibles perspectivas industriales que podría tener el aguamiel en la formulación de alimentos funcionales, suplementos alimenticios o bebidas nutricionales.

EL GÉNERO AGAVE

En las áreas semidesérticas de México existe una gran diversidad de plantas que pertenecen a la familia *Agavaceae*, siendo el Agave el género más explotado e importante desde el punto de vista comercial, ya que ha logrado tener un amplio rango de aplicaciones en el desarrollo cultural y

biotecnológico en donde se destacan propósitos alimentarios, religiosos, textiles, de construcción y ornamentales (Narváez y Sánchez, 2009) (Cuadro 1). La palabra “Agave” fue usada por Charles Linneo en 1753 para caracterizar a este género por su habilidad para desarrollarse bajo condiciones extremadamente secas, pero también pueden encontrarse en otros ecosistemas con elevada humedad (López y Mancilla, 2007; Ortiz y col., 2009). En México existen alrededor de 135 especies de Agave lo que corresponde al 75 % de este tipo de vegetación (Narváez y Sánchez, 2009) siendo las especies más importantes el *A. tequilana*, para la producción de tequila, *A. salmiana*, *A. angustifolia*, *A. americana* y algunas otras especies que son cultivadas comercialmente para la producción del mezcal (De León y col. 2006; Escamilla, 2012).

Las plantas de agave se caracterizan por ser monocotiledóneas y monocárpicas (Ortiz y col. 2009), algunas tales como *A. atrovirens* y *A. salmiana* tienen hojas gruesas y carnosas en forma de roseta que miden de 2-2.5 m de largo × 30-40 cm de ancho de color grisáceo o verde amarillento en algunas ocasiones suelen tener bordes lisos o con dientes (Figura 1a). Las flores están en forma de racimo son de color amarillo cuando están en su etapa de madurez y se encuentran en un tallo denominado escapo central o qurote que mide aproximadamente 2 m de altura (Figura 1b-c) (Narváez y Sánchez, 2009; González y col., 2012). Otra característica importante de estas plantas es lo reportando por Alanís y González (2011) quienes indicaron que el qurote y su floración son indicativo de que la planta morirá irremediamente debido a que la floración se da sólo una vez durante el período de vida del maguey.

Cuadro 1. Antecedentes sobre los principales usos socioeconómicos de diferentes especies de Agave.

Especie de Agave	Principales usos	Referencia bibliográfica
<i>A. salmiana</i> , <i>A. mapisaga</i> , <i>A. atrovirens</i> , <i>A. ferox</i> y <i>A. scabra</i>	Aguamiel, pulque y miel	Narváez y Sánchez, 2009; Alanís y González, 2011.
<i>A. tequilana</i> Weber var. Azul	Tequila	Bautista y col., 2001; Narváez y Sánchez, 2009.
<i>A. salmiana</i> , <i>A. angustifolia</i> y <i>A. potatorum</i>	Mezcal	De León y col., 2006.
<i>A. lechuguilla</i>	Fibras (lechuguillas) y fuente de saponinas	Alanís y González, 2011.
Otras especies	Gusanos de maguey Biocombustibles Alimentos Tejeduría Saborizantes Conservación de suelos Usos ornamentales	Ortiz y col., 2009; García y col., 2011; Escamilla y col., 2012.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ESTADÍSTICA

En el territorio mexicano las especies de Agave endémico son cultivadas en los estados de Chihuahua, Sonora, Coahuila, Durango, San Luis Potosí, Jalisco y Oaxaca (Figura 2a), siendo en algunos casos las plantas de Agave predominantes o exclusivas de estas zonas geográficas (López y Mancilla, 2007; Verástegui y col., 2008). Bautista y col. (2001) mencionaron que en una hectárea de cultivo se reproducen aproximadamente de 2,500-2,800 plantas, las cuales alcanzan su madurez en un período de 6-10 años dependiendo de las condiciones medioambientales.

Por otra parte, de acuerdo a las estadísticas proporcionadas por el Sistema de Información Agropecuaria de Consulta

(SIACON) el estado de San Luis Potosí registró más de 3,900 t de maguey mezcalero en el período de 1994-2003. Estos datos se corroboran con lo establecido por la FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations) en donde a nivel nacional se registran alrededor de 10,000 t en el año 2000. Sin embargo, en el período del 2004-2012 existió una drástica disminución en la producción anual de Agave (Figura 2b) provocado principalmente por el desinterés y pérdida de agricultores especializados en este cultivo debido a la baja ganancia económica obtenida de los principales productos de venta en el mercado (artesanías típicas mexicanas) por ejemplo, aunado con el bajo valor socioeconómico de sus subproductos (aguamiel y pulque) (Islas y col., 2005).

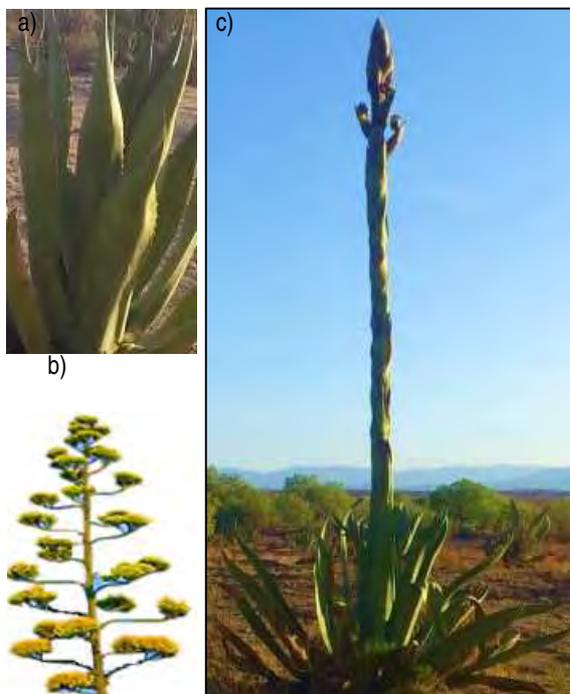


Figura 1. Morfología de la planta de Agave (*A. salmiana*). a) Hoja, b) Flor y c) Agave.

IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA DEL AGAVE Y SUBPRODUCTOS

La importancia del uso de plantas de Agave se remonta en la época prehispánica cuando los pueblos indígenas de las regiones centrales y norteañas del país vieron a estas plantas como una fuente de materia prima para la elaboración de una gran cantidad de productos alimentarios entre los que se encuentran el mezcal, tequila, sotol, gusanos blancos y rojos, recientemente el pulque obtenido sirve para la elaboración de pan de pulque en regiones norteañas del país, también tienen aplicaciones agrícolas y de forraje empleándose como abono orgánico (García y col., 2010).

Las plantas del género Agave, específicamente los magueyes, representan uno de los recursos naturales más importantes desde el punto de vista económico, cultural y social en el continente mexicano, debido a que de ellas se puede obtener una enorme variedad de subproductos y residuos que pueden ser empleados en la industria de la fermentación para la producción de compuestos de interés alimentario como materiales lignocelulósicos. Por otra parte, Escamilla (2012) informó acerca del beneficio ecológico de las plantaciones de este cultivo para la conservación de los suelos.

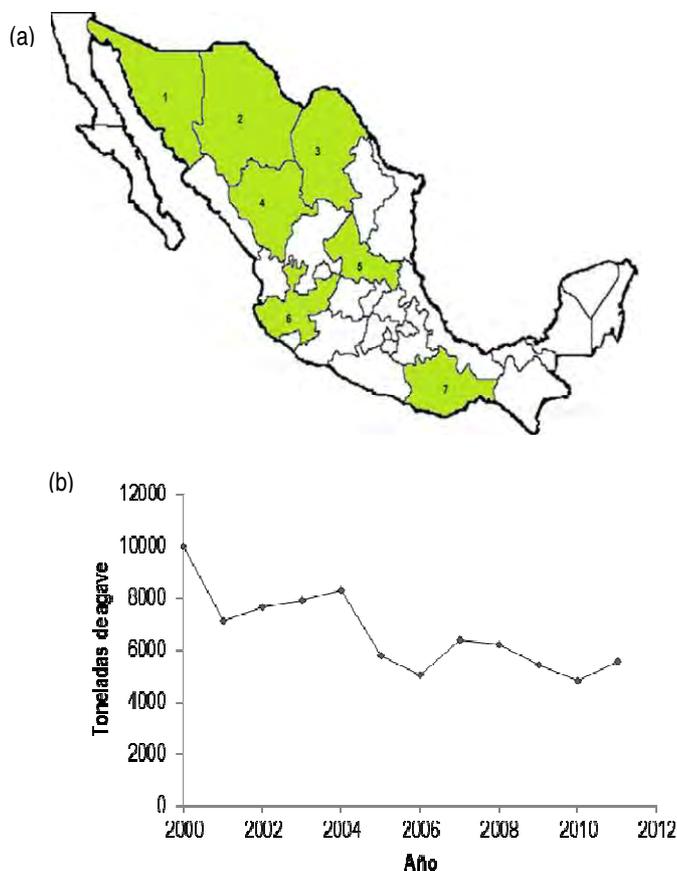


Figura 2. a) Principales estados en México productores de plantas de Agave 1. Sonora, 2. Chihuahua, 3. Coahuila, 4. Durango, 5. San Luis Potosí, 6. Jalisco y 7. Oaxaca. b) Toneladas de Agave producidas en México durante el período de 2000-2012.

AGUAMIEL

El aguamiel o jugo de agave es la savia de color amarillento y de olor herbáceo que se obtiene al hacer la capación del maguey maduro, es decir, el corte de las hojas tiernas centrales antes del desarrollo del escapo central, posteriormente se raspa el centro del maguey, seguido del corte de las hojas para formar una cavidad de 20-30 cm de profundidad la cual servirá para el almacenamiento de aproximadamente 1,500 L de aguamiel durante un período de 3-6 meses que son exudados del tejido del tallo del maguey (Figura 3 y 4) (Alanís y González, 2011; Tovar y col., 2008).

En México, el aguamiel es tradicionalmente empleado para la manufactura del pulque que es una bebida alcohólica ancestral; sin embargo, actualmente la producción de ambas bebidas no es rentable debido a diferentes factores entre los que se destacan los siguientes:

(a) Desde la década de 1960 surgió una disminución en la demanda de pulque debido a un crecimiento del consumo de cerveza.

(b) Los bajos precios del pulque (0.26-0.43 dólar/L) no han generado una relevante ganancia económica para los agricultores.

(c) Los cultivos de maguey han sido utilizados para otros fines, entre los cuales está la preparación de platos tradicionales, la búsqueda de insectos comestibles exóticos, la producción de tequila o mezcal y el aprovechamiento algunas fibras (Islas y col., 2005).

Es indispensable fomentar la cultura y el uso racional de esta especie de planta endémica mexicana para la producción continua de aguamiel y/o pulque con la finalidad de incrementar su valor comercial y posible escalamiento a nivel industrial (Ortiz y col., 2008).

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AGUAMIEL

En la actualidad, son pocos los estudios de la caracterización química de este subproducto del Agave, causando una limitación para proponer las posibles opciones de empleo para fines alimentarios, nutraceuticos o medicinales. Según

lo reportado por algunos autores el aguamiel es una bebida de sabor dulce, ácida o ligeramente alcalina rica en proteínas y carbohidratos como fructosa, glucosa y sacarosa por lo cual este producto natural resultaría ser un buen candidato para ser empleado en la industria de la fermentación (Flores y col., 2008).



Figura 3. Fotografías del proceso de obtención del aguamiel en comunidades rurales de México. a) Planta de Agave adulto, b) Capación del Agave, c) Acumulación del aguamiel, d) Cavidad protegida con piedra para evitar contaminación del aguamiel d) Muerte del Agave después de la recolección final del aguamiel.

En el siguiente cuadro se muestra un estudio realizado por Flores y col. (2008) acerca de la composición química de aguamiel extraído de diversas variedades de magueyes pulqueros (*A. salmiana*, *A. duranguensis* y *A. americana*) comúnmente nombrados maguey manzo, cenizo y amarillo respectivamente (Cuadro 2). Se aprecia que el aguamiel está constituido principalmente por proteínas y azúcares y que a pesar de que son diferentes variedades, la composición fisicoquímica no varía drásticamente. Esto puede deberse posiblemente a que la función de esta savia en la planta es la misma, independientemente de la variedad del maguey.

IMPORTANCIA DEL AGUAMIEL EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

La importancia de la producción de aguamiel (Figura 5a) radica en las distintas aplicaciones industriales diferentes al uso tradicional de la elaboración de pulque (Figura 5b), tales como, la fabricación de jarabes fructosados, azúcares que sirvan como edulcorantes naturales para pacientes diabéticos, miel de maguey (Figura 5c), entre otros (Zuria y Gates, 2006; Domínguez y col., 2008). Además se ha reportado el empleo del pulque para elaborar el famoso y tradicional “pan

de pulque” producido en el estado de Coahuila (Alanís y González, 2011).

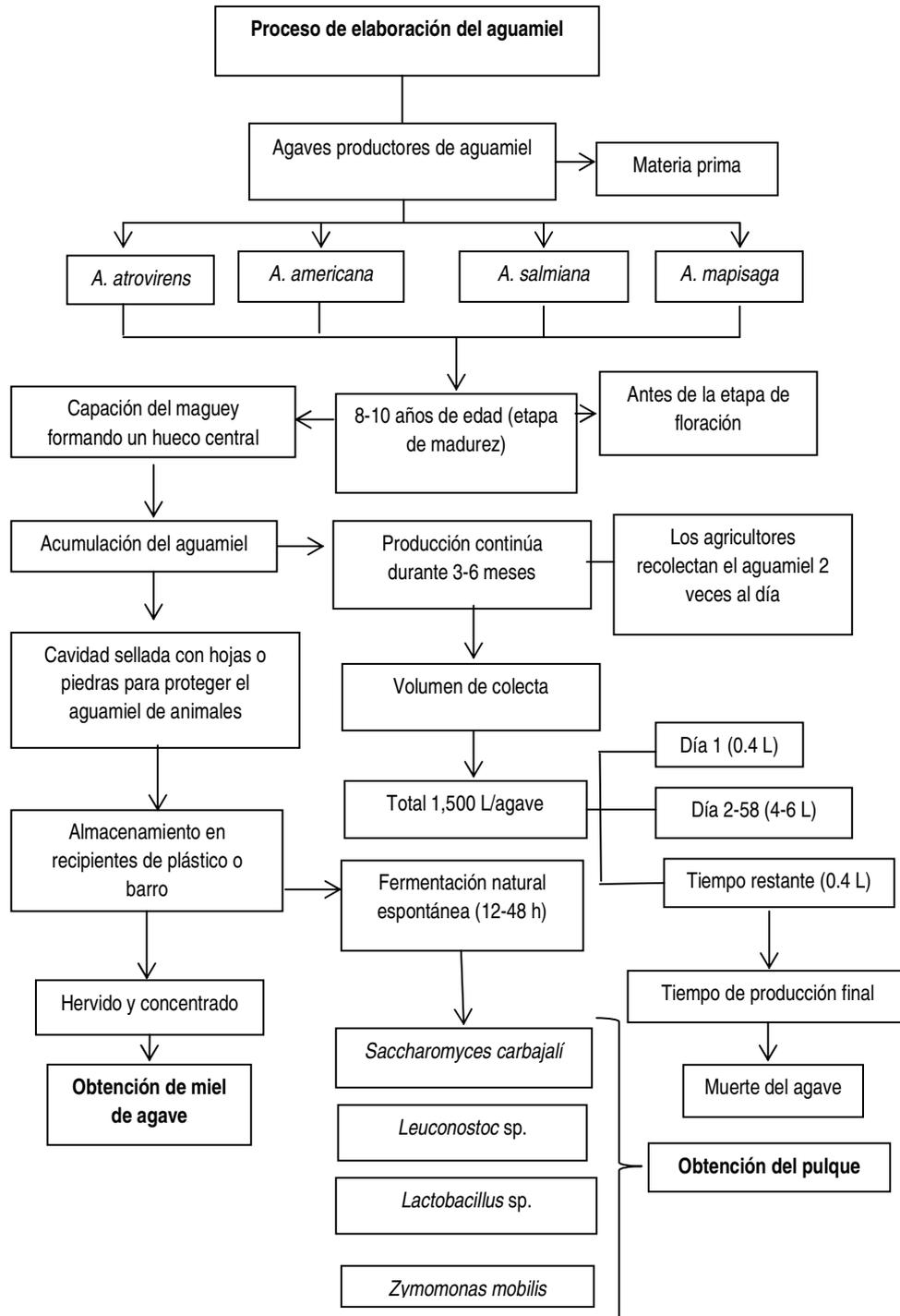


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de elaboración artesanal del aguamiel.

Cuadro 2. Composición fisicoquímica de aguamiel extraído de tres variedades de maguey pulquero.

	Variedades de maguey		
	Manzo	Cenizo	Amarillo
Densidad (g/L)	1.29	1.26	1.23
pH	6.30	6.40	6.60
Índice de refracción	1.35	1.35	1.36
Sólidos solubles (°Brix)	11.44	11.01	12.67
Acidez (%)	1.65	1.41	1.47
Humedad (%)	87.00	87.90	86.00
Proteínas (g/L)	3.41	3.11	2.49
Cenizas (g)	0.53	0.41	0.48
Azúcares reductores (g/L)	1.63	1.97	1.06
Glucosa (mg/L)	2.31	2.31	2.50
Fructosa (mg/L)	4.70	4.92	4.50

Fuente: Flores y col., 2008.

Valadez y col. (2012), mencionaron que el aguamiel es rico en carbohidratos como sacarosa, fructosa, glucosa, por lo que puede ser usado para la obtención de polisacáridos, fructanos de agave o jarabes de alta fructosa. Estos últimos han ganado una particular atención como aditivos alimenticios debido a que proporcionan efectos benéficos a la salud, ya que estimulan la absorción de calcio en la postmenopausia de la mujer, incrementan la absorción de hierro en los niños, ayudan en la prevención del cáncer de colon y disminuyen el índice glucémico siempre y cuando se haga un consumo moderado de estos jarabes (García y col., 2009; Willems y Low, 2012). El aguamiel también puede ser aplicado en la elaboración de biocombustibles o compuestos de Maillard.

Por otro lado, González y col. (2012) reportaron que los Agaves contienen en su composición muchos fructanos de tipo inulina, los cuales son azúcares no tóxicos, de bajo valor calórico y que por lo tanto tienen potencial para utilizarse en el desarrollo de nuevos alimentos funcionales. También, los desechos del agave son una rica fuente de fibras para la fabricación de papel o para la producción de fertilizantes (Narváez y Sánchez, 2009), así como para la obtención de complementos alimenticios como vitaminas. Por lo tanto, existen innumerables vías de explotación económica del aguamiel con el propósito de obtener un aprovechamiento tecnológico-alimentario tanto de las plantas de Agave como de sus subproductos (Verástegui y col., 2008).



Figura 5. Principales subproductos derivados del aguamiel (a), pulque (b) y miel de Agave (c).

CONCLUSIONES

Con el propósito de mantener el cultivo de Agaves en México el Gobierno de México ha impulsado proyectos de investigación para la generación de nuevos productos de alto valor agregado, lo cual es una alternativa prometedora para la resolución de muchos problemas que ocurren a nivel industrial como el actual uso de aditivos o ingredientes alimentarios sintéticos. Por lo tanto, el aprovechamiento de residuos de agave o subproductos resultan ser recursos estratégicos para la producción de alimentos y bebidas funcionales que no han sido sumamente explotados y que en muchas ocasiones son fáciles y económicos de obtener como es el caso del aguamiel.

AGRADECIMIENTOS

D. B. Muñiz-Márquez agrade al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico proporcionado en forma de beca (No. 247493) para estudiantes de Doctorado en Ciencia y Tecnología de Alimentos-UAdeC.

REFERENCIAS

- Alanís, G. J. y M. González. 2011. Formas de uso de los magueyes (*Agave* spp.) en Nuevo León, México. *RESPYN*. **5**: 287-299.
- Bautista, M., L. García, R. Salcedo y L. A. Parra. 2001. Azucares en agaves (agave tequilana weber) cultivados en el estado de Guanajuato. *Acta Univ*. **11**: 33-38.
- Cervantes, M. 2008. Caracterización microbiológica del pulque y cuantificación de su contenido de etanol mediante espectroscopia Raman. *Superficies y Vacío*. **203**: 1-5.
- De León, A., L. González, A. P. Barba, P. Escalante y M. G. López. 2006. Characterization of volatile compounds of mezcal, an ethnic alcoholic beverage obtain from *Agave salmiana*. *J. Agr. Food Chem*. **54**: 1337-1341.
- Domínguez, M. S., M. L. González, C. Rosales, C. Quiñones, S. Delgadillo, S. J. Mireles y E. Pérez. 2008. El cultivo *in vitro* como herramienta para el aprovechamiento, mejoramiento, y conservación de especies del género *Agave*. *Investigación y Ciencia de la UAA*. **41**: 53-62.
- Escamilla, L. L. 2012. Potential of Plants from the Genus *Agave* as Bioenergy Crops. *Bioenergy Research*. **5**: 1-9.
- Estrada, A. R., A. E. Cruz, P. Lappe, M. Ulloa, M. García y L. Gómez. 2001. Isolation and identification of killer yeasts from *Agave* sap (aguamiel) and pulque. *World J. Microbiol. Biotechnol*. **17**: 557-560.
- Flores A., R. Mora y L. Romero. 2008. Evaluación fisicoquímica del aguamiel de tres variedades de maguey pulquero (*Agave* spp.). *RESPYN*. **8**.
- García, E. J., S. J. Méndez y D. Talavera. 2010. El género *Agave* SPP. en México: principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica. *RESPYN*. **5**: 109-129.
- García, M. J., H. Jiménez, J. L. Navarrete, R. Rico, R. Miranda y J. E. Botello. 2011. Kinetic study of the thermal hydrolysis of *Agave salmiana* for mezcal production. *J. Agr. Food Chem*. **59**: 7333-7340.
- García, M., V. A. Sáenz, M. A. Rodríguez, F. J. Vicente, E. Botello, H. Jiménez, M. Cárdenas, R. Rico y J. L. Navarrete. 2009. Strategy for Biotechnological Process Design Applied to the enzymatic hydrolysis of Agave Fructo-oligosaccharides to obtain fructose-rich syrups. *J. Agr. Food Chem*. **57**: 10205-10210.
- González, L., M. E. Jaramillo, A. Bernardino y R. Mora. 2012. Influence of the harvest age on fructan content and fructosyltransferase activity in *Agave atrovirens* karw pine. *International J. Plant Physiol. Biochem*. **4**: 110-119.
- Islas, M. A., R. Sanjuan, A. I. Rodríguez y N. Chavarría. 2005. Monoxenic production of the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* using culture media containing agave juice (aguamiel) from Mexican maguey-pulquero (*Agave* spp). Effects of the contents of nitrogen, carbohydrates and fat on infective juvenile production. *Appl. Microbial. Cell Physiol*. **68**: 91-97.
- López, M. G. y N. A. Mancilla. 2007. The nature of fructooligosaccharides in Agave plants. *Recent Advances in Fructooligosaccharides Research*. **2**: 47-67.
- Narváez, J. A. y L. F. Sánchez. 2009. Agaves as a Raw Material: Recent Technologies and Applications. *Recent Pat. Biotechnol*. **3**: 185-191.
- Ortiz, R. I., G. Pourcelly, T. Doco, P. Williams, M. Dornier y M. P. Belleville. 2008. Analysis of the main components of the Aguamiel produced by the Maguey-pulquero (*Agave mapisaga*) throughout the harvest period. *J. Agr. Food Chem*. **56**: 3682-3687.
- Ortiz, R. I., P. Williams, M. P. Belleville y T. Doco. 2009. Presence of rhamnogalacturonan II in the juices produced by enzymatic liquefaction of Agave pulquero stem (*Agave mapisaga*). *Carbohydr. Polym*. **77**: 870-875.
- Sánchez, A. y P. H. Hope. 1953. Fermentation and chemical composition studies of some species. *J. Agr. Food Chem*. **1**: 246-249.
- Tovar, L. R., M. Olivos y M. E. Gutiérrez. 2008. *Pulque*, an alcoholic drink from rural Mexico, contains phytase. Its *in vitro* effects on corn tortilla. *Plant Food Hum Nutr*. **63**: 189-194.
- Valadez, R., G. Bravo, N. F. Santos, S. I. Velasco y T. J. Montville. 2012. The Artesanal Production of Pulque, a traditional Beverage of the Mexican Highlands. *Probiotics Antimicrob. Proteins*. **4**: 140-144.
- Verástegui, A., A. Verde, S. García, N. Heredia, A. Oranday y C. Rivas. 2008. Species of *Agave* with antimicrobial activity against selected pathogenic bacteria and fungi. *World J. Microb. Biot*. **24**: 1249-1252.
- Willems, J. L. y N. H. Low. 2012. Major Carbohydrate, Polyol, and Oligosaccharide Profiles of Agave Syrup. Application of this Data to Authenticity Analysis. *J. Agr. Food Chem*. **60**: 8745-8754.
- Zuria, I. y J. E. Gates. 2006. Vegetated Field Margins in Mexico: Their history, structure and function, and management. *Human Ecol*. **34**: 53-77.