



# Congreso Internacional **Biología, Química y Agronomía**

Science and Technological Innovation:  
A Strategy for Well-Being

Ciencia e Innovación Tecnológica:  
Estrategia para el Bienestar

José Luis Zavala Aguirre  
Juan Villafaña Rojas  
Miguel J. Beltrán García  
Editores



Editorial Universidad Autónoma de Guadalajara

La información compendiada en este libro digital proviene de los trabajos presentados durante el 5<sup>to</sup> Congreso Internacional de Biología, Química y Agronomía de la Universidad Autónoma de Guadalajara el cual fue celebrado del 31 de septiembre al 2 de octubre de 2015 en las instalaciones de UNICO de la misma Universidad. La información fue presentada por investigadores y grupos de trabajo especializados sobre quienes recae la responsabilidad de la validez de dichas investigaciones. Los autores, comité editorial y la casa editorial no somos responsables de las consecuencias del uso que se dé a la información presentada. La mención de productos comerciales o servicios, de ninguna manera implican compromisos o afiliaciones por parte de la Universidad Autónoma de Guadalajara. Se autoriza el uso y distribución de los contenidos, libremente proporcionados por los autores para su compilación y registro ante ISBN, para lo cual se requiere sean citados dando créditos a sus creadores. Cualquier duda o aclaración deberán ser realizadas directamente con los autores correspondientes cuyos datos de contacto están registrados en cada contribución. El comité editorial intentó unificar los formatos en base a las retroalimentaciones recibidas durante el proceso de galeras; los datos incompletos o faltas ortográficas son responsabilidad de los autores que no dieron retroalimentación.

ISBN: 978-607-719-005-9

EDITORIAL: Universidad Autónoma de Guadalajara, A.C. Av. Patria 1201. Lomas del Valle, Zapopan, Jalisco, 45129. México. Primera edición: 2016

Comité Científico:

Agrobiotecnología	Dr. Miguel J. Beltrán García
Biocombustibles	Dr. Froylan Mario Espinosa Escalante
Biología de Recursos Naturales	Dr. José Luis Zavala Aguirre
Biología Molecular	MC. Aurora Huerta Robles / MC Marcela de la Mora Amutio
Biología y Química del estrés oxidativo	Dr. Miguel J. Beltrán García
Biomateriales	Dr. Tito E. Herrera Larrasilla
Biorremediación	Dr. José A. Lomelí Sención
Biotecnología Alimentaria	MC. Gloria M. Macedo Raygoza / Biól. Claudia I. Cisneros Reyes
Biotecnología Clínica	MC. Araceli Escobedo Magallón
Biotecnología Farmacéutica	MC. Carlos Alberto Manuel Cabrera
Conservación de ecosistemas	Dr. José Luis Zavala Aguirre
Control Biológico	Dr. David Ortiz Mendoza
Ecotoxicología	Dr. José Luis Zavala Aguirre
Fermentaciones	Dr. Juan Villafañá Rojas
Fitopatología	MC. Laura Marcela Meixner Rojas
Ingeniería Química	Dr. Efrén Aguilar Garnica
Procesos Químicos	Dr. Efrén Aguilar Garnica
Q. Alimentos	Dra. Lourdes Contreras Pacheco
Q. Analítica	MC. Gloria Macedo Raygoza
Q. Bioorgánica	IQ. Ma. Lourdes Rivera Castro
Q. Clínica	MC. Araceli Escobedo Magallón
Q. Farmacéutica	MC. Carlos Alberto Manuel Cabrera
Q. Productos Naturales	IQ. Ma. Lourdes Rivera Castro
Química Agronómica	IA. Lydia Olvera Avila



## QUALITY OF VARIOUS MEXICAN COMMERCIAL BEERS

(Calidad de diferentes cervezas mexicanas comerciales)

Mónica Virginia Montoya-Hernández<sup>a\*</sup>, Julisa Edith López-Ramírez<sup>a</sup>, Francisco Javier Pérez-Martínez<sup>a</sup>, Juan Villafaña Rojas<sup>b</sup>, Mirna Estarrón-Espinosa<sup>a +</sup>

<sup>a</sup> Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. Unidad de Tecnología Alimentaria / Av. Normalistas No. 800, Colinas de la Normal, C.P. 44270. Guadalajara, Jalisco.

<sup>b</sup> Departamento de Química, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Guadalajara/ Av. Patria 1201, Col. Lomas del Valle, C.P. 45129, Zapopan, Jalisco, México.

\* Autor que presentó.

+ Autor para correspondencia: mestarron@ciatej.mx

Área del Conocimiento: Q. Alimentos.

### ABSTRACT

Beer is the third most widely consumed beverage, just after tea and water. The quality of a beverage like beer is an important issue due to its high consumption rates; however, in our country, there are no relevant studies about this matter. In this work we evaluated the physicochemical quality of seven different commercial beers based on methods established by national and international parameters like bitterness, pH, total acidity, CO<sub>2</sub> concentration, Brix degrees and volatile profile. It was found that most of them are within the range of the parameters established in the regulations for beer. The results were also analyzed statistically via multivariate analysis (PCA) to find similarities, differences and correlations between samples. The PCA analysis was able to classify the samples, through three major components explaining 72 % of data variability, in two categories: raw material and beer style based in physicochemical characteristics such as bitterness, total acidity and pH, as well as volatile groups like esters, methanol and higher alcohols.

Keywords: Beer; quality; physicochemical; volatile

### RESUMEN

La cerveza es la tercera bebida más consumida en el mundo, antecedida por el té y el agua. La calidad de una bebida como la cerveza es una cuestión de interés a causa de sus altos niveles de consumo; sin embargo, en nuestro país, no son accesibles estudios de relevancia referentes a este producto. En este trabajo se evaluó la calidad fisicoquímica de siete cervezas comerciales por medio de métodos establecidos por normas nacionales e internacionales respecto al amargor, pH, acidez total, concentración de CO<sub>2</sub>, grados Brix y perfil volátil. Se encontró que la mayoría de los productos evaluados se ajustan a los parámetros establecidos en las reglamentaciones sobre cerveza. Los resultados fueron sometidos a un análisis estadístico multivariado (PCA) con el objeto de distinguir diferencias, similitudes y correlaciones entre muestras. Mediante el análisis PCA se logró clasificar las muestras, a través de tres componentes principales explicando el 72 % de variabilidad de los datos en dos categorías: material prima y estilo de cerveza, en base a características fisicoquímicas como amargor, acidez total y pH, así como al contenido de ésteres, metanol y alcoholes superiores.



Palabras Clave: Cerveza; calidad fisicoquímica; volátiles

## INTRODUCCIÓN

La cerveza es una bebida alcohólica altamente consumida en el mundo, ya sea por su gran gama de sabor o por su popularidad a nivel mundial. La cerveza se obtiene mediante la fermentación de una mezcla que consiste en cereales malteados (usualmente cebada), agua, lúpulo y levaduras [1]. Existen tantos tipos como estilos y variedades de estilos de esta bebida que hasta la fecha, la Asociación de Productores de Cerveza (BA) ha clasificado más de 140 estilos diferentes de cerveza [1]. Las diferentes combinaciones de ingredientes, procesos de fabricación y diseño del proceso dan lugar a un producto químicamente complejo que comprende cientos de compuestos presentes en un amplio rango de concentraciones, de los cuales los más abundantes son agua, etanol y carbohidratos, además de proteínas en pequeñas cantidades [2,3]. Cada etapa de producción influye en la expresión del sabor final del producto, con la formación de una completa variedad de compuestos volátiles con relevancia organoléptica, cuyo perfil está en función de la cepa de la levadura y la composición del mosto hervido utilizado [4]. En México no existen normas específicas que regulen la calidad de la cerveza, por lo tanto, para evaluar la calidad de una cerveza comercial se debe cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-142-SSA1-1995 [5]. A nivel internacional, tres documentos principales aportan los límites para considerar una cerveza de calidad para su consumo, éstos son el Real Decreto 53/1995 de España, la Norma Francesa No. 92-307 y las Normas de la Asociación de Productores de Cerveza de Inglaterra [6, 7, 8]. Actualmente, son escasos los estudios disponibles enfocados a evaluar las diferencias de calidad fisicoquímica y volátil que existen entre cervezas comerciales consumidas en México, a pesar de ser la bebida más consumida en América Latina [9]. La Revista *Business International Monitor* reportó recientemente que el incremento de las ventas anuales será de 7.9% hasta 2018, además de mencionar que México posee una de las marcas más comercializadas internacionalmente, por lo que el aporte de conocimiento acerca de la calidad de diversas marcas nacionales es importante para acompañar este crecimiento económico [10]. El presente estudio aporta información preliminar sobre algunos parámetros de calidad de cervezas mexicanas claras, oscuras y de agave.

## METODOLOGÍA

- Selección y Preparación de Muestras. Se seleccionaron cervezas comerciales oscuras y claras, cuyas marcas son consideradas representativas mexicanas y en el gusto de los consumidores, además de 5 lotes de cerveza artesanal de agave. Las muestras fueron obtenidas en centros comerciales. Las cervezas fueron desgasificadas durante 20 minutos en un baño ultrasónico a baja temperatura, previo a los análisis fisicoquímicos.

-Análisis Fisicoquímicos. Las determinaciones fisicoquímicas realizadas a las muestras fueron pH, acidez total, concentración de CO<sub>2</sub> disuelto, color y °Brix de acuerdo a los protocolos descritos en la NOM-142-SSA1-1995, NMX-V-0121986 y el Real Decreto 53/1995 de España. El nivel de amargor (IBU) de las muestras fue realizado de acuerdo a la metodología reportada por la Sociedad Americana de Químicos Cerveceros (ASBC).

-Perfil Volátil. El perfil volátil mayoritario de las muestras de cerveza fue obtenido mediante el análisis acoplado head-space-cromatografía de gases con detección de flama (HS- GC-FID). Se colocaron 0.98 mL de cerveza en un vial de 10 ml adicionando 3-octanol (EI) para tener una concentración final de 86 ppm, después fueron colocados en el head-space HP7694E con temperaturas en vial, loop y línea de transferencia de 80, 110 y 120 °C, programando los tiempos de equilibrio del vial, presurización, llenado

del loop, equilibrio del loop y de inyección de 7, 0.2, 0.2, 0.8 y 1 min respectivamente. Los volátiles en equilibrio fueron inyectados al cromatógrafo de gases Agilent Technologies 6890 manteniendo un flujo de 0.7ml/min de helio y temperaturas en inyector y detector de 230°C y 250° respectivamente. La separación de los componentes se realizó en una columna HP-INNOWAX a una temperatura inicial de 40°C (7 min), incrementando 5°C/min hasta 120°C (5 min), después elevó a 10°C/min hasta 170°C y finalmente se incrementó hasta 240°C a razón de 20°C/min, manteniendo 20 min.

-Análisis Estadístico. Los resultados fueron tratados estadísticamente mediante un Análisis de Varianza (ANOVA) utilizando el software Statgraphics Centurion XVI.II y análisis de componentes principales (PCA) mediante el software SIMCA-P 7.01.

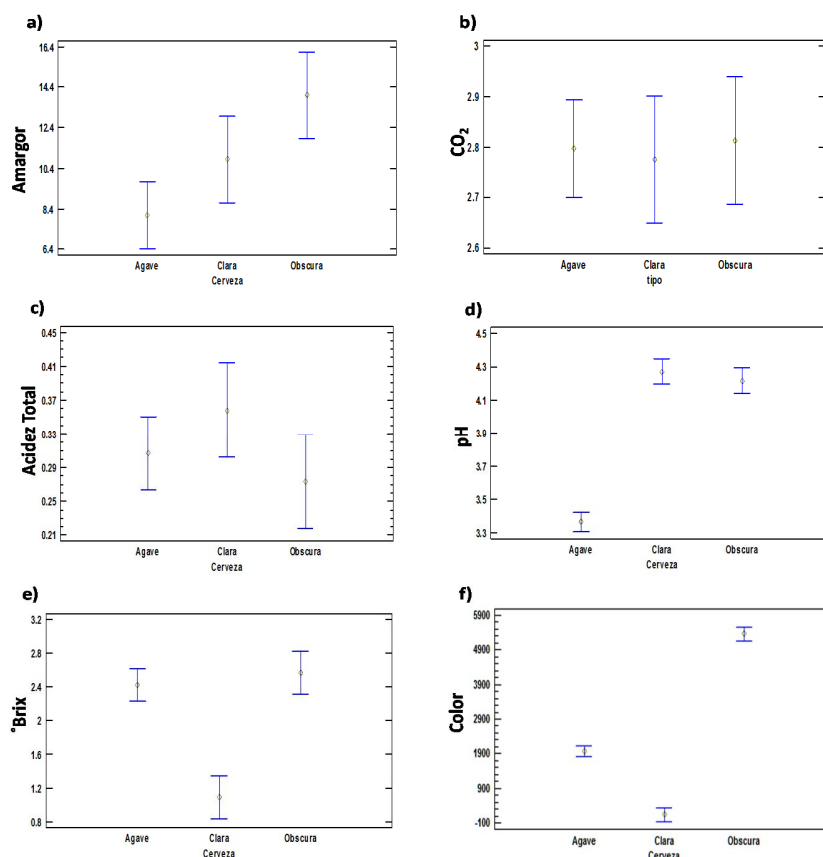
## RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la Tabla 1 se resumen los resultados de los diferentes parámetros fisicoquímicos evaluados en las cervezas. En general, las cervezas oscuras presentaron mayores niveles de amargor que las cervezas claras, y éstas a su vez, mayor amargor que las cervezas de agave. El amargor de la cerveza se origina por la concentración de ácidos iso- $\alpha$  y  $\beta$  resultado de la adición de lúpulo. El nivel de amargor suele ser más elevado en cervezas oscuras (15 a 28 IBU) que en claras (8 a 18 IBU). Lo anterior, coincide en el caso de las cervezas mexicanas oscuras evaluadas, que presentaron los mayores valores de amargor (12.5-15.5 IBU), pero sin ser tan elevados como algunas europeas. Contrariamente, las cervezas de agave fueron las menos amargas con valores de IBU que fluctuaron entre 2.1-14.0 IBU. Mediante un ANOVA de los resultados de este parámetro, se determinó que existen diferencias significativas en el amargor de las cervezas oscuras y de agave, Figura 1a.

Tabla 1. Resultados de los análisis fisicoquímicos relacionados con la calidad de la cerveza.

Cervezas	Amargor		CO <sub>2</sub>		°Brix		pH		Acidez		Color	
	X	± STD	X	± STD	X	± STD	X	± STD	X	± STD	X	± STD
<i>Claras</i>												
CC1	12.50	± 0.71	2.89	± 0.01	1.65	± 0.07	4.26	± 0.02	0.43	± 0.00	111.44	± 5.62
CC2	9.50	± 0.71	2.71	± 0.06	0.83	± 0.04	4.26	± 0.02	0.30	± 0.02	253.30	± 13.81
CC3	10.50	± 0.71	2.73	± 0.03	0.80	± 0.14	4.30	± 0.02	0.35	± 0.02	86.64	± 13.36
<i>Oscuras</i>												
CO1	14.00	± 1.41	2.73	± 0.03	3.05	± 0.07	4.33	± 0.01	0.23	± 0.01	5813.29	± 12.46
CO2	12.50	± 0.71	2.77	± 0.00	1.80	± 0.00	4.13	± 0.00	0.19	± 0.00	5244.80	± 15.62
CO3	15.50	± 0.71	2.94	± 0.00	2.83	± 0.04	4.19	± 0.01	0.40	± 0.00	5044.09	± 9.37
<i>Agave</i>												
CA1	8.38	± 0.53	3.09	± 0.00	2.35	± 0.07	3.23	± 0.02	0.25	± 0.02	2565.85	± 5.13
CA2	2.11	± 0.15	2.96	± 0.00	2.15	± 0.07	3.68	± 0.02	0.18	± 0.02	1296.00	± 16.43
CA3	4.14	± 0.19	2.62	± 0.00	2.20	± 0.14	3.31	± 0.02	0.36	± 0.01	2617.31	± 5.94
CA4	11.95	± 0.07	2.76	± 0.06	2.70	± 0.00	3.30	± 0.01	0.46	± 0.01	1582.83	± 59.27
CA5	14.00	± 2.83	2.56	± 0.57	2.70	± 0.01	3.33	± 0.04	0.29	± 0.03	1807.29	± 7.10

La concentración de CO<sub>2</sub> disuelto no presentó diferencias significativas entre tipos de cerveza, Figura 1b. Los parámetros de calidad establecidos en [6] indican que el contenido de anhídrido carbónico en la cerveza no debe ser menor a 3 g/L. Ninguna de las cervezas evaluadas cumplió este requisito, sin embargo dadas las implicaciones de esta determinación, los bajos valores de CO<sub>2</sub> obtenidos podrían atribuirse a una manipulación inadecuada de las muestras durante su cuantificación. A pesar de esto, el hecho de no observar diferencias significativas entre los tipos de cerveza evaluadas para este parámetro, indica que la adición de CO<sub>2</sub> durante el envasado es un proceso estandarizado en la industria cervecera.



**Figura 1.** Gráficos de medias de las diferentes determinaciones fisicoquímicas ( $p < 0.05$ )

En cuanto al pH, no se observaron diferencias significativas entre las cervezas comerciales de malta, las cuales tuvieron valores en el rango de 4.13 a 4.33, cumpliendo con el parámetro de calidad establecido en [6], el cual corresponde a valores entre 3.5 y 5, mientras que la cerveza de agave presentó valores de pH menores a lo reglamentado fluctuando entre 2.56-3.09, como se observa en la Figura 1d. Aunque no se realizaron mediciones de ácidos orgánicos en las muestras, los valores de pH obtenidos sugieren que la materia prima utilizada en la elaboración de las cervezas de agave podría propiciar una mayor

generación de ácidos orgánicos derivados del metabolismo de las levaduras durante la fermentación, lo cual contribuiría a disminuir el pH del producto final.

Por otra parte, no se encontraron diferencias significativas para la cuantificación de acidez total entre tipos de cerveza (Figura 1c). De acuerdo con las normas de calidad, la concentración de acidez no debe ser mayor a 0.3 g/100mL, sin embargo en este estudio algunas cervezas excedieron este criterio.

El análisis estadístico mostró que existen diferencias significativas en los °Brix de las cervezas claras evaluadas con respecto a las oscuras y las de agave, Figura 1e. Por norma, se declara como aceptable un máximo de 7.5 °Brix, por lo que de acuerdo a los valores presentados en la Tabla 1, todas las cervezas analizadas cumplieron la norma. En cuanto al color, se evidenciaron diferencias significativas en los tres tipos de cervezas evaluadas, Figura 1f.

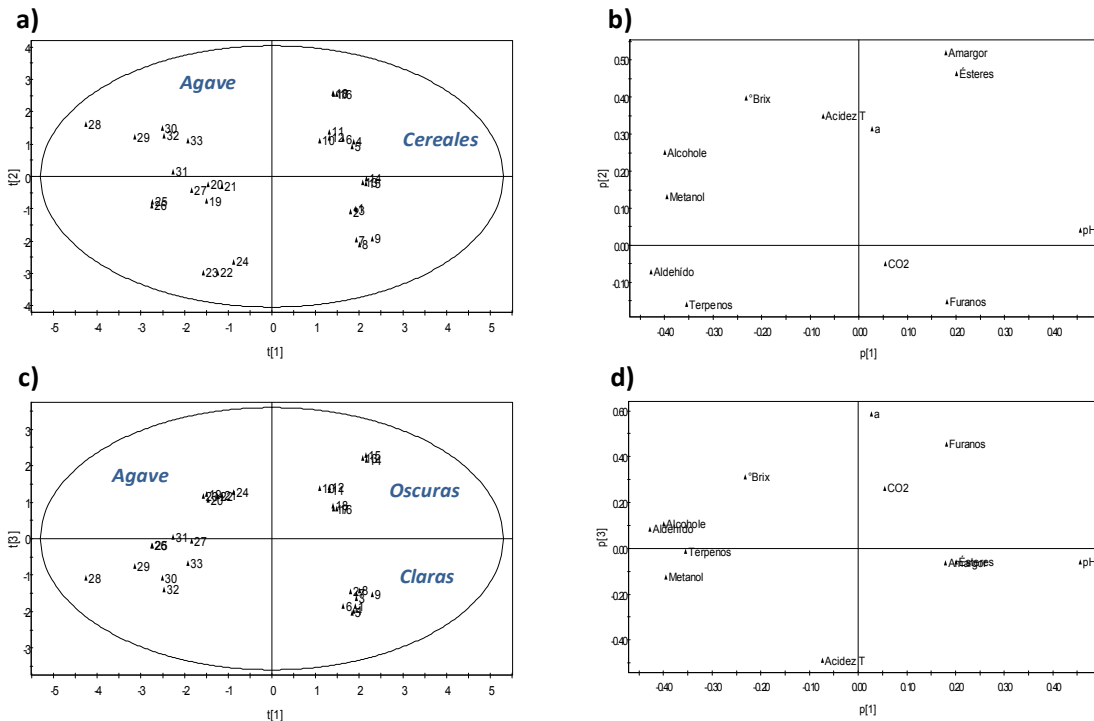
Como puede observarse en la Tabla 2, en la composición volátil de las diferentes cervezas, los alcoholes y ésteres fueron los componentes de mayor concentración, seguidos del grupo de aldehídos, metanol y furanos. La concentración de terpenos en las cervezas de agave fue mayor, lo anterior puede deberse a que de origen, la materia prima empleada para su elaboración tiene un contenido elevado de compuestos de este grupo, los cuales se suman a los que aporta el lúpulo durante su elaboración.

**Tabla 2.** Concentración de compuestos volátiles mayoritarios.

Cerveza	Aldehídos	Ésteres	Metanol	Alcoholes	Furanos	Terpenos*
	X ± STD	X ± STD	X ± STD	X ± STD	X ± STD	X ± STD
CC1	1.72 ± 0.15	3.95 ± 0.13	0.66 ± 0.02	37.13 ± 1.51	0.82 ± 0.03	0.69 ± 0.62
CC2	2.31 ± 0.11	8.82 ± 0.13	1.31 ± 0.13	47.20 ± 5.00	0.82 ± 0.04	0.70 ± 0.61
CC3	0.89 ± 0.02	3.53 ± 0.26	1.37 ± 0.12	38.59 ± 1.55	1.13 ± 0.06	2.60 ± 2.26
CO1	2.49 ± 0.19	5.16 ± 0.12	1.33 ± 0.03	45.15 ± 2.28	0.92 ± 0.02	0.17 ± 0.14
CO2	1.93 ± 0.03	5.93 ± 0.20	0.95 ± 0.03	51.75 ± 0.86	1.92 ± 0.04	0.88 ± 0.80
CO3	1.87 ± 0.13	7.37 ± 0.18	0.86 ± 0.09	59.52 ± 2.84	1.11 ± 0.03	0.00 ± 0.00
CA1	3.22 ± 0.05	4.28 ± 0.23	2.36 ± 0.17	67.69 ± 2.43	1.07 ± 0.04	6.66 ± 5.84
CA2	5.71 ± 0.48	2.72 ± 0.19	1.40 ± 0.04	48.40 ± 1.75	1.19 ± 0.02	11.77 ± 10.38
CA3	4.54 ± 0.22	3.88 ± 0.16	2.29 ± 0.08	69.83 ± 1.94	0.99 ± 0.03	13.00 ± 11.29
CA4	4.84 ± 0.36	4.75 ± 0.30	4.70 ± 0.42	74.57 ± 8.85	0.90 ± 0.07	11.51 ± 10.34
CA5	5.05 ± 0.21	4.42 ± 0.19	2.18 ± 0.17	67.02 ± 2.42	0.47 ± 0.02	9.79 ± 8.51

Unidades en ppm; \*Unidades en µg/L

Un análisis de componentes principales (PCA) a partir de los resultados fisicoquímicos y de composición volátil permitió clasificar los diferentes tipos de muestras a partir de tres componentes principales explicando un 72% de la variabilidad de los datos. Se observó que las funciones de los componentes 1 y 2 en la Figura 2a, muestran las diferencias que existen entre las cervezas elaboradas con granos y agave, siendo los parámetros determinantes en esta clasificación el pH, amargor y la concentración de ésteres (Figura 2b). Por otro lado, los componentes principales 1 y 3 en la Figura 2c, agrupan las cervezas de agave, oscuras y claras, a partir de las cuantificaciones de furanos, pH, acidez, color y °Brix (Figura 2d).



**Figura 2.** Análisis de componentes principales en base a la calidad fisicoquímica y volátil de las cervezas

## CONCLUSIONES

Las cervezas comerciales elaboradas con malta se ajustaron a la mayoría de los parámetros establecidos por las normas nacionales e internacionales, sin embargo, las cervezas de agave mostraron una variabilidad importante entre lotes. Los resultados obtenidos en este trabajo, especialmente para las cervezas de agave, revelaron características muy particulares sobre todo en amargor, pH, color, contenido de aldehydos, metanol, alcoholes y terpenos que podrían servir de base para establecer en lo futuro parámetros de calidad para este producto de incursión reciente y exitosa en el mercado de las cervezas mexicanas artesanales.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo financiero del proyecto CERVEZA del CIATEJ, A.C. para la realización de este estudio.

## REFERENCIAS

- [1] Patterson, M. & -P. (2014). *The Geography of Beer*. New York: Springer, 1-5.
- [2] Hughes, P., & Baxter, E. (2001). *Beer: Quality, Safety and Nutritional Aspects*. Cambridge: RSC: Cambridge, 1-13, 40-73, 98-119.
- [3] Rübsam, H. G. (2013). Influence of the range of molecular weight distribution of beer components on the intensity of palate fullness. *European Food Research and Technology*, 236(1), 65-75.



---

**Science and Technological Innovation:  
A Strategy for Well-Being**

**Ciencia e Innovación Tecnológica:  
Estrategia para el Bienestar**

Se realizó en el Departamento de Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Guadalajara.

Composición, diseño y proceso editorial a cargo de José Luis Zavala Aguirre. Diseño de la cubierta a cargo de la Dirección de Comunicación Universitaria, Universidad Autónoma de Guadalajara.

Se terminó de editar en febrero de 2016 en las instalaciones de la Editorial Universidad Autónoma de Guadalajara. Av. Patria 1201, Lomas del Valle 45129, Zapopan, Jalisco, México

---