

## **FERMENTACIÓN ARTESANAL DE MIEL DE ABEJAS CON MICROORGANISMOS NATIVOS DE MAÍZ (ZEA MAYS)**

*(Artisanal fermentation of honey with native microorganisms of corn (Zea mays))*

**Leticia Góngora-Ovando, Ana Laura Luna-Jiménez, Nicolás González-Cortés y Román Jiménez-Vera**

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica Multidisciplinaria de los Ríos. Carretera Tenosique-Estapilla, km 1, Tenosique, Tabasco, México. C. P. 86901. Teléfono: +521 934 342 2110. Correo electrónico: [roman.jimenez@ujat.mx](mailto:roman.jimenez@ujat.mx).

Recibido: 01-11-18      Aprobado: 15-11-18

### **RESUMEN**

La calidad de la miel en el sureste de México se ha visto afectada por diversos factores que limitan su comercialización a mercados locales y precios bajos. El objetivo de este trabajo fue fermentar artesanalmente la miel de abejas con microorganismos nativos del maíz para obtener una cerveza hidromiel. Se evaluaron dos concentraciones iniciales de azúcares (8 y 12 °Bx). Los microorganismos fermentadores se obtuvieron por fermentación en estado sólido de granos de maíz (*Zea mays* L.). La fermentación del sustrato se realizó a temperatura ambiente (22-28 °C) durante 5 d. Se pasteurizó a 60 °C y se evaluaron tres niveles de dulzor (0, 10 y 15 %). Se analizó la producción de alcohol, los grados Brix y la aceptación sensorial. La concentración de alcohol se relacionó con la concentración de azúcares. Se obtuvo hidromiel con 10 % v/v de alcohol y 2,5 °Bx. El dulzor de 15 % fue el de mayor aceptación sensorial. La fermentación de miel de abejas a temperatura ambiente, con cepas nativas de maíz, es un proceso biotecnológico sustentable que permite obtener cerveza hidromiel con el contenido de alcohol requerido y buena aceptación sensorial.

**Palabras clave:** cerveza, hidromiel, fermentación alcohólica.

### **ABSTRACT**

The quality of honey in the southeast of Mexico has been affected by several factors that limit its marketing to local markets and low prices. The objective of this work was to traditionally ferment the honey of bees with microorganisms native to corn to obtain a mead beer. Two initial concentrations of sugars (8 and 12 ° Bx) were evaluated. The fermenting microorganisms were obtained by fermentation in the solid state of corn kernels (*Zea mays* L.). The fermentation of the substrate was carried out at room temperature (22-28 ° C) for 5 d. It was pasteurized at 60 ° C and three levels of sweetness (0, 10 and 15%) were evaluated. Alcohol production, Brix degrees and sensory acceptance were analyzed. The concentration of alcohol was related to the concentration of sugars. Mead with 10% v / v of alcohol and 2.5 ° Bx was obtained. The sweetness of 15% was the one with the highest sensory acceptance. The fermentation of honey at room temperature, with native strains of corn, is a sustainable biotechnological process that allows obtaining mead beer with the required alcohol content and good sensory acceptance.

**Keywords:** beer, mead, alcoholic fermentation.

### **INTRODUCCIÓN**

La calidad de la miel obtenida en algunas regiones del sureste de México se ha visto afectada

por diversos factores como los cultivos transgénicos (Rivera y Ortiz, 2017), la africanización de las colonias, la presencia de ácaros, precipitaciones pluviales erráticas y

huracanes (Magaña, Tavera, Salazar y Sanginés, 2016), baja producción de las colmenas (Córdova-Córdova, Ramírez-Arriaga, Martínez-Hernández y Zaldívar-Cruz, 2013), contaminación por algunas actividades forestales y agrícolas (Pérez, 2012) y cristalización (Martínez, Vivas y Quicazan 2016). La miel es un producto natural con reconocidas propiedades físicas y químicas, que contribuyen a su actividad biológica. Sin embargo, actualmente la miel se vende a precios bajos, por lo que es imperativo encontrar alternativas para hacer de la apicultura una empresa viable (Ramalhosa, Gomes, Pereira, Dias y Estevinho, 2011).

El hidromiel, es una bebida fermentada elaborada a base de miel y agua. Es una de las bebidas más antiguas, anterior al vino y probablemente, precursora de la cerveza. Su uso estuvo muy difundido entre los pueblos de la antigüedad, con una concentración de alcohol entre el 10 % y 15 % v/v. Se considera la primera bebida alcohólica consumida por el hombre y se cree es precursora de la cerveza actual. Para los mayas era una bebida sagrada utilizada en ceremonias religiosas y además, le atribuían propiedades medicinales (Barrios, Principal, Sánchez y Guédez, 2010).

El hidromiel es quizás la bebida fermentada más antigua del mundo; sin embargo, es difícil encontrarla comercialmente. La fermentación de la miel se puede utilizar para producir diferentes variedades de vinos, jerez, vino espumoso y frutales; puede obtener diferentes sabores según la fuente floral de la miel, los aditivos y el tipo de levadura utilizada en la fermentación. Se ha reportado, que el hidromiel contiene muchos de los elementos requeridos por un organismo y posee un excelente efecto sobre la digestión y el metabolismo (Gupta y Sharma, 2009).

Jangra *et al.* (2018) elaboraron vino de miel con jengibre (*Zingiber officinale*) y azúcar utilizando *Saccharomyces cerevisiae*. El tratamiento donde se utilizó miel presentó la mayor concentración de etanol (13,2 % v/v). Martínez y otros (2016) evaluaron la producción de hidromiel mediante el uso de células de *S. cerevisiae* inmovilizadas en carragenina. La fermentación se

realizó a 30 °C, 24 °Bx y polen como fuente de nitrógeno. Fue posible obtener un producto final con 11,7 % v/v con células inmovilizadas y 9,9 % v/v con células libres.

Por su parte, Gangl, Lopandic, Tscheik, Mandl, Leitner, Wechselberger, Batusic y Tiefenbrunner, (2018) evaluaron el impacto de las levaduras asociadas a la miel autóctona en las propiedades del hidromiel mediante levaduras aisladas de la miel y el polen de las colmenas del noreste de Austria. La biodiversidad fue baja y solo se identificaron dos especies de levaduras, *Zygosaccharomyces rouxii* y *Candida apicola*. El perfil del aroma está asociado fuertemente a las especies de levaduras; la composición y complejidad del sustrato de fermentación determina la actividad y los resultados metabólicos finales de las levaduras evaluadas.

Tradicionalmente, la apicultura se asocia únicamente con producción de miel, polen, jalea real y propóleos (Martínez-Puc, Cetzal-Ix, González-Valdivia, Casanova-Lugo y Saikat-Kumar, 2018). Es una actividad que no requiere de grandes naves industriales, y su impacto negativo en el medio ambiente es mínimo. En el mundo se están desarrollando proyectos para que los pequeños productores implementen la apicultura como una forma de fortalecer el sistema de vida y desarrollo de las comunidades para asegurar la continuidad del hábitat y de la diversidad biológica (Bradbear, 2005). Con la finalidad de contribuir al fortalecimiento de la cadena de valor apícola, el objetivo de este trabajo fue fermentar artesanalmente la miel de abejas con microorganismos nativos del maíz para obtener una cerveza hidromiel.

## METODOLOGÍA

*Materia prima.* Se empleó miel de abejas de calidad nacional, adquirida con apicultores de la región con una concentración de 80 °Bx. Para el aislamiento del consorcio fermentador se utilizó maíz blanco criollo de la región, adquirido con productores locales.

*Cepas fermentadoras nativas.* Se hidrataron 3 000 g de maíz durante 12 h. Posteriormente, se mantuvieron 5 d a temperatura ambiente ( $28 \pm 2$  °C) en oscuridad hasta la germinación (Alcarde, De Souza y Belluco, 2011). El maíz germinado se trituró en molino manual con discos de muela. La fermentación en estado sólido se realizó a temperatura ambiente mezclando los granos triturados con 250 ml de miel de abejas, durante 48 h.

*Fermentación.* Se evaluaron dos tratamientos con 8 y 12 °Bx. El inóculo de maíz con el consorcio de microorganismos se dividió en partes iguales y se inoculó a cada tratamiento. La fermentación se realizó a temperatura ambiente durante 5 d, sin agitación, hasta la desaparición de burbujas. Se pasteurizó a 60 °C durante 15 min, filtró y envasó en recipientes de vidrio.

*Evaluación sensorial.* Se realizaron pruebas sensoriales con 50 jueces no entrenados mediante una escala hedónica de cinco puntos. Se evaluaron tres niveles de dulzor: 0, 10 % y 15 % de miel añadida.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El hidromiel es una bebida histórica obtenida por la fermentación de una mezcla de agua y miel de abejas, alcanzando una concentración alcohólica cercana a los 13 % v/v. Aunque su origen está asociado a los pueblos de la antigüedad, en la actualidad su elaboración permite diversificar el uso de la miel de abejas y procesarla mediante técnicas artesanales, que no requieren de grandes naves industriales y con un mínimo impacto negativo en el medio ambiente. En este trabajo se evaluó la miel de abejas como sustrato para la fermentación alcohólica, a dos concentraciones iniciales de fermentación (8 y 12 °Bx) obteniendo un hidromiel con una concentración de alcohol de 6 y 10 % v/v y 2,5 °Bx.

El hidromiel se caracteriza por una graduación alcohólica cercana a 13 % v/v de alcohol. En este trabajo, se obtuvo hidromiel con una concentración de alcohol menor a dicha concentración, en ambos tratamientos. Sin embargo, la concentración inicial

de azúcares fue baja en comparación con otros estudios. Martínez y otros (2016) evaluaron la producción de hidromiel con 24 °Bx iniciales obteniendo un producto final con 9,9 y 11,7 % v/v. De igual manera, Hernández, Serrato y Quicazan (2015), diluyeron la miel con agua hasta alcanzar los 24 °Brix. La incubación se realizó a 30 °C durante 16 a 20 días para alcanzar una concentración de etanol entre 12,7 – 13,6 % v/v.

La concentración de azúcares es un factor importante en la producción de etanol. Se recomienda iniciar la fermentación con una concentración entre 150 y 160 g/l de azúcares. En este trabajo, las concentraciones evaluadas de azúcares fueron de 100 y 150 g/l, logrando una concentración de alcohol de 6 y 10 % v/v, en los tratamientos. Se ha reportado que la levadura crece simultáneamente con la producción de alcohol por espacio de unas 20 h. La producción de alcohol continúa a una velocidad decreciente, concluyendo el ciclo de 24 a 30 h de fermentación, para obtener una concentración final de alcohol de 6 a 7 % v/v. Una concentración mayor puede destruir las levaduras (Suarez-Machín, Garrido-Carralero y Guevara-Rodríguez, 2016).

La concentración inicial de azúcar en el mosto determina la graduación alcohólica final y el tipo de hidromiel: seco, medio seco o dulce. Después de la pasteurización de un mosto previo y la inoculación de la levadura, la fermentación debe realizarse a temperaturas entre 19,6 y 22,8 °C para un proceso de fermentación adecuado. Los valores altos de temperatura como 32,0 a 38,0 °C proporcionan velocidad de fermentación indeseada y el crecimiento de una gran cantidad de bacterias que afectan la fermentación alcohólica (Morales, Alcarde y Angelis, 2013).

Otro factor de influencia en la fermentación de la miel es la cepa microbiológica. En este trabajo se emplearon cepas nativas, obtenidas de fuentes como el maíz y la miel de abejas. Se trata de un consorcio empleado tradicionalmente para la producción de aguardiente de caña y maíz, donde la germinación de los granos ayuda a la liberación de enzimas que promueven el crecimiento microbiano. Con este procedimiento se exponen los almidones

de los granos a una hidrólisis enzimática más efectiva. Cuando aparece la radícula, se producen las enzimas necesarias para realizar las transformaciones químicas de los almidones, necesarias para la fermentación. Las enzimas diastasa, zimasa, e invertasa descomponen los azúcares complejos, en azúcares simples y finalmente en alcohol (Muñoz de Cote, 2010).

La elección de la levadura para el proceso de fermentación de la miel es una etapa importante, ya que las cepas fermentadoras muestran diferentes resistencias a la acidez y a la concentración de alcohol. A nivel industrial, las cepas empleadas han sido evaluadas y seleccionadas para obtener productos con las mejores características, producidas por las propiedades del microorganismo (Morales y otros, 2013). De acuerdo con Suarez-Machín y otros (2016) se debe partir de un inóculo entre 10 y 20 % de una cepa pura que inicie la fermentación. Por lo que es importante evaluar el rendimiento de cepas de manera individual o cepas comerciales para obtener mejores resultados en la producción de etanol.

Además de las levaduras, en el proceso fermentativo se involucran otros factores, como el tipo de miel, su composición, el mosto y el pH. En los últimos años, se han llevado a cabo varios estudios sobre la optimización de la producción de hidromiel, principalmente en la selección de levaduras y la formulación de miel y mosto (Pereira, Mendes-Ferreira, Estevinho y Mendes-Faia, 2014). Iglesias, Pascoal, Choupina, Carvalho, Feás y Estevinho, (2014) señalan que la producción de hidromiel implica la aparición de eventos indeseables a lo largo del proceso. Entre ellos, se han reportado las fermentaciones retardadas o detenidas, parámetros sensoriales y de calidad modificados y desagradables del producto final.

Para obtener mejores resultados con la fermentación, Morales y otros (2013) utilizaron sales inorgánicas: sulfato de amonio (0,2 g/l) y fosfato di-amónico (0,02 g/l). Se obtuvo un hidromiel con  $12,5 \pm 0,4$  % v/v, pH de 3,33, bajas cantidades de alcoholes altos y metanol y gran cantidad de ésteres, que proporcionan un sabor

característico a la bebida. El bajo costo de producción y la simplicidad del proceso de fermentación del hidromiel representa una alternativa para los productores de miel de abejas. De igual manera, Pereira Mendes-Ferreira, Estevinho y Mendes-Faia, (2015) con la finalidad de optimizar la producción de hidromiel evaluaron la suplementación del mosto con sales, y vitaminas. Sin embargo, la adición no tuvo efectos positivos en la fermentación, el perfil de crecimiento o las características de los productos finales.

Las bebidas alcohólicas artesanales, en especial la cerveza, han logrado convertir las desventajas en oportunidades y desafíos. Se ha incrementado la calidad sensorial de las cervezas artesanales elaboradas sin aditivos para aumentar su rendimiento y sus formulaciones reflejan la identidad del lugar donde se producen al añadir chile, hoja santa o flor de jamaica. Esto se ha reflejado en el mercado especializado o *gourmet* que elige estas opciones en busca de sabores especiales en alimentos y bebidas de alta calidad, ello ha impactado no sólo en el paladar sino en la conciencia gastronómica de un mercado creciente de nuevos amantes de las bebidas artesanales que demandan y generan dicha oferta (Bernáldez, 2013).

Para la evaluación sensorial, el hidromiel se mantuvo a temperatura de refrigeración (5-8 °C). Se evaluaron tres concentraciones (0, 10 y 15 %) de miel añadida después de la pasteurización, con la finalidad de agregar sabor y olor al producto terminado. La evaluación sensorial mostró que el hidromiel pasteurizado sin miel añadida tuvo menor aceptación que el producto adicionado con miel. La bebida adicionada con 15 % tuvo la mayor aceptación y el sabor estuvo asociado a cebada.

En un estudio realizado por Apablaza (2014) en hidromieles comerciales se encontró que en el hidromiel dulce es más difícil percibir defectos, porque el dulce los enmascara, mientras que en los secos, los defectos son muy evidentes. Gomes, Dias, Cadavez, Verdial, Sá Morais, Ramalhosa y Estevinho (2015) evaluaron mediante un panel de consumidores la influencia del dulzor en la aceptabilidad del hidromiel. Los hidromieles dulces

fueron los más apreciados por los consumidores, mientras que los secos mostraron baja aceptabilidad.

De acuerdo con Anjos, Frazão y Caldeira (2017), la apicultura es una actividad económica de gran relevancia. Sin embargo, dados los costos de producción, es importante encontrar alternativas para el flujo de la producción de miel con mayores ganancias, como la producción de hidromiel. La producción de bebidas alcohólicas como el vino de miel o hidromiel, parece ser una forma de aumentar el valor de la miel. En la actualidad, las bebidas destiladas de miel apenas se encuentran en el mercado, pero tienen un alto valor agregado.

## CONCLUSIONES

El proceso artesanal de fermentación alcohólica permitió obtener hidromiel con un buen contenido de alcohol, empleando microorganismos nativos del maíz. Con el tratamiento de 150 g/l de miel de abejas (12 °Bx) se obtuvo la mayor concentración de alcohol (10 % v/v). El sabor dulce está asociado a la mayor aceptación de hidromiel; el tratamiento con la mayor aceptación fue el adicionado con 15 % de miel, posterior a la pasteurización. La fermentación de miel de abejas a temperatura ambiente con cepas nativas de maíz, es un proceso biotecnológico sustentable que permite obtener cerveza hidromiel con el contenido de alcohol requerido y propiedades sensoriales de buena aceptación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcarde, A., De Souza, P. y Belluco, E. (2011). Chemical profile of sugarcane spirits produced by double distillation methodologies in rectifying still. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas*, 31(2):355-360.
- Apablaza, O. (2014). Informe degustación hidromieles y encuesta de consumidores. Reporte Técnico. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Neuquén. pp 38.

- Anjos, O., Frazão, D. y Caldeira, I. (2017). Physicochemical and sensorial characterization of honey spirits. *Foods*. 6(58):1-14.
- Barrios, C., Principal, J., Sánchez, J. y Guédez, J. (2010). Caracterización físico-química y análisis sensorial de un Hidromiel elaborado de manera artesanal. *Zootecnia Trop.* 28(3):313-319.
- Bernáldez, A. (2013). Cerveza artesanal en México: ¿soberanía cervecera y alimentaria? *CULINARIA Revista virtual especializada en Gastronomía*. 6:56-63.
- Bradbear, N. (2005). La apicultura y los medios de vida sostenibles. Dirección de Sistemas de Apoyo a la Agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. Roma.
- Córdova-Córdova, C., Ramírez-Arriaga, E., Martínez-Hernández, E. y Zaldívar-Cruz, J. (2013). Caracterización botánica de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) de cuatro regiones del estado de Tabasco, México, mediante técnicas melisopalínológicas. *Universidad y Ciencia*. 29(1):163-178.
- Gangl, H., Lopandic, K., Tscheik, G., Mandl, S., Leitner, G., Wechselberger, K., Batusic, M. y Tiefenbrunner, W. (2018). Fermentation characteristics of mead and wine generated by yeasts isolated from beehives of two Austrian regions. *BioRxiv Microbiology*. DOI: <https://doi.org/10.1101/300780>.
- Gomes, T., Dias, T., Cadavez, V., Verdial, J., Sá Morais, J., Ramalhosa, E., Estevinho, L. (2015). Influence of sweetness and ethanol content on mead acceptability. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 65(2):137-142.
- Gupta, J. y Sharma, R. (2009). Production technology and quality characteristics of mead and fruit-honey wines : A review. *Natural Product Radiance*. 8(4):345-355.

- Hernández, C., Serrato, J. y Quicazan, M. (2015). Evaluation of physicochemical and sensory aspects of mead, produced by different nitrogen sources and commercial yeast. *Chemical Engineering Transactions*. 43:1-6.
- Iglesias, A., Pascoal, A., Choupina, A., Carvalho, C., Feás, X. y Estevinho, L. (2014). Developments in the fermentation process and quality improvement strategies for mead production. *Molecules*. 19:12577-12590.
- Jangra, M., Kumar, J., Jangra, S., Jain, A. y Nehra, K. (2018). Production and characterization of wine from ginger, honey and sugar blends. *Global Journal of Bio-Science and Biotechnology*. 7(1):74-80.
- Magaña, M., Tavera, M., Salazar, L. y Sanginés, J. (2016). Productividad de la apicultura en México y su impacto sobre la rentabilidad. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 7(5):1103-1115.
- Martinez, A., Vivas, G., Quicazan, M. (2016). Evaluation of alcoholic fermentation during the production of mead using immobilized cells in kappa-carrageenan. *Chemical Engineering Transactions*. 49:19-24.
- Martínez-Puc, J., Cetzal-Ix, W., González-Valdivia, N., Casanova-Lugo, F. y Saikat-Kumar, B. (2018). Caracterización de la actividad apícola en los principales municipios productores de miel en Campeche, México. *Journal of the Selva Andina Animal Science*. 5(1):44-53.
- Morales, E., Alcarde, V. y Angelis, D. (2013). Mead features fermented by *Saccharomyces cerevisiae* (lalvin k1-1116). *African Journal of Biotechnology*. 12(2):199-204.
- Muñoz de Cote, J. (2010). Las bebidas alcohólicas en la historia de la humanidad. *AAPAUNAM Academia, Ciencia y Cultura*. 2(Especial):42-52.
- Pereira, A., Mendes-Ferreira, A., Estevinho, L. y Mendes-Faia, A. (2014). Mead production: fermentative performance of yeasts entrapped in different concentrations of alginate. *Journal of The Institute of Brewing*. 120(4):575-580.
- Pereira, A., Mendes-Ferreira, A., Estevinho, L. y Mendes-Faia, A. (2015). Improvement of mead fermentation by honey-must supplementation. *J. Inst. Brew.* 121:405-410.
- Pérez, A. (2012). Identificación de residuos tóxicos en miel de diferentes procedencias en la zona centro del Estado de Veracruz. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*. 1(2):1-42.
- Ramalhosa, E., Gomes, T., Pereira, A., Dias, T. y Estevinho, L. (2011). Mead Production: tradition versus modernity. In Ronald S. Jackson, editor: *Advances in Food and Nutrition Research*, Vol. 63, Burlington: Academic Press, 2011, pp. 101-118.
- Rivera, A. y Ortiz, R. (2017). Producción de soya transgénica y miel en Yucatán, México. Impactos en la sustentabilidad de productores en Tekax. *Revista de Economía*. 34(88):45-81.
- Suárez-Machín, C., Garrido-Carralero, N., Guevara-Rodríguez, C. (2016) Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *Revisión bibliográfica. ICIDCA, Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*. 50(1):20-28.