

## PERFIL QUÍMICO Y ORGANOLÉPTICO DE LOS COMPUESTOS VOLATILES DEL MEZCAL

Gómez-Zamora O<sup>a</sup>, De Jesús-Fuentes KI<sup>a</sup>, Peñafiel-López F<sup>a</sup> y Tovar-Hernández P<sup>a</sup>.

<sup>a</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Centro de Investigaciones Químicas, Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5, C.P. 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.

[oscar.gomez.zamora@hotmail.com](mailto:oscar.gomez.zamora@hotmail.com)

### RESUMEN

El mezcal es un destilado de agave característico de México particularmente de regiones semiáridas o de bajo desarrollo económico, que surgió por la fusión de la tradición prehispánica en cuanto al uso del maguey y la técnica de destilación traída por los españoles. En el mezcal hay compuestos volátiles (aromáticos) en concentraciones altas, principalmente metanol y alcoholes superiores también contienen compuestos aromáticos volátiles en concentraciones bajas, como ésteres, aldehídos, cetonas, ácidos, furanos y terpenos, que junto con los volátiles de mayor concentración hacen una mezcla compleja que define sus atributos químicos y sensoriales valorados por el consumidor. Por ello el objetivo de este trabajo es hacer una revisión de los estudios realizados en esta bebida con finalidad de conocer los compuestos volátiles que proporcionan su aroma.

### ABSTRACT

The mezcal is a distilled drink that is from Mexico, it's characteristic of semi-arid regions and poor regions, the development of the drink of agave emerged from the fusion of pre-Hispanic tradition in the use of maguey and distillation technique brought by the Spaniards. In the mezcal there are volatile compounds (aromatics) in high concentrations, mainly methanol and higher alcohols, also contain volatile aromatic compounds in low concentrations, such as esters, aldehydes, ketones, acids, furans and terpenes, that together with the higher concentration of volatile, create a complex mixture of their chemical and sensory attributes and consumer acceptance. Because of that, the objective of this work is does a revision of stuedies about this drink to know the volatile compounds those give its aroma.

**Palabras clave:** Mezcal, Análisis sensorial, Compuestos volátiles.

**Área:** Otros

### INTRODUCCIÓN

La producción de mezcal en México es una actividad principalmente de los estados de Oaxaca, Durango, Zacatecas, Guerrero, San Luis Potosí, Tamaulipas y Guanajuato; con tierras de agricultura de temporal. Distribuidos en casi una tercera parte del territorio nacional, más de una decena de especies y cultivares de agave son cultivados y recolectados para convertirse en mezcal (Vera *et al.*, 2009).

La palabra mezcal proviene de los vocablos náhuatl; mexcalli, metl o meztli que significa maguey y de ixcalli que significa cocer. El mezcal es una bebida alcohólica obtenida por destilación y rectificación de mostos preparados directa y originalmente con los azúcares extraídos de las cabezas maduras de diferentes especies de agaves, previamente hidrolizadas o cocidas, y sometidas a fermentación alcohólica con levaduras (NOM-070-SCFI-1994).

El mezcal se puede clasificar según su composición química, sin embargo, comúnmente los consumidores lo describen por sus características al momento de consumirlo, como son el olor, color y sabor (Mozqueda, 2011).

El aroma y sabor del mezcal es el resultado de numerosos compuestos volátiles y no-volátiles, cuya mezcla compleja define sus atributos sensoriales y la aceptación por el consumidor. En el mezcal hay compuestos volátiles aromáticos en concentraciones altas o volátiles mayoritarios, principalmente metanol y alcoholes superiores, también contienen volátiles en concentraciones bajas o volátiles minoritarios, como ésteres, aldehídos, cetonas, ácidos, furanos y terpenos que contribuyen al aroma del mezcal. Los compuestos volátiles tienen diferente origen: pueden estar contenidos en la materia prima y variar entre especies, regiones geográficas y entre condiciones climáticas de cultivo; o pueden generarse durante la fermentación en función de la cepa, características del mosto y condiciones del proceso, o durante la maduración del producto (Guzmán *et al.*, 2009).

Según la NOM-070-SCFI-1994 y de acuerdo al porcentaje de carbohidratos provenientes del agave el mezcal se puede clasificar en los siguientes tipos:

Tipo I. Mezcal 100% agave: es aquel producto que se obtiene de la destilación y rectificación de mostos preparados directa y originalmente con los azúcares de las cabezas maduras de los agaves, previamente hidrolizadas o cocidas y sometidas a fermentación alcohólica con levaduras, cultivadas o no. Este tipo de mezcal puede ser joven o añejo y susceptible de ser abocado.

Tipo II. Mezcal: es aquel producto que se obtiene de la destilación y rectificación de mosto en cuya formulación se han adicionado hasta un 20% de otros carbohidratos permitidos por las disposiciones legales correspondientes.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para el presente trabajo no se realizó una fase experimental, ya que es una revisión bibliográfica y comparación de información de diferentes investigaciones y resultados obtenidos por distintos autores.

## RESULTADOS ENCONTRADOS Y DISCUSIÓN

### Composición química del mezcal

Según la NOM-070 el mezcal debe cumplir con las especificaciones físicas y químicas establecidas en la tabla I.

**Tabla I. Especificaciones físicas y químicas del mezcal**

| Especificaciones                          | Mínimo | Máximo |
|---|--------|--------|
| % alcohol en volumen a 20°C               | 36.0   | 55.0   |
| Extracto seco g/L                         | 0.2    | 10.0   |
| Acidez total como ácido acético mg/100 mL |        | 170.0  |
| Alcoholes superiores mg/100mL             | 100.0  | 400.0  |
| Metanol mg/100 mL                         | 100.0  | 300.0  |

Fuente: NOM-070-SCFI-1994

La norma no establece los componentes aromáticos que debe tener el mezcal, pero al ser una bebida con denominación de origen es importante tener un perfil de componentes principales que dan el aroma característico, que solo puede obtenerse en ciertas zonas del país debido a sus características particulares para el cultivo del agave.

Según las investigaciones de Bousios *et al.* (2007) los sabores y olores característicos del mezcal pueden agruparse en cuatro en función de su origen como se muestra en la tabla II.

**Tabla II. Sabores y olores del mezcal por su origen**

| Sabores y olores del mezcal | Origen   |
|-----------------------------|--|
| Humo                        | Moléculas liberadas durante la combustión, proveen notas de chile, chocolate, ceniza, madera y fogata entre otras. |

|              |  |
|--------------|--|
| Agave verde  | Ésteres provenientes de la cutícula y paredes celulares que se presentan en medio alcohólico, en el agave crudo dan notas de anís, cítricos, fragancias verdes y florales. |
| Agave cocido | Combinación de las proteínas y azúcares durante el cocimiento de las piñas, donde se liberan compuestos que otorgan sabor al mezcal.                                       |
| Fermentación | Producción de furanos, ésteres, acetales y ácidos orgánicos a partir sustancias presentes en el mosto.   |

Fuente: Bousios *et al.*, 2007

Los resultados de Bousios *et al.* (2007) muestran que el lugar de cultivo y los diferentes procesos por los que pasa el agave influyen en el perfil aromático del mezcal.

Por esa razón se buscaron los compuestos en común que presentan los mezcales mexicanos. En la tabla III se muestran los resultados del estudio de Molina *et al.* (2007) de los compuestos aromáticos de mezcales mexicanos.

**Tabla III. Compuestos aromáticos del mezcal**

| Grupo    | Compuesto                | Nota aromática       |
|----------|--------------------------|----------------------|
| Acetales | Dietil acetal            | Frutal               |
|          | 1,3 dietoxi propan-1-ol  | Manzana              |
| Ácidos   | Ácido acético            | Vinagre              |
|          | Ácido propanoico         | Frutal ácido         |
|          | Ácido 2-metil propanoico | Frutal, sudor, grasa |
|          | Ácido butanoico          | Grasa, rancio, dulce |
|          | Ácido 2-metil butanoico  | Sudor                |
|          | Ácido hexanoico          | Levadura, sidra      |
|          | Ácido octanoico          | Ácido graso, queso   |
|          | Ácido decanoico          | Grasa, seco, madera  |

## Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

|           |                           |                                    |
|-----------|---------------------------|------------------------------------|
| Alcoholes | 2-metil-1-propanol        | Dulce, químico, chocolate          |
|           | 1-butanol                 | Dulce, fusel                       |
|           | 3-metil-1-butanol         | Alcohol, dulce, frutal, vino       |
|           | 1-hexanol                 | Pasto verde, tostado               |
|           | Oct-1-en-3-ol             | Seta, tierra                       |
|           | 2-feniletan-1-ol          | Floral, rosas, seta, dulce         |
| Cetonas   | Oct-1-en-ona              | Seta                               |
| Aldehídos | Acetaldehído              | Químico                            |
| Ésteres   | Butanoato de etilo        | Frutal, plátano, piña, fresa       |
|           | Octanoato de etilo        | Fruta madura, dulce, pera          |
|           | Decanoato de etilo        | Dulce, canela, madera              |
|           | Acetato de 3-metil butilo | Frutal, platano                    |
|           | Acetato de 2-feniletilo   | Floral, tepache, frutal, rosas     |
| Fenoles   | Cresol                    | Dulce                              |
|           | Eugenol                   | Clavo, especias, medicina, bálsamo |
|           | Mequinol                  | Humo, fenolico                     |
| Furanos   | Furfural                  | Floral, frutal                     |
| Terpenos  | Citrolenol                | Dulce, floral, frutal, especias    |

Fuente: Molina *et al.*, 2007

Los aromas de la tabla III muestran que la presencia elevada de dietil acetal (producto de la reacción de etanol y acetaldehído) contribuye al aroma fuerte, dulce y afrutado del mezcal, por su parte los compuestos ácidos pueden provocar aromas a queso y grasa principalmente; mientras que los alcoholes y ésteres dan aromas frutales y florales.

Los fenoles y furanos provienen del procesamiento térmico del agave (cocimiento); con lo cual se muestra que la generación de aromas puede darse desde el momento del cocimiento como lo comentaba en su investigación Bousios *et al.* (2007), aunque aún no se ha confirmado según las investigaciones de Molina *et al.* (2007).

De igual manera López and Guevara (nd) encontraron que existen en promedio dieciocho compuestos volátiles que dan el perfil del aroma del mezcal, donde el componente principal del aroma es debido a los ésteres, sin embargo también son importantes los alcoholes de cadena corta, cetonas, aldehídos y ácidos. En su estudio las muestras analizadas fueron mezcales comerciales comprados en el supermercado, de los cuales determinaron la composición de compuestos volátiles presentes, la cual se muestra en la tabla IV.

**Tabla IV. Análisis cuantitativo de compuestos volátiles presentes en mezcal comercial**

| Compuesto                  | % compuesto presente en el mezcal |
|----------------------------|-----------------------------------|
| 2-metil-1-propanol         | 7.3-15                            |
| 3-metil-1-butanol          | 38.6-49.6                         |
| Ácido octanoico etil éster | 4.7-6-7                           |
| Ácido acético              | 8.3-14                            |
| Feniletanol                | 1.7-2.6                           |
| Butirolactona              | 1.6-2.4                           |

Fuente: López y Guevara (nd)

El estudio de López y Guevara (nd) reveló la presencia de 5-metil-2-furancarboxialdehído que es un compuesto exclusivo del mezcal que puede ser utilizado como marcador único de dicha bebida, este compuesto otorga la denominación de origen.

En otras investigaciones también se encontraron otros factores importantes que afectan al aroma del mezcal; los cuales se mencionan a continuación.

Escalante *et al.* (2012), encontraron cambios en el aroma del mezcal asociados a los tratamientos de la madera de los barriles, al dejar el mezcal en barriles suele adquirir aromas con notas olor a vainilla, nuez, picantes y ahumadas. Además se consideró otro factor importante que fue la presencia de gusanos en la planta del agave (*Hipopta agavis*) lo que provocaba la presencia de otros componentes aromáticos en el mezcal que eran el 3-hexen-1-ol y el 6,9-pentadecadien-1-ol. De manera similar Molina, *et al.* (2007) relacionaron la presencia de (ZE)-9,12 tetradecadienol, con *Hipopta agavis*.

Finalmente se han realizado investigaciones como la de León *et al.* (2008) que reportó la recopilación de Piggott (2012) y otros autores los cuales buscan desarrollar un vocabulario sensorial para poder hacer una descripción de los atributos de ciertas marcas de mezcal, principalmente de la zona de Oaxaca y Guerrero.

## CONCLUSIÓN

El mezcal por ser una bebida que se produce de manera artesanal genera diferentes compuestos volátiles según sea su proceso de producción, ya que estos compuestos se generan dependiendo de una serie de factores como son la región, tratamiento térmico, agave y almacenamiento, teniendo así cada mezcal características organolépticas diferentes.

El mezcal es un producto mexicano con denominación de origen por ello resulta necesario tener una caracterización de su perfil aromático con la finalidad de usarlo como complemento de la normatividad mexicana para esta bebida.

## BIBLIOGRAFÍA

Bousios A, Saldana-Oyarzabal I, Valenzuela- Zapata AG, Word C, Pearce SR. 2007. Isolation and characterization of Ty1-copia retrotransposon sequences in the blue agave (*Agave tequilana* Weber var. azul) and their development as SSAP markers for phylogenetic analysis, *Plant Science*, 117 (2): 291-298.

Escalante MP, Barba AP, Santos L, León RA. 2012. Aspectos químicos y moleculares del proceso de producción del mezcal. *Revista BioTecnología*. 16 (1):57-70.

Guzmán V, Araceli M, García S, López A, Mercedes G. 2009. Compuestos volátiles aromáticos generados durante la elaboración del mezcal de agave angustifolia y agave patatorum. *Revista fitotecnia mexicana*, 32 (4):273-279.

León A, Escalante P, Jiménez M, Ordoñez L, Flores J. 2008. Characterization of Volatile Compounds from Ethnic Agave Alcoholic Beverages by Gas Chromatography-Mass Spectrometry, *Food Technology and Biotechnology* 46 (4): 448–455.

López MG, Guevara SC. nd. Tequila, Mezcal y Sotol: Volátiles marcadores de origen y planta. *Investigación y Ciencia* 1:28-32.

Molina JA, Botello AJ, Estrada BA, Navarrete JL, Jiménez IL, Cárdenas MM, Rico MM. 2007. Compuestos volátiles en el Mezcal. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 6 (1): 41-50.

Mozqueda BR. 2011. Evaluación sensorial del mezcal de la localidad de Totomochapa, Puebla, México, pp 5-76.

Norma Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-1994. Bebidas Alcohólicas. Mezcal. Especificaciones. Diario Oficial de la Federación, México, D.F, 17 de Agosto de 1994.

Piggott J. 2012. Alcoholic Beverages: Sensory Evaluation and Consumer Research. Woodhead Publishing Limited, Inglaterra, pp. 370-380.

Vera AM, Santiago PA, López MG. 2009. Compuestos volátiles aromáticos generados durante la elaboración de mezcal de *Agave angustifolia* y *Agave potatorum*. Revista Fitotec México 32 (4):273-279.