

Caracterización fisicoquímica y sensorial del pulque producido en la zona sur del estado de Guanajuato

E. Flores-Rodríguez* y R. Miranda-López

Instituto Tecnológico de Celaya, Departamento de Ingeniería Bioquímica, Av. Tecnológico esq. Antonio García Cubas s/n, Col. Alfredo Vázquez Bonfil, C.P. 38010, Celaya, Guanajuato, México.
m2103013@itcelaya.edu.mx

RESUMEN:

El pulque es una bebida alcohólica tradicional mexicana que se produce a partir de la fermentación de la savia dulce que se extrae del tallo de diversas especies del género *Agave*, es un líquido color blanquecino, consistencia viscosa, ligeramente ácido y con bajo contenido de alcohol. En este estudio se evaluaron las propiedades fisicoquímicas y se desarrolló un perfil sensorial a través de un análisis descriptivo cuantitativo (ADC) para aroma, sabor y resabio del pulque producido en los municipios de Comonfort (COM), Tarimoro (TAR) y Valle de Santiago (VDS), ubicados al sur del estado de Guanajuato. Los resultados mostraron diferencia significativa ($p < 0.05$) para TAR en los parámetros de pH (3.68 ± 0.01), SST (8.46 ± 0.05 °Bx), alcohol (4.7%) y densidad (1 g/mL) respecto COM y VDS. El perfil sensorial identificó 19 descriptores distribuidos para aroma, sabor y resabio, predominando los aromas a manzana (5.1 ± 0.6), nota alcohólica (4 ± 0.6) y vinagre de manzana (3.4 ± 1); ácido (5.4 ± 0.5^a), dulce (4.1 ± 1^a) y ácido (3.9 ± 0.8^a) para sabor; y para resabio sidra (3.7 ± 0.5^a) y levadura (3.1 ± 1^a y 2.6 ± 0.5^a). Esto sugiere que las propiedades sensoriales y fisicoquímicas podrían estar relacionadas con la región en la que se produce el pulque.

Palabras clave: Análisis Sensorial, pulque, descriptores, Análisis Descriptivo Cuantitativo, propiedades fisicoquímicas.

ABSTRACT:

Pulque is a traditional Mexican alcoholic beverage produced from the fermentation of the sweet sap extracted from the stems of several species of the Agave family. It is a liquid of whitish color, viscous consistency, slightly acidic, and of low alcohol content. In this study, physicochemical properties were evaluated and a sensory profile was developed through quantitative descriptive analysis (QDA) for scent, flavor, and aftertaste of pulque produced in the municipalities of Comonfort (COM), Tarimoro (TAR), and Valle de Santiago (VDS), located in the southern region of the state of Guanajuato. The results showed a significant difference ($p < 0.05$) for TAR in pH parameters (3.68 ± 0.01), TSS (8.46 ± 0.05 °Bx), alcohol (4.7%), and density (1 g/mL) concerning COM and VDS. The sensory profile identified 19 distributed descriptors for scent, flavor, and aftertaste, prevailing apple (5.1 ± 0.6), alcoholic note (4 ± 0.6), and apple vinegar (3.4 ± 1) for scent; acid (5.4 ± 0.5^a), sweet (4.1 ± 1^a) and ethanol (3.5 ± 0.5^a) for flavor; and cider (3.7 ± 0.5^a) and yeast (3.1 ± 1^a and 2.6 ± 0.5^a) for the aftertaste. This suggests that the sensory and physicochemical properties could be related to the region in which the pulque is produced.

Keywords: Sensorial Analysis, *pulque*, descriptors, Quantitative Descriptive Analysis, physicochemical properties

INTRODUCCIÓN

El pulque es una bebida fermentada que se elabora a partir de la savia del maguey (denominada aguamiel) que se extrae de diversas especies del género *Agave* (siendo las principales *Agave salmiana*, *A. mapisaga* y *A. americana*). Se caracteriza por ser un líquido color blanco, consistencia viscosa, ligeramente ácido (pH = 3.0-4.2) y con un contenido de alcohol de 4-7° Gay Lussac (Escalante *et al.*, 2016).

La producción de pulque inicia con la *capado* del maguey y la elaboración del cajete (donde se almacena la savia), extracción, preparación del inóculo y fermentación en tinacales bajo temperatura y humedad controladas (Escalante *et al.*, 2016). Los principales microorganismos implicados en el proceso son bacterias ácido lácticas (LAB), bacterias del ácido acético (AAB) y microorganismos productores de etanol que le confieren sus propiedades fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales (Escalante *et al.*, 2008; Rojas-Rivas E. *et al.*, 2020).

En la época prehispánica el pulque se consumía como medicina tradicional para diversos malestares gastrointestinales. En la actualidad hay diversos reportes que demuestran que su consumo previene la constipación y la diarrea; efectividad en el tratamiento de enfermedades gastrointestinales e inflamatorias; y es fuente importante de probióticos (Anderson *et al.*, 1946; Hernández, 2007). Su importancia radica en su alto contenido en vitamina B y C, minerales y aminoácidos esenciales, es fuente de hierro no hemo, antioxidantes, fenoles y saponinas, los últimos son compuestos bioactivos (Steinkraus, 1997; Backstrand *et al.*, 2002; Matías-Luis *et al.*, 2019).

Escalante *et al.*, (2016) sugirieron que las propiedades sensoriales del pulque están definidas por el desarrollo simultáneo de tres tipos de fermentación, las cuales son (1) la fermentación ácida por bacterias ácido lácticas (LAB), (2) alcohólica por las levaduras *S. cerevisiae* y *Z. mobilis* y (3) ácida a cargo de bacterias ácido acéticas (AAB), así como por la síntesis de polisacáridos extracelulares EPS (Extracellular Polysaccharides) a cargo de algunas especies del género *Leuconostoc*, las cuales sintetizan gran variedad de compuestos aromáticos que le proveen el aroma y el sabor característicos (Herrera-Solorzano, 2008).

El Análisis Descriptivo se encarga de definir las propiedades de apariencia, aroma, sabor, textura o sonido de un producto, lo cual se logra a través de la detección y descripción de esos aspectos mediante un panel de jueces entrenados y capaces de calificar dichos parámetros cuantitativos de una muestra para definir las notas cualitativas (descriptores) presentes (Meilgaard, M. *et al.*, 2016).

En el estado de Guanajuato existe escasa información sobre la producción de pulque, por lo que es indispensable una caracterización para contrarrestar la negatividad que lo ha desprestigiado, contribuyendo de esta manera a revalorizar su consumo mediante la divulgación de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas, ya que, de no tomar acciones para rescatar esta bebida tradicional, su consumo podría desaparecer.

En el presente estudio se realizó un análisis de las propiedades fisicoquímicas y se desarrolló un perfil sensorial a muestras de pulque producidas en los municipios de Comonfort, Tarimoro y Valle de Santiago, ubicados en la zona sur del estado de Guanajuato, para evaluar la calidad del producto y

contribuir a la generación de conocimiento científico, así mismo, favoreciendo la revaloración del consumo de esta bebida tradicional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de la Muestra

Se utilizó pulque fresco natural, con un tiempo de fermentación de 6 h proveniente de las comunidades de Jalpilla (20°43'41.0"N 100°43'26.7"W) en el municipio de Comonfort (COM), Rancho El Venado (20°19'18.3"N 100°44'18.3"W) en Tarimoro (TAR), y Magdalena de Araceo (20°18'46.1"N 101°11'02.2"W) Valle de Santiago (VDS), Guanajuato. Las muestras se recolectaron en recipientes de PET previamente esterilizados y se almacenaron en refrigeración a 2°C.

Análisis Físicoquímico

Para evaluar el pH se utilizó el método de la A.O.A.C., 945.10 (A.O.A.C., 2000), el cual se llevó a cabo con un potenciómetro marca OHAUS previamente calibrado, y se realizó la medición directamente sobre la muestra a una temperatura de 20°C. La acidez titulable se determinó de acuerdo con el método de la A.O.A.C., 950.15, para cuantificar el contenido de ácido láctico y ácido acético presentes en la muestra por titulometría con fenolftaleína al 1% como indicador y hasta un pH de 8.3 (Álvarez-Ríos y col., 2020). El porcentaje de sólidos solubles totales (SST) se determinó mediante la medición del índice de refracción (grados Brix, ° Bx) a 20°C con un refractómetro digital ATAGO de bolsillo. El porcentaje de alcohol se determinó mediante un refractómetro Milwaukee Mod. MA884 a una temperatura de 20°C. La densidad se determinó utilizando un matraz aforado de 10 mL a peso constante, utilizando la fórmula $\rho = m/v$, en la que ρ es densidad, m es la masa de la muestra en gramos y v el volumen de la muestra en mL.

Desarrollo del Perfil Sensorial

Se llevó a cabo el entrenamiento de un panel sensorial conformado por 8 jueces de edades entre 22 y 25 años mediante la metodología del Análisis Descriptivo Cuantitativo, para evaluar los parámetros de aroma, sabor y resabio, y determinar los descriptores presentes en cada muestra y su intensidad, empleando una escala de 10 puntos (1= apenas detectable y 10 = intensidad extrema).

Análisis Estadístico

Todas las mediciones se realizaron de manera independiente y por triplicado, el análisis estadístico se llevó a cabo con el software Statiscal Analysis System (SAS) versión 9.3. Se utilizó la prueba de Tukey para realizar la comparación de medias, estableciendo como criterio de significación un valor de $P < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis Físicoquímico

Los resultados obtenidos de la determinación físicoquímica se muestran en la tabla 1, donde se realiza una comparación de medias con un valor de significancia de $P < 0.05$ para cada parámetro de cada municipio. Como puede observarse, el pulque de Tarimoro posee diferencia estadísticamente

significativa en todos los parámetros con respecto a los municipios de Comonfort y Valle de Santiago, con valores para Tarimoro de pH = 3.68 (± 0.01), ácido láctico de 0.76 % (± 0.02), ácido acético de 0.50 % (± 0.01), sólidos solubles totales de 8.46 °Brix (± 0.05), alcohol 4.7 % y densidad 1.0 g/mL.

Para el parámetro de pH existe diferencia significativa entre las tres muestras, siendo el pulque de Valle de Santiago el más ácido con un pH = 3.14 ± 0.04 , lo cual podría relacionarse con el tiempo de fermentación al que es sometido. Respecto a la acidez, no existe diferencia significativa entre las muestras de Comonfort y Valle de Santiago, pero sí con Tarimoro. En los parámetros de sólidos solubles totales, contenido de alcohol y densidad sí existe diferencia significativa, dado que el pulque de Valle de Santiago es el municipio con menor concentración de alcohol (1.96 %), de SST (3.56 °Bx), seguido de Comonfort (2.4 % de alcohol y 4.33 °Bx). Álvarez-Ríos y col. (2020) reportó resultados similares para muestras de pulque originarias del estado de Michoacán, pH = 4.04, acidez titulable de 0.74% y densidad de 0.9854 g/mL.

Tabla I. Propiedades fisicoquímicas del pulque.

Municipio	pH	Ácido Láctico (g/100mL)	Ácido Acético (g/100mL)	SST (° Brix)	Alcohol (%)	Densidad (g/mL)
Comonfort	4.12 ± 0.02 ^a	0.70 ± 0.00 ^b	0.47 ± 0.00 ^b	4.33 ± 0.15 ^b	2.4 ± 0.10 ^b	0.98 ± 0.00 ^c
Tarimoro	3.68 ± 0.01 ^b	0.76 ± 0.02 ^a	0.50 ± 0.01 ^a	8.46 ± 0.05 ^a	4.7 ± 0.00 ^a	1.00 ± 0.00 ^a
Valle de Santiago	3.14 ± 0.04 ^c	0.69 ± 0.01 ^b	0.46 ± 0.00 ^b	3.56 ± 0.15 ^c	1.96 ± 0.05 ^c	0.99 ± 0.00 ^b

Desarrollo del Perfil Sensorial

Se encontraron 19 descriptores (algunos repetidos) que de acuerdo con la evaluación de los jueces se distribuyeron en 16 para aroma, 14 para sabor y 12 para resabio, los que demostraron diferencia significativa fueron los siguientes con sus respectivas siglas: ácido acético (AAC), ácido cítrico (ACC), acidez (ACI), ácido láctico (ALA), amargo (AMA), dulce (DUL), hongo (HON), levadura (LEV), manzana (MAN), miel (MIE), moho (MOH), alcohol (OH), piña fermentada (PIF), piña (PIÑ), sidra (SID), vinagre de manzana (VMA).

Las intensidades para los descriptores de aroma que mostraron diferencia significativa entre cada región se muestran en la tabla II (ver tabla II), para los descriptores de AAC las muestras de VDS y COM (2.6 ± 0.5 ^a y 2.9 ± 0.6 ^a, respectivamente) fueron estadísticamente diferentes a TAR (1.6 ± 0.4 ^b). La muestra COM obtuvo las intensidades más altas para los descriptores de OH, AMA, LEV y PIF, predominando el aroma a nota alcohólica (4 ± 0.6 ^a), lo cual, si se compara con los resultados del análisis fisicoquímico, COM tiene menos grados Brix y mayor acidez que TAR, por lo que obtuvo mayor intensidad en nota alcohólica; la muestra TAR tiene la mayor intensidad de aroma para los descriptores MAN, MIE y SID, predominando el aroma a manzana (5.1 ± 0.6 ^a), lo cual se adjudica a que obtuvo un mayor resultado para grados Brix.; y, para la muestra VDS predominan los aromas a AAC, MOH, SID y VMA, siendo mayor la intensidad a vinagre de manzana (3.4 ± 1 ^a), lo cual podría relacionarse con su bajo pH y acidez.

Tabla II. Descriptores y sus intensidades para el parámetro aroma.

LOC	AAC	OH	AMA	MOH	HON	LEV	MAN	MIE	PIF	SID	VMA
COM	2.9 ± 0.6 ^a	4.0 ± 0.6 ^a	3.0 ± 0.8 ^a	2.3 ± 0.5 ^a	2.6 ± 0.3 ^a	3.6 ± 0.4 ^a	1.1 ± 0.4 ^b	1.4 ± 0.5 ^b	2.9 ± 0.6 ^a	1.1 ± 0.4 ^b	1.6 ± 0.6 ^b
TAR	1.6 ± 0.4 ^b	2.5 ± 0.5 ^b	2.1 ± 0.2 ^b	1.1 ± 0.4 ^b	1.3 ± 0.5 ^b	2.1 ± 0.2 ^c	5.1 ± 0.6 ^a	2.6 ± 0.5 ^a	1.4 ± 0.6 ^b	2.6 ± 0.7 ^a	1.4 ± 0.4 ^b
VDS	2.6 ± 0.5 ^a	2.6 ± 0.6 ^b	2.4 ± 0.4 ^{ab}	2.5 ± 0.4 ^a	2.1 ± 0.2 ^a	2.9 ± 0.4 ^b	1.4 ± 0.4 ^b	1.3 ± 0.5 ^b	2.5 ± 0.4 ^a	2.6 ± 0.6 ^a	3.4 ± 1 ^a

En la tabla III se muestran los descriptores de sabor, en la que se indica que en la muestra COM predominan los sabores de ACI, AMA, AAC, ALA y LEV, sobresaliendo el sabor ácido (5.4 ± 0.5^a), lo que se relaciona con su contenido de ácido láctico y acético; para la muestra TAR predominan el DUL, MAN y PIÑ, sobresaliendo el sabor dulce (4.1 ± 1^a), lo cual podría estar relacionado con su contenido en SST, dado que es la muestra con más grados Brix; finalmente, para VDS sobresalen AAC, OH y MAN, predominando el sabor a ácido (3.9 ± 0.8^a), dado que fue la muestra que reportó menor pH.

Tabla III. Descriptores y sus intensidades para el parámetro sabor.

LOC	DUL	ACI	AMA	AAC	ACC	ALA	OH	LEV	MAN	PIÑ
COM	2.6 ± 0.3^b	5.4 ± 0.5^a	3.5 ± 0.5^a	2.4 ± 0.4^a	1.5 ± 0.4^b	3.5 ± 0.4^a	3.4 ± 0.4^a	3.4 ± 0.4^a	1.5 ± 0.5^b	1.1 ± 0.4^b
TAR	4.1 ± 1^a	2.6 ± 0.5^c	1.3 ± 0.5^b	1.8 ± 0.8^b	1.8 ± 0.5^b	2.2 ± 0.4^c	2.3 ± 0.5^b	1.7 ± 0.5^b	2.9 ± 0.4^a	2.1 ± 1^a
VDS	3.1 ± 0.8^b	3.9 ± 0.8^b	2.1 ± 1.1^b	2.4 ± 0.3^a	2.4 ± 0.4^a	2.9 ± 0.2^b	3.5 ± 0.5^a	3.1 ± 1^a	2.9 ± 0.5^a	1.3 ± 0.5^{ab}

La tabla IV muestra los resultados para los descriptores que tienen diferencia estadísticamente significativa respecto al resabio, en las muestras COM y VDS predomina el resabio a levadura (3.1 ± 1^a y 2.6 ± 0.5^a , respectivamente) y en la muestra TAR predomina el resabio a sidra (3.7 ± 0.5^a).

Tabla IV. Descriptores y sus intensidades para el parámetro aroma.

Municipio	DUL	LEV	SID
COM	2.1 ± 1.3^b	3.1 ± 1^a	2.1 ± 1.4^b
TAR	3.5 ± 0.5^a	1.6 ± 0.5^b	3.7 ± 0.5^a
VDS	2.2 ± 1.1^b	2.6 ± 0.5^a	2.1 ± 0.8^b

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede sugerir que las propiedades fisicoquímicas y el perfil sensorial están relacionados con la región en la que se produce el aguamiel, que es la materia prima para la elaboración de pulque, dado que Rivas-Hilario (2014), al establecer un perfil sensorial del pulque, a través del Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC), encontró que las diferencias entre muestras dependen del tipo de elaboración y procedencia (Rojas-Rivas *et al.*, 2016; Rojas-Rivas *et al.*, 2020). Así mismo, lo anterior concuerda con Escalante *et al.* (2016), dado otros factores que determinan las propiedades del pulque son la especie de agave, el clima de la región, el consorcio microbiano autóctono que habita en el cajete del maguey y el tiempo al cual se somete a fermentación.

CONCLUSIÓN

Se encontró que el pulque producido en Tarimoro es diferente estadísticamente ($p < 0.05$) en los parámetros fisicoquímicos de pH, SST, contenido de alcohol y densidad con respecto al que se produce en Comonfort y Valle de Santiago, entre los cuales no hay diferencia significativa. Se desarrolló el perfil sensorial para el pulque producido en los tres municipios y se identificaron 19 descriptores distribuidos para aroma, sabor y resabio. Predominaron con mayor intensidad los aromas a manzana, alcohol y vinagre de manzana; ácido y dulce para sabor; sidra y levadura para resabio. Los resultados hallados sugieren que las propiedades sensoriales y fisicoquímicas sí podrían estar relacionadas con la región en la que se produce el pulque. Sin embargo, se sugiere realizar una investigación a fondo para determinar qué otros factores están involucrados en las propiedades fisicoquímicas y el perfil sensorial.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez-Ríos, G. D.-U., & Casas, A. (2020). Sistemas de manejo de maguey pulquero en México. *Revista Etnobiología*, 18(2), 3-23.
- Anderson, R. K., Calvo, J., Serrano, G., & Payne, G. (1946). A study of nutritional status and food habits of Otomi Indians in the Mezquital Valley of Mexico. *American Journal of Public Health*, 36, 883-903.
- AOAC, A. o. (2000). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Chemists* (17th ed.). Gaithersburg, USA: AOAC.
- Backstrand, J. R., Allen, L. H., Black, A. K., & De Mata, M. P. (2002). Diet and iron status of nonpregnant women in rural Central-Mexico. *American Journal of Society for Clinical Nutrition*, 76, 156-164.
- Escalante, A., López-Soto, D., Velázquez-Gutiérrez, J., Giles-gómez, M., Bolívar, F., & López-Munguía, A. (2016). Pulque, a traditional mexican alcoholic fermented beverage: historical, microbiological, and technical aspects. *Frontiers in Microbiology*, 7(1026), 1026-1044.
- Escalante, A., Giles-Gómez, M., Hernández, G., Córdova-Aguilar, M. S., López-Munguía, A., Gosset, G., & Bolívar, F. (2008). Analysis of bacterial community during the fermentation of pulque, a traditional Mexican alcoholic beverage, using a polyphasic approach. *International Journal of Food Microbiology*, 124, 126-134.
- Hernández, F. (2007). *La alimentación de los antiguos mexicanos en la Historia natural de la Nueva España*. Distrito Federal, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Herrera-Solorzano, M. C. (2008). *Identificación polifásica de levaduras y bacterias ácido lácticas aisladas de aguamiel, pulque y semilla*. Ensenada: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.
- Meilgaard, Morten C., Civille, Gail V. y Thomas Carr, B. (2016). *Sensory Evaluation Techniques*. Nueva York: Taylor & Francis Group. Quinta ed.
- Matías-Luis, G., Peña-Caballero, V., Reyna-González, W., Domínguez-Díaz, L. R., & Martínez-Hernández, J. J. (2019). Nutritional and medicinal value of pulque. *JONNPR*, 4(12), 1291-1303.
- Rivas-Hilario, C. (2014). *Desarrollo del perfil sensorial del pulque*. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, México, D.F.
- Rojas-Rivas, E., Viesca-González, F., Espeitx-Bernat, E., & Quintero-Salazar, B. (2016). El maguey, el pulque y las pulquerías de Toluca, Estado de México, ¿patrimonio gastronómico turístico? *PASOS*, 14(5), 1199-1215.
- Rojas-Rivas, E., Viesca-González, F. C., Favila-Cisneros, H. J., & Cuffia, F. (2020). Consumers' perception of a traditional fermented beverage in Central Mexico: An exploratory study with the case of pulque. *British Journal Food*, 122(2), 708-721.
- Steinkraus, K. (1997). *Handbook of indigenous fermented food* (Segunda ed.). New York: Mardel Dekker.