

## DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD EN MEZCAL DE LA MIXTECA POBLANA

### DETERMINATION OF QUALITY PARAMETERS IN MEZCAL FROM THE MIXTECA POBLANA

Juárez-García. M. <sup>1</sup>, Ramírez P. M. I. <sup>1</sup>, Navarro F. A. E. <sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Estudiante del Programa Educativo de Procesos Alimentarios

<sup>2</sup>Profesor de Tiempo Completo en la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros.  
Prolongación Reforma 168 Barrio de Santiago Mihucán, Izúcar de Matamoros Puebla,  
C.P. 74420. Teléfono: (243) 43 63896

\*Autor de correspondencia: [navarro4899@gmail.com](mailto:navarro4899@gmail.com)

**Recibido:** 9/septiembre/2022

**Aceptado:** 15/diciembre/2022

#### RESUMEN

La ingesta de bebidas alcohólicas en México ocupa el décimo lugar a nivel mundial con un consumo *per cápita* de 7.2 L. De las bebidas derivadas del agave, el 87% corresponde al tequila y el 13% al mezcal. Puebla cuenta con 115 municipios con denominación de origen y 64 marcas comerciales de mezcal. Las características del mezcal poblano han detonado su aceptación a nivel nacional e internacional. Por tal motivo, el gobierno del estado promueve un conjunto de estrategias con el objetivo de impulsar el desarrollo económico de los productores poblanos. Debido a que la producción del mezcal en diversos municipios del estado se realiza de manera artesanal, es necesario

implementar un monitoreo constante de los parámetros de calidad. El objetivo de este trabajo fue establecer y/o actualizar las técnicas analíticas de los laboratorios de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros para el análisis de la calidad del mezcal. Se midieron cuatro propiedades fisicoquímicas: grado alcohólico, extracto seco, cenizas y acidez total mediante los protocolos analíticos establecidos en las normas de la Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación A.C. (NORMEX), adicionalmente se determinó la concentración de metanol por cromatografía de gases acoplada a un detector de ionización de llama. Los resultados muestran la capacidad analítica

de los laboratorios de la institución para ofertar los servicios tecnológicos a nivel local y con la precisión requerida.

**Palabras clave:** *bebidas alcohólicas, determinaciones fisicoquímicas, cromatografía, NORMEX.*

## ABSTRACT

The intake of alcoholic beverages in Mexico ranks tenth in the world with a per capita consumption of 7.2 L. Among the beverages derived from agave, 87% corresponds to tequila and 13% to mezcal. Puebla has 115 municipalities with a denomination of origin and 64 brands of mezcal. The characteristics of the poblano mezcal have detonated its acceptance at a national and international level. For this reason, the state government promotes a set of strategies to encourage the economic development of Puebla producers. Because the production of mezcal in various municipalities of the state is carried out in an artisanal way, it is necessary to implement constant monitoring of quality parameters. The objective of this work was to establish and/or update the analytical techniques of the Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros laboratories for the analysis

mezcal quality. Four physicochemical properties (alcoholic content, dry extract, ashes and total acidity) were measured using the analytical protocols established in the standards of the Mexican Society for Standardization and Certification A.C. (NORMEX), in addition concentration of methanol was determined by gas chromatography coupled to a flame ionization detector. The results show the analytical capacity of the institution's laboratories to offer technological services to local producers with the required precision.

**Key words:** *alcoholic beverages, physicochemical determinations, chromatography, NORMEX.*

## INTRODUCCIÓN

En nuestro país el consumo de bebidas alcohólicas es elevado ya que es un producto de alta demanda (Gobierno de México, 2021). De las bebidas alcohólicas con mayor valor en ventas en México se encuentran, la cerveza, el tequila y las bebidas alcohólicas a base de uva. Las bebidas de agave se encuentran en el sexto sitio, agrupadas en las bebidas de agave (STATISTA, 2022). México cuenta con más de 200 especies de agave (UNAM,

2018), cada mezcal está asociado a una especie de maguey y a una región campesina, por denominación de origen. De acuerdo con la NOM-070-SCFI-2016 solo se utilizan 14 especies para la producción de mezcal (DOF, 2017).

El consumo de mezcal fomenta la generación de nuevos empleos y es un estímulo a la economía de miles de familias mexicanas (González, 2021); así como la conservación de las tradiciones de vida de las comunidades que producen esta bebida, que incluso la consideran sagrada, además de los diferentes usos medicinales para el mezcal. La bebida se utiliza para favorecer la digestión, pues su contenido de etanol propicia la relajación de los vasos sanguíneos, lo que produce un aumento en las enzimas digestivas y las pancreáticas, las cuales son responsables de digerir las grasas, proteínas y carbohidratos (Velázquez, 2020). Igualmente, tiene beneficios para el corazón, en la cual sirve para erradicar la artropatía coronaria, ayudando a prevenir infartos (Funes, 2020).

Un importante problema que actualmente afecta al sector es la presencia de mezcal adulterado a bajos precios, lo que desplaza al mezcal auténtico (Bautista y Melchor,

2008), así como la falta de empleo, educación; ha contribuido a que ciertos grupos de la sociedad se dediquen a la comercialización de bebidas alcohólicas y en la mayoría de estos casos a la adulteración.

A pesar de que en la región mixteca del estado de Puebla se cuenta con un producto de gran aceptación, no se cuenta con una certificación que permita comercializar en un mercado más amplio. La falta de monitoreo de la calidad del producto se debe a los costos de los análisis y también a que no existen laboratorios que presten este servicio en el Estado de Puebla. Los laboratorios más cercanos se ubican en Oaxaca y Michoacán. Por lo que es importante establecer las técnicas analíticas para la determinación de parámetros de calidad a nivel local y bajo costo, con la finalidad de garantizar la calidad del mezcal.

Es importante tener en cuenta la garantía de un buen mezcal ya que la demanda es cada vez mayor; lo anterior permitiría garantizar la calidad de este y así evitar la adulteración con compuestos no agradables y dañinos para el ser humano. Además, un producto de calidad apoyaría

su comercialización en beneficio de las familias mexicanas, lo anterior permitiría el desarrollo de la población rural de muchas comunidades del país, que han logrado un sabor exquisito a través de un proceso rustico- artesanal.

Este trabajo tuvo como objetivo establecer y/o actualizar las técnicas para determinar los parámetros de calidad del mezcal, de acuerdo con las especificaciones de la NOM-070-SCFI-2016. Los parámetros medidos fueron: grado alcohólico, extracto seco, cenizas, acidez total y metanol.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Instrumentación de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, como parte de las actividades del trabajo final de dos estudiantes del Programa Educativo de Procesos Alimentarios.

Tuvo como objetivo establecer las técnicas para la determinación de los parámetros de calidad de dos muestras de mezcal aportadas por un productor del municipio de Izúcar de Matamoros. Los parámetros que se determinaron fueron: grado alcohólico, extracto seco, cenizas, acidez total y concentración de metanol.

## Determinaciones fisicoquímicas

Las técnicas analíticas utilizadas para la determinación de parámetros fisicoquímicos fueron las de los protocolos analíticos establecidos las normas de la Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación A. C. (NORMEX). El grado alcohólico se determinó mediante la NMX-V-013-NORMEX-2013; extracto seco y cenizas por la NMX-V-017-NORMEX-2014 y acidez total por la NMX-V-016-NORMEX-2013.

## Determinación de metanol

La determinación de metanol se realizó mediante cromatografía de gases con detector de ionización de llama. Para ello se evaluaron distintos programas de temperatura para identificar cual era el más adecuado para la separación y resolución de los picos de las muestras de mezcal. Debido a que el tipo de detector que se utilizó no permite la identificación del componente que está dando determinada señal, se tuvieron que inyectar los patrones de etanol y metanol en concentraciones por encima de las que se reportan en bebidas alcohólicas para identificar los tiempos de retención de cada compuesto.

## Condiciones cromatográficas

Se utilizó un cromatógrafo Perkin Elmer Autosystem XL con detector de ionización de llama y una columna ZB-WAX (50 m de largo x 0.32mm ID x 1 µm de espesor de fase), de la firma Phenomenex. El programa de temperaturas quedó como sigue: temperatura inicial en el horno: 40 °C por 8 minutos, seguido de una primera rampa de 15 °C/min hasta 70 °C, una segunda de 2.5 °C/min hasta 110 °C y una tercera de 5°C/min hasta 190°C, permaneciendo a esta temperatura por 2 minutos.

#### Obtención de parámetros de calibración

Para la preparación de la curva de calibración y cálculo de los valores estadísticos (coeficiente de correlación R), se prepararon siete diluciones a partir de una solución madre. Quedando las siguientes concentraciones de metanol en cada dilución: 0.2, 0.3, 0.6, 1.2, 1.8, 2.4 y 3.0 mg/ml. Para corregir las variaciones de sensibilidad en el detector se agregó una concentración conocida de isobutanol que se utilizó como estándar interno. Cada dilución se analizó por el método cromatográfico antes descrito. En cada dilución se determinó el área del pico de metanol y estos valores se dividieron entre el área del pico del estándar interno.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Parámetros fisicoquímicos

Los resultados de las determinaciones fisicoquímicas de muestran en el cuadro 1.

**Cuadro 1.**

*Parámetros fisicoquímicos en las muestras de mezcal analizadas.*

Parámetro	Muestra 1	Muestra 2
Grado alcohólico	55°	42.5°
Extracto seco	0.04 g/L	0.06 g/L
Cenizas	0.044 g/L	0.064 g/L
Acidez total	172.7 mg/100 ml	148.1 mg/100 ml

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los límites permisibles establecidos en la NOM-070-SCFI-2016 al grado alcohólico, extracto y cenizas, ambas muestras tienen valores dentro de la norma. Respecto a la acidez total, solo la muestra 1 excede el límite máximo permisible. La acidez total en las bebidas alcohólicas es la suma de todos los ácidos volátiles valorables (NOM-070-SCFI-2016), uno de los principales ácidos presentes en las bebidas alcohólicas es el acético, este compuesto se forma por posibles reacciones de Maillard durante la cocción de las piñas de agave (Vera et al., 2009). De acuerdo con el Centro de

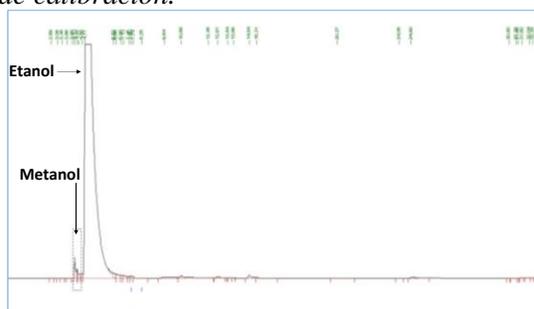
Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ, 2014), la formación de ácido acético se debe a que durante la fermentación la cantidad de bacterias fue mayor al de levaduras, las cuales consumen etanol para multiplicarse. Si bien la presencia de bacterias genera sustancias que le aportan características aromáticas al producto, en exceso aportará notas desagradables.

#### Parámetros de calibración

Con el programa de temperaturas y las condiciones cromatográficas que se describieron en el apartado de materiales y métodos se identificó el metanol al minuto 4.3 como se observa en la figura 1.

#### **Figura 1.**

*Cromatograma del punto más alto de la curva de calibración.*



Fuente: elaboración propia.

La elución del metanol se observa en los primeros minutos de la corrida cromatográfica. Wang y colaboradores (2004) identificaron el metanol en el

minuto 3.06 con un método cromatográfico similar al de este trabajo, con una columna polar ZB-WAX de 30 m x 0.53 mm de diámetro interno y un espesor de fase de 1.5  $\mu\text{m}$ , utilizando nitrógeno como gas acarreador a un flujo de 30 ml/min. Otro trabajo reportado de este mismo autor (Wang et al., 2004a), pero utilizando estándares duales, con las mismas condiciones cromatográficas obtuvo un tiempo de retención para el metanol de 2.87 min.

Qin y colaboradores (2020) reportó un tiempo de retención del metanol al minuto 6.2 en una muestra de sake, con una técnica de cromatografía de gases similar, pero con un sistema de *headspace*.

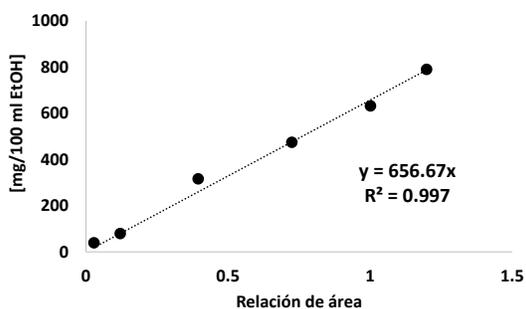
En la figura 2 se muestra la curva de calibración del metanol. Se observa un coeficiente de correlación de 0.997 y una ecuación de primer grado para la relación de área y la concentración de metanol.

Con los parámetros de calibración obtenidos, se calcularon concentraciones de metanol de 504.3 y 96.8 mg de metanol/100 ml de alcohol anhidro, para las muestras 1 y 2 respectivamente.

La primera muestra excede el límite máximo establecido en la norma, al igual

que excedió el máximo permisible de acidez total.

**Figura 2.**  
*Curva de calibración del metanol.*



Fuente: elaboración propia

La presencia de metanol puede tener distintos orígenes, tales como: el hecho de cortar los agaves antes de su maduración, mal labrado de la piña, la cantidad de bagazo en el jugo que se obtiene de la molienda, o al mezclado de los destilados de mayor y menor grado alcohólico (CIATEJ, 2014). Considerando que el proceso productivo es artesanal, se evidencia la falta de control de algunos aspectos significativos del proceso y su efecto sobre las características del mezcal.

## CONCLUSIONES

A pesar del potencial de los pequeños productores de la mixteca para la elaboración de mezcal con excelentes propiedades organolépticas, es necesario

estandarizar ciertas etapas del proceso para garantizar la calidad y la aceptación de los consumidores.

Con el desarrollo de este trabajo se ratificó la calidad del mezcal de esta región. Sin embargo, es necesaria la estandarización del proceso productivo, para garantizar la inocuidad del producto a través del control de las etapas que favorecen la formación de metanol y ácido acético.

Concentraciones de metanol y ácido acético por encima del límite máximo permisible son indicadores de que algunas de las etapas no se están controlando debidamente. Por lo que se deben vigilar y estandarizar aquellas operaciones que favorecen la formación de estas sustancias, como son: labrado y madurez de las piñas, presencia de bacterias y presencia de bagazo en el jugo obtenido de la molienda. Finalmente, los resultados obtenidos demuestran la capacidad analítica de los laboratorios de la universidad para ofertar los servicios tecnológicos para el análisis de la calidad a nivel local y con la precisión requerida para garantizar la inocuidad del mezcal de la mixteca poblana.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento de este proyecto y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla por el apoyo que se asignó a los técnicos que participaron en las actividades de este proyecto.

## REFERENCIAS

Bautista, J. A., & Melchor, E. T. (2008). Estrategias de producción y mercadotecnia del mezcal en Oaxaca. *El Cotidiano*, (148), 113-122.

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (2014). Manual para la estandarización de los procesos de producción de mezcal guerrerense (Primera edición 2014). Guadalajara Jalisco: Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/569/1/manualmezcalguerrerenser.pdf>

Diario Oficial de la Federación (2017). NORMA Oficial Mexicana, Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones (NOM-070-SCFI-2016).

[https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codi](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codi)

[go=5472787&fecha=23/02/2017#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5472787&fecha=23/02/2017#gsc.tab=0)

Funes A. A. (21 de octubre de 2020). 5 usos medicinales que se le da al mezcal y seguro no conocías. GASTROLAB.

Recuperado el 2 de septiembre de 2022, de:

<https://www.gastrolabweb.com/bebidas/2020/10/21/usos-medicinales-que-se-le-da-al-mezcal-seguro-no-conocias-3729.html>

Gobierno de México (14 de noviembre de 201). Durante la pandemia se incrementó el consumo entre adolescentes y quienes estaban en proceso de dejar de beber.

Gobierno de México. Recuperado el 31 de agosto de 2022, de:

<https://www.gob.mx/salud/prensa/502-en-mexico-20-millones-de-personas-enfrentan-consumo-problematico-de-alcohol?idiom=es>

González Pérez S. I. (13 de octubre de 2021). La industria del mezcal, una alternativa de empleo. RS: Gaceta Reivindicación Sindical. Recuperado el 25 de julio de 2022, de:

<https://rssindical.mx/2021/10/13/la-industria-del-mezcal-una-alternativa-de-empleo/>

Qin, Y., Shin, J. A., & Lee, K. T. (2020). Determination of acetaldehyde, methanol and fusel oils in distilled liquors and sakes by headspace gas chromatography. *Food Science and Biotechnology*, 29(3), 331-337.

Statista Research Department. (19 de mayo de 2022). México: valor de ventas de bebidas alcohólicas por tipo en 2020. STATISTA. Recuperado el 3 de septiembre de 2022, de: <https://es.statista.com/estadisticas/126482/1/valor-ventas-bebidas-alcoholicas-producidas-mexico-por-tipo/>

Universidad Nacional Autónoma de México. (26 de enero de 2018). México cuenta con 159 especies de agave; investigadores de la UNAM encontraron 4 nuevas. Dirección General de Comunicación Social. recuperado el 31 de agosto de 2022, de: [https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdbolletin/2018\\_045.html#:~:text=M%C3%A9xico%20es%20el%20centro%20de,75%20por%20ciento%20del%20total.](https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdbolletin/2018_045.html#:~:text=M%C3%A9xico%20es%20el%20centro%20de,75%20por%20ciento%20del%20total.)

Velázquez A. S. (12 de mayo de 2020). 7 beneficios de consumir mezcal que no conocías. FOOD AND PLEASURE. Recuperado el 2 de septiembre de 2022, de:

<https://foodandpleasure.com/beneficios-del-mezcal/#:~:text=Seg%C3%BAun%20estudio%20de%20la,coronaria%2C%20auxiliando%20a%20prevenir%20infartos.>

Vera Guzmán, A. M., Santiago García, P. A., & López, M. G. (2009). Compuestos volátiles aromáticos generados durante la elaboración de mezcal de *Agave angustifolia* y *Agave potatorum*. *Revista fitotecnia mexicana*, 32(4), 273-279.

Wang, M. L., Wang, J. T., & Choong, Y. M. (2004). A rapid and accurate method for determination of methanol in alcoholic beverage by direct injection capillary gas chromatography. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17(2), 187-196.

Wang, M. L., Wang, J. T., & Choong, Y. M. (2004a). Simultaneous quantification of methanol and ethanol in alcoholic beverage using a rapid gas chromatographic method coupling with dual internal standards. *Food chemistry*, 86(4), 609-615.