

*Caracterización de Hidromiel de Tres Flores Típicas del Estado de Zacatecas (Gatuño. Mezquite y Granadillo) Inoculada Con 0.1 % y 0.5% de Levadura *Saccharomyces Cerevisiae**

*[Characterization of Mead of Three Flowers Typical of the State of Zacatecas (Gatuño. Mezquite and Granadillo) Inoculated with 0.1% and 0.5% Yeast *Saccharomyces Cerevisiae*]*

Luis Arturo Medina Abrego¹, Héctor Emmanuel Valtierra Marín², Lucía Delgadillo Ruíz³, María Guadalupe Pérez Galaviz⁴, Eduardo Valdez Romero⁵

¹Estudiante: Universidad Autónoma de Zacatecas. México 54, Cieneguillas, Zac.

²Docente Investigador de Universidad Autónoma de Zacatecas. México 54, Cieneguillas, Zac.

³Docente Investigador de Universidad Autónoma de Zacatecas. México 54, Cieneguillas, Zac.

⁴Docente Investigador de Universidad Autónoma de Zacatecas. México 54, Cieneguillas, Zac.

⁵Docente Investigador de Universidad Autónoma de Zacatecas. México 54, Cieneguillas, Zac.



Resumen - En el presente trabajo se elaboró y se caracterizó hidromiel (Mead) de mieles monoflorales típicas del estado de Zacatecas, las cuales fueron de Gatuño, Mezquite y Granadillo. El objetivo es determinar si con la inoculación del 0.1% de levadura *Saccharomyces cerevisiae* se obtiene un mayor rendimiento de alcohol real total en el producto final que otra a la cual sólo se inoculó con el 0.05%. Las mieles se diluyeron a una concentración de 22 °Brix y se pasteurizaron antes de adicionarles la levadura. Se fermentaron por un tiempo de 60 días a una temperatura promedio de 18.3 °C. Al término del trabajo se determinaron los parámetros fisicoquímicos según lo marca la norma NMX-V-012-1986 para vinos. Se obtuvo que el producto obtenido no mostró diferencias significativas en más del 1% en los tratamientos de las hidromieles de Granadillo y Gatuño, no obstante, en la de Mezquite la diferencia entre los tratamientos fue de más del 2%. El metanol no sobrepasó los límites establecidos por la norma siendo el más alto el valor de 144 mg/100 mL del grupo B de la flor de Gatuño; en cuanto al etanol los productos tienen un valor que se encuentra dentro de la normatividad mexicana.

Palabras Clave - Miel, Levadura, Fermentación, Metanol, Etanol.

Abstract - In the present work, it was elaborated and characterized "Hidromiel" (Mead) from monofloral honeys typical from Zacatecas state, which are from Gatuño, Mezquite and Granadillo. The objective is to determine if with the 0.1% inoculation of *Saccharomyces cerevisiae* yeast it could be obtained a bigger output of total real alcohol in the final product than other one which was only 0.05% inoculated. The honeys were diluted at a 22 °Brix concentration and were pasteurized before any yeast was added. It was fermented for a period of 60 days with an average temperature of 18.3 °C. At the end of the work, the physicochemical parameters were determined according to the NMX-V-012-1986 norm for wines. It was revealed that the obtained product did not show significant differences in more than 1% in the treatments of the "hidromieles" from Granadillo and Gatuño, although, in the Mezquite one, the difference between the treatments was more than 2%. The methanol did not exceed the established limits by the norm, being the higher value 144 mg/100 mL of the B group from the Gatuño flower; regarding the ethanol, the products have a value found among the Mexican normativity.

Keywords - Honey, Yeast, Fermentation, Methanol, Etanol.

I. INTRODUCCIÓN

La miel es la sustancia producida por abejas obreras a partir de las flores o de secreciones de partes vivas de las plantas o excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de las mismas, que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje. La miel no debe contener aditivos, sustancias inorgánicas u orgánicas extrañas a su composición, es decir, todo aquello que no cumpla con la definición antes citada, no puede denominarse miel [1].

México ocupa el octavo lugar en la producción de miel a nivel mundial con 60,624 toneladas producidas anualmente. China es el primer productor mundial de miel con 462,028 toneladas. Alemania se mantiene como el destino tradicional de la miel que México exporta. Más del 85% de la producción se destina a la exportación. De la producción nacional, el estado de Yucatán aporta el 11.4% de miel y Campeche el 8.8%, las dos entidades en conjunto producen 13,324 toneladas de miel en 2017 [2]. En el estado de Zacatecas, la producción asciende a 1,929 toneladas, que deja una derrama económica de hasta 84 millones de pesos al año, con una tasa de crecimiento medio anual de 1.3%. Al vino de miel los griegos lo llamaron *melikraton* y los latinos *muslum* aunque era considerada vino de uva endulzado con miel [3]. La hidromiel es la bebida alcohólica más antigua que se tiene constancia. Su descubrimiento debió tener lugar cuando el hombre trató de almacenar miel para su consumo posterior, no había otra manera de endulzar los alimentos y se fermentó. El vino de miel o hidromiel, bebida fermentada a base de miel, representa en Europa occidental un 10% del consumo de bebidas tipo vino y un 30% en el consumo de Europa Oriental [4]. En Latinoamérica, no tiene mayor reconocimiento o distribución, sin embargo, estudios chilenos han demostrado el potencial de esta bebida dentro del mercado de exportación de las bebidas alcohólicas tipo vino [5].

En nuestro país, se incrementó 10% el consumo de vino, la cerveza aumentó en un 3%, con esto se demuestra que el consumidor actual muestra mayor interés y ha logrado dejar de lado la sensibilidad con relación al precio del producto. Esto ha llevado también a explorar nuevas bebidas, obtenidas de fuentes alternas a la uva, donde el enfoque principal está en el aprovechamiento de las propiedades funcionales de los compuestos naturales empleados en su producción. Esto ha impulsado el desarrollo de investigaciones centradas en productos agrícolas de interés que marquen una diferencia significativa en el mercado; donde el sector apícola tiene un

gran potencial que no se ha estudiado a profundidad. Existen muchos tipos de hidromiel (tradicional, cyser, piment, hidromiel de fruta, methelglin y braggot) en los que se emplean jugos y frutas, aunque la hidromiel tradicional se hace solamente con miel, agua y pequeñas cantidades de ácido, utilizado para ajustar el pH y contrarrestar el excesivo dulzor de la miel [4]. Por esta razón, en lo que pretende ser la base de trabajos futuros enfocados al desarrollo de productos apícolas procesados que puedan ser incluidos en nuevos mercados de distribución, como es el caso de las bebidas alcohólicas.

II. METODOLOGÍA

Para la realización de este trabajo, se recurrió a varios análisis que determinan la calidad de tres mieles típicas del estado de Zacatecas (Gatuño, Granadillo y Mezquite), estas son cosechadas en la zona norte del municipio de Morelos, las mieles que se utilizaron para este trabajo, se analizaron al inicio por el laboratorio Quality Services International GmbH.

Preparación de la mezcla inicial: Al inicio del estudio se pusieron a baño María a una temperatura de 60 °C con la finalidad de cambiar su estado a líquido. Cada una de las mieles se diluyeron para ajustarlas a 22 °Bx [6]. Se procedió a pasteurizar la dilución obtenida [7]. La mezcla inicial se dividió en dos grupos para su estudio, posteriormente se inocularon con diferente cantidad de levadura del género *Saccharomyces* especie *cerevisiae* quedando de la siguiente manera:

- *Grupo A:* Se le adicionó una concentración de 0.05% peso/volumen de levadura por litro de mezcla elaborada a cada una de los tres tipos de mezcla inicial de las diferentes mieles.
- *Grupo B:* Se le adicionó una concentración de 0.1% peso/volumen de levadura por litro de mezcla elaborada a cada una de los tres tipos de mezcla inicial de las diferentes mieles.

Se inició el proceso de fermentación para lo cual se monitoreó los °Bx cada 24 horas. Se registró la temperatura inicial que fue de 29 °C y a lo largo de todo el proceso teniendo una temperatura promedio de 18.3 °C. Después de transcurrido el tiempo estipulado, se procedió con los análisis fisicoquímicos correspondientes, según lo marca la norma NMX-V-012-1986 para vinos y para la determinación de metanol y etanol se utilizó un cromatógrafo de gases.

Análisis fisicoquímico de la hidromiel

Porcentaje de alcohol total: Este parámetro se determinó según lo establecido en la norma NMX-V-013-S-1980

Menciona que el contenido de alcohólico real total debe realizarse en escala Gay-Lussac [8].

Cromatografía de gases: La composición química se determinó mediante un cromatógrafo de gases (CG; Agilent Technologies serie 6890N fabricado en U.S.A.) con una columna polar DB_WAXetr, a 250 °C y 12.13 psi con un flujo de He 36.5 mL min⁻¹ después de la inyección. Las condiciones para la columna fueron: temperatura inicial 50 °C de cero a dos min, aumentando de 10 en 10 °C hasta llegar a 150 °C, manteniendo la temperatura constante por 5 minutos para luego descender a 50 °C por dos minutos con

un flujo de He de 1.6 mL min⁻¹ a una presión de 12.13 psi y una velocidad promedio de 25 cm s⁻¹, utilizando un detector de flama ionizante (FID) a una temperatura de 210 °C con un flujo de H₂ de 40 mL min⁻¹ y un flujo de aire de 450 mL min⁻¹. Los estándares (Sigma-Aldrich) se utilizaron en concentraciones diferentes.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las mieles con las que se realizó el presente trabajo, al inicio se analizaron en el laboratorio Quality Services International GmbH obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 1. Resultados de los análisis fisicoquímicos de las 3 mieles de estudio.

Tipo de miel	° Brix	Glucosa g/100g	Fructosa g/100 g	pH	HMF mg/Kg	% Humedad
Mezquite	82.5	36.8	40.1	4.2	3.7	15.90
Gatuño	80.0	26.0	34.4	6.2	1.2	16.3
Granadillo	80.4	26.83	26.97	3.8	2.1	14.2

Fuente: datos obtenidos del análisis hecho por el laboratorio Quality Services Intl. GmbH (2017).

Las diluciones se pasteurizaron tomando en cuenta el trabajo de Acosta para garantizar que la levadura no tenga competencia por los nutrientes, no se presentó alguna contaminación durante todo el proceso [6]. El inicio de la fermentación no se comportó de manera homogénea, como en el trabajo de Navrátil [9], en algunas diluciones comenzó al día cuatro y en otras hasta el día siete discrepando los resultados obtenidos por Ilha [10], donde ocurre entre las primeras 36 a 72 horas. La concentración de sólidos solubles fue descendiendo paulatinamente, siendo que ya en la fermentación iniciada su descenso fue congruente con el trabajo realizado por Gupta [11].*

3.1 Sólidos solubles (Grados Brix)

Para evaluar las condiciones de los °Brix de los diferentes grupos, según los tiempos establecidos, se procedió a tomar por triplicado cada muestra y se hizo la lectura en el refractómetro, la concentración de sólidos descendió coincidiendo con los datos obtenidos con el trabajo realizado por Méndez (2015) Vallebendito .

Grupo A: Los resultados de °Brix indican que el proceso de fermentación se llevó a cabo en todas las diluciones, coincidiendo con el trabajo de Pereira (2009), la disminución de los sólidos solubles fue diferente en los grupos, pero se aprecia un valor más bajo de este parámetro que cuando se inició el trabajo como se muestra en la tabla 2. En la hidromiel de Gatuño (T₃) se observa un valor menor comparado con el de los otros productos obtenidos.

Tabla 2. Resultados de °Brix al inicio y final del trabajo.

Miel Grupo A (0.05 %)	Inicio	Final
Granadillo (T ₁)	22.2 °Brix	16.0 °Brix
Mezquite (T ₂)	22.0 °Brix	11.6 °Brix
Gatuño (T ₃)	22.0 °Brix	11.0 °Brix

Fuente: Elaboración propia.

Grupo B: En este grupo se observa que la concentración de sólidos solubles es menor en 1 °Brix que los valores del grupo A en las hidromieles de Mezquite (T₂) y Gatuño (T₃), el producto obtenido de la flor Granadillo (T₁) arrojó una diferencia de 5 °Brix respecto al del grupo A. Al final del trabajo los valores obtenidos de sólidos solubles de este grupo no presentaron una

diferencia mayor a 1 °Brix, como se muestra en la tabla 3. En ninguno de los tratamientos la concentración final está por debajo de los 10 °Brix difiriendo con los datos obtenidos por Pino (2007), en cuyo trabajo las lecturas finales se encuentran alrededor de 4 °Brix.

Tabla 3. Resultados de °Brix al inicio y final del trabajo.

Miel Grupo B (0.1%)	Inicio	Final
Granadillo (T ₁)	22.0 °Brix	11.0 °Brix
Mezquite (T ₂)	22.0 °Brix	10.0 °Brix
Gatuño (T ₃)	22.1 °Brix	10.8 °Brix

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Grado alcohólico

Al realizar las lecturas del destilado de cada muestra se obtuvo el siguiente resultado: cinco del total de los tratamientos se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma, con excepción de la hidromiel de Mezquite (T₂) del grupo B, el cual sobrepasó un 1.15%. La diferencia que se aprecia coincide con el trabajo de Carmona (2007) , en el cual determina que la producción de alcohol

total se debe dentro de varios factores al origen de la miel. Por otra parte, estudios hechos por Buschmann (2015), muestran que una miel con 21.64% de sólidos solubles iniciales obtiene una concentración de 10.33 mL/100 mL de alcohol después del proceso de fermentación; los productos obtenidos se encuentran por encima de estos valores, sólo el tratamiento 3 del grupo B su contenido fue menor. En la tabla 4 se muestra el porcentaje total de alcohol obtenido de cada una de las muestras:

Tabla 4.- Porcentaje promedio de alcohol de los tratamientos analizados.

Miel Grupo A (0.05%)	Porcentaje de alcohol a 20 °C	Miel Grupo B (0.1%)	Porcentaje de alcohol a 20 °C
Granadillo (T ₁)	11.03	Granadillo (T ₁)	11.56
Mezquite (T ₂)	12.73	Mezquite (T ₂)	15.15
Gatuño (T ₃)	10.6	Gatuño (T ₃)	9.45

Fuente: elaboración propia.

3.3 Cromatografía de gases

Los resultados de la cromatografía de gases a los que fueron sometidos los tratamientos de ambos grupos, arrojaron valores menores de contenido de metanol de 300 mg/100 mL establecido por la NMX-V-012-1986, lo que concuerda con los datos obtenidos en el trabajo realizado por Conde (2004), donde determinó metanol y compuestos volátiles por este mismo método. Los datos obtenidos se muestran en la tabla

5. El tratamiento T₂ del grupo A obtuvo el menor contenido de metanol con 29.294 mg/100 mL y el T₃ del grupo B presenta la mayor cantidad de metanol con 144.793 mg/100 mL entre ambos grupos, coincidiendo con el trabajo de Acosta (2012) en el cual sus ensayos no superan los valores establecidos por la norma.

Tabla 5.- Porcentaje de alcohol total promedio y metanol producido por los 6 tratamientos.

	Hidromiel	% Alcohol Vol. a 20°C	% Metanol	Metanol mg/100ml
Grupo (0.05%)	Granadillo (T ₁)	11.03	0.02	38.555
	Mezquite (T ₂)	12.73	0.01	29.294
	Gatuño (T ₃)	10.6	0.06	80.058
Grupo (0.1%)	Granadillo (T ₁)	11.56	0.03	52.051
	Mezquite (T ₂)	15.15	0.04	71.007
	Gatuño (T ₃)	9.45	0.11	144.793

Fuente: elaboración propia.

IV. CONCLUSIÓN

La adición de una concentración más alta de levadura *Saccharomyces cerevisiae* a la dilución de la miel, no representó en la mayoría una diferencia significativa en la producción de alcohol real total en ambos grupos al término del trabajo. La hidromiel de flor de Mezquite a la cual se le adicionó 0.1% de levadura peso/volumen presentó 2.5% más de alcohol real total que la que se le adicionó 0.05% peso volumen. Las hidromieles cumplen con la normatividad mexicana en cuanto a contenido de metanol, ya que los valores obtenidos están por debajo de los límites máximos permisibles (300 mg/100 mL).

REFERENCIAS

- [1] NMX-F-036-1997. (1997). Miel de Abeja. Especificaciones. México, D.F.: Dirección General de Normas.
- [2] SIAP (2017). Cierre de la producción agrícola por cultivo.
- [3] Garcés, L. (2009). Acerca del hidromiel. Alimentos Fermentados
- [4] Conde, J. (2004). Determinación de volátiles mayoritarios en vinos tintos de las Islas Canarias. Jornadas Técnicas Vitivinícolas Canarias, 135-144.
- [5] Pereira, A. (2009). Mead production: selection and characterization assays of *Sacharomyces cerevisiae* streins. Food and chemical toxicology, 2057-2063.
- [6] Acosta, C. (2012). Evaluación de la Fermentación Alcohólica para la Producción de Hidromiel. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- [7] Íñigo, A. (2009). Curso vinos. Ecuador: Universidad Pública de Navarra.
- [8] NMX-V-013-S-1980. (1980). Bebidas alcohólicas destiladas. Determinación del porciento de alcohol en volumen en la escala Gay- Lussac a 288K (15°C). México, D.F.: Dirección General de Normas.
- [9] Navrátil, M. (2001). Batch and continuos mead production with pectate immobilized, ethanol-tolerant yeast. Biotechnology letter, 977-982.
- [10] Ilha, E. C. (2000). Utilization of bee (*Apis mellifera*) honey for vinegar production at laboratory scale. . Acta Científica Venezolana, 231-235.
- [11] Gupta, J. K. (2009). Production technology and quality characteristics of mead and Fruit-Honey wines. India: University of Horticulture and Forestry, Nauni.
- [12] Méndez, P. D. (2015). Efecto del uso de levaduras y concentración de °Brix en las características fisicoquímicas y sensoriales de vino de fresa con miel. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- [13] Vallebendito, A. S. (2006). Evaluación Técnica y Económica de la Elaboración de Vino de Miel de Alta Calidad (hidromiel), como una Alternativa de Producción, Comercialización y Consumo como Actividad Sustentable, Incorporando Valor Agregado a la Miel Producida en la VI Región. Colombia: Fundación para la Innovación Agraria.
- [14] Pino, J. (2007). A review of volatile analytical methods for determing the botanical origin of honey. . Food Chemistry, 1032-1043.
- [15] Carmona, M. (2007). La hidromiel y el vino. Comparación de los aromas producidos durante su envejecimiento. Dialnet.
- [16] Bushman , J. (2015). Guía de estilos de hidromiel. Inglaterra: Gordon Strong.