

Obtaining functional extracts and probiotics from a homogeneous mixture derived from the craft beer process
Obtención de extractos funcionales y probióticos de mezcla homogénea derivados del proceso de cerveza artesanal

Autores:

Arboleda-Palma, Bryan Antonio
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Egresado de la Carrera de Ingeniería Química
Portoviejo–Ecuador

 barboleda8445@utm.edu.ec
 <https://orcid.org/0000-0003-1695-2383>

Delgado-Barahona, Denisse Ivonne
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Egresado de la Carrera de Ingeniería Química
Portoviejo –Ecuador

 ddelgado4659@utm.edu.ec
 <https://orcid.org/0000-0002-8072-0299>

Alcívar-Cedeño, Ulbio Eduardo
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Docente tutor de la Carrera de Ingeniería Química
Portoviejo – Ecuador

 ulbio.alcivar@utm.edu.ec
 <https://orcid.org/0000-0001-7941-6401>

Fechas de recepción: 16-AGO-2025 aceptación: 16-SEP-2025 publicación: 30-SEP-2025

 <https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>
<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

En las últimas décadas, la cerveza artesanal se ha destacado, no sólo por su valor comercial, sino además por el gran potencial biotecnológico. En este estudio se presenta el objetivo general de desarrollar una mezcla homogénea de extractos funcionales y probióticos a partir del proceso de cerveza artesanal. Se trabajó en base de una metodología centrada en la valoración de propiedades físico químicas, bromatológicas y microbiológicas en las etapas post cocción y cerveza terminada, se utilizó el rotavapor RE301 a una temperatura controlada de 34 °C, con el fin de concentrar los extractos. Se obtuvo resultados en los análisis fisicoquímicos de una reducción en el pH de 4,8 e índice de acidez después de la fermentación menor a 5, en los niveles de azúcares reductores aumentó de 219 mg/L a 335.4 mg/L y acidez total 0.13% a 0.54% donde se percibió un incremento en la actividad metabólica de las levaduras, en el análisis microbiológico se observó un aumento significativo tras la fermentación, alcanzando 3.66×10^7 UFC/mL, lo cual corrobora el potencial probiótico del producto final. Se concluyó que los resultados conseguidos afianzan la postura, del aprovechamiento de las mezclas resultantes en los procesos de las cervezas artesanales como una fuente de compuestos funcionales y microorganismos beneficiosos, con los que se puede proyectar variedad de productos de valor agregado en la industria farmacéutica y alimentaria.

Palabras clave: Cerveza artesanal; mezcla homogénea; extracto funcional; probiótico; microbiológico

Abstract

In recent decades, craft beer has gained prominence not only for its commercial value but also for its significant biotechnological potential. This study presents the overall objective of developing a homogeneous blend of functional and probiotic extracts from the craft beer process. The methodology used was focused on the assessment of physical, chemical, bromatological, and microbiological properties in the post-brewing and finished beer stages. The RE301 rotary evaporator was used at a controlled temperature of 34°C to concentrate the extracts. Results were obtained in the physicochemical analysis of a reduction in the PH of 4.8 and acidity index after fermentation less than 5, in the levels of reducing sugars increased from 219 mg / L to 335.4 mg / L and total acidity 0.13% to 0.54% where an increase in the metabolic activity of the yeasts was perceived, in the microbiological analysis a significant increase was observed after fermentation, reaching 3.66×10^7 UFC / mL, which corroborates the probiotic potential of the final product. It was concluded that the results obtained strengthen the position of the use of the resulting mixtures in the processes of craft beers as a source of functional compounds and beneficial microorganisms, with which a variety of value-added products can be projected in the pharmaceutical and food industries.

Keywords: Craft beer; homogeneous mixture; functional extract; probiotic; microbiological

Introducción

La progresiva atención en la economía circular y sostenibilidad ambiental está impulsando el aprovechamiento de subproductos, entre otros, del bagazo de la cerveza, considerando que, representa cerca del 83 % de residuos sólidos en los procesos de elaboración de cervezas. En tal contexto, se debe mencionar, que en la producción de cerveza artesanal por cada 100 litros se genera 20 Kg de residuos (Barberán y Muñoz, 2022).

Estos residuos, integran grandes cantidades de fibra dietética, compuestos fenólicos y proteínas, los que, por efectos de la extracción y procesamientos, pueden llegar a convertirse en ingredientes funcionales con propiedades antioxidantes y pre o probióticas (Zugravu, et al., 2023). Además, señalan, Oyedeji y Wu (2023), que los residuos de cerveza poseen, proteínas, fitoquímicos, fibras, en altos porcentajes, se suma los bajos costos que tienen como materia prima, lo que hace óptimo su empleo.

Recientes estudios internacionales, han demostrado que el tratamiento con enzimas como xilanasa, a través de la fermentación con bacterias lácticas como el *Lactiplantibacillus plantarum*, incrementa la actividad antioxidante del bagazo transformado, genera péptidos bioactivos y fenoles con resultado protector frente al estrés oxidativo (Postigo et al., 2025; Yusufoglu et al., 2025), además, otros estudios, constataron que los extractos derivados de BSG (*Brewer's Spent Grain*), promueven el crecimiento de bacterias probióticas como *Lactobacillus* y *bifidobacterium*, desencadenando ácidos grasos de cadena corta favorable para la salud del sistema humano (Pillajo y Tamayo, 2025; Calvo, et al., 2022). En la provincia de Manabí se investigó el desarrollo de extractos funcionales a partir de cervezas artesanales tipo Ale y Lager, para integrarlos en formulación de alimentos procesados, los extractos Ale presentaron mayor capacidad antioxidante (57,3 % en el ensayo DPPH y 55,8 % en el método ABTS), en las valoraciones sensoriales, la formulación Ale también se destacó con (2 %), en las preferencias con un nivel de aceptación de $(8,2 \pm 0,3)$ (Mosquera, et al., 2025).

Por otra parte, si bien, las investigaciones puntuales sobre cervezas artesanales, aún son escasas, en las que se han desarrollado, se reconoce, ciertas limitaciones en el mantenimiento de la viabilidad de las cepas probióticas después de la fermentación, dicción de lúpulo o almacenamiento del producto (Santos et al., 2024).



Con base en la evidencia de la literatura consultada, en el presente estudio, se plantea el objetivo general de desarrollar una mezcla homogénea de extractos funcionales y probióticos a partir del proceso de cerveza artesanal, conjuntamente los objetivos específicos de describir un proceso en el laboratorio que permita el desarrollo de una mezcla homogénea de extractos funcionales y probióticos de cerveza artesanal, evaluar las capacidades funcionales y probióticos de los extractos obtenidos mediante análisis de capacidad antioxidante, bromatológicos y microbiológicos y establecer una metodología práctica para el desarrollo de una mezcla homogénea de extractos funcionales y probióticos a partir de cerveza artesanal que maximice la dosis efectiva de su utilización.

En función de los resultados, se espera contribuir con el desarrollo de productos funcionales mediante el aprovechamiento de subproductos provenientes de los procesos productivos de la cerveza artesanal como alternativa innovadora para la salud de las personas y el aprovechamiento responsable de los recursos.

Material y métodos

Cervezas a estudiar

Para realizar el estudio, se empleó un batch de cerveza de 50 litros, del tipo Ale, provenientes de una cervecería nacional de la región litoral de Ecuador, las muestras se las obtuvo directamente de los fabricantes. Las características y requisitos, se describen en la tabla 1, 2 y 3.

Tabla 1

Características de la cerveza Ale:

Nombre		Características		
Ale	Alcohol	pH	Color	Amargor
	4,21%v/v	4,56	33°EBC	15°BU min 25°BU máx

Fuente. Elaborado por autores (2025)

Tabla 2

Requisitos microbiológicos:

Requisitos	Unidad	Cerveza Pasteurizada	
		Mínimo	Máximo
Microorganismos anaerobios	ufc/cm ³	-	10



Mohos levaduras up/cm^3 - 10

Fuente. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2013)

Tabla 3

Requisitos microbiológicos

Requisitos	Unidad	Cerveza		Cerveza no		Método de
		pasteurizada		pasteurizada		ensayo
R.E.P.	UFC/cm ³	-	10	-	80	NTE INEN 1 529-5
Mohos y levaduras	UP/cm ³	-	10	-	50	NTE INEN 1529-10

Fuente. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2013).

Extracción mediante evaporación presurizada en rotavapor

Se obtendrá el extracto de cerveza por medio del rotavapor RE301 el cual trabajará a una temperatura de 34°C. En conjunto a un sistema refrigerante que hace circular el agua o anticoagulante. Esto produce la condensación del disolvente, que se recupera en un colector, el conjunto es un sistema cerrado conectado a una bomba de vacío (Olivares et al.,2022). La finalidad de este proceso es eliminar los solventes presentes en las muestras, se establece una relación de evaporación del 98% sin efecto sobre su capacidad antioxidante.

Pruebas de capacidad antioxidante, análisis bromatológicos y microbiológicos

Se realizó pruebas para cada extracto obtenido, con tres réplicas a las dos muestras de cerveza.

Determinación de la actividad antioxidante Método DPPH

DPPH propuesto por Blois en 1958, consiste en un método de captación de radicales libres muy usado para determinar la actividad antioxidante de frutas (zumos), verduras, café, entre otros. Su fundamento se basa en la aceptación de un electrón o átomo de hidrógeno por la molécula 1,1-difenil-2-picrilhidrazina, que en solución en metanol es de color violeta intenso. Este estudio requiere de un espectrofotómetro que mediante una longitud de onda de 517 nm es medida al absorbancia a medida que el electrón es aceptado, en la cual la solución DPPH al reaccionar con un sustrato antioxidante que puede donar un átomo de hidrógeno, el color



violeta presente en la solución inicial se desvanece, pasando del color violeta a un color amarillo (reducción del radical libre por antioxidantes), siendo el amarillo un color indicador de las propiedades antioxidantes de las muestras analizadas de interés (Ruiz, 2020).

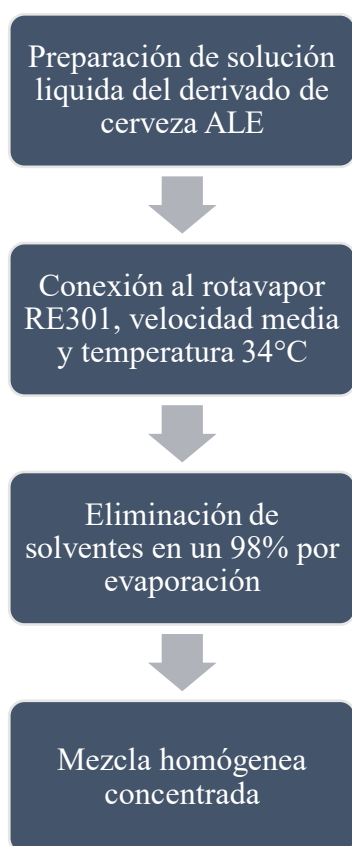
Análisis bromatológicos y microbiológicos

Se realizarán las respectivas pruebas para cada uno de los parámetros establecidos y se comparará con la norma INEN 2262, aplicada para bebidas alcohólicas cervezas.

Resultados

Figura 1

Proceso aplicado en la extracción de los extractos funcionales



Nota. Preparación de solución líquida del derivado de cerveza ALE. Conexión al rotavapor RE301, velocidad media y temperatura a 34 ° C. Eliminación de solventes en un 98% por evaporación. Mezcla homogénea concentrada. Fuente. Elaborado por autores (2025).

En el proceso para obtener los extractos funcionales, derivado del proceso de cerveza Ale, se prepararon las muestras procedentes de la elaboración de la cerveza artesanal, para conseguir una mezcla homogénea, se utilizó la evaporación, mediante un equipo rotavapor RE301 con una temperatura controlada de 34°C y un ajuste de velocidad media (60-100 RPM), cuando los solventes son condensados se recoge en un matraz de recolección y a medida que se evaporan se concentra nuestra solución de cerveza, obteniendo nuestra mezcla homogénea concentrada. El rotavapor eliminó un 98 % de los solventes (alcoholes, agua, entre otros) que se encontraron presentes en la mezcla, en la última fase se buscó preservar la capacidad microbiana y antioxidante del extracto, monitoreando el proceso de evaporación y ajuste de velocidad para mayor seguridad y eficiencia.

Análisis físico químico y bromatológico

Caracterización de las muestras: En esta fase, se analizó dos muestras representativas correspondientes a diferentes etapas del proceso de elaboración de cerveza artesanal, con el objetivo de evaluar los cambios fisicoquímicos y bromatológicos relacionados con la obtención de extractos funcionales y compuestos probióticos.

Después de la cocción: Es una fase esencial en el proceso de elaboración de cerveza artesanal, esta muestra fue obtenida luego de transformar el mosto y la aplicación de un rotavapor RE301 a 34 °C, cuyo propósito fue la eliminación de solventes. El producto resultante es considerado un extracto funcional de cerveza artesanal, ya que conserva compuestos bioactivos, antioxidantes y nutrientes propios del mosto concentrado, sin haber sido sometido aún a fermentación.

Cerveza terminada: Esta muestra corresponde al producto final luego de completar el proceso de fermentación, en esta etapa, la acción de las levaduras permitió la formación de etanol, compuestos orgánicos, ácidos y otros metabolitos que potencian el valor funcional del producto, esta solución también fue sujeta al proceso de concentración en el rotavapor R301 a 34°C. Bajo condiciones adecuadas, esta cerveza puede presentar también propiedades probióticas, siempre que contenga microorganismos viables. Ambas muestras fueron sometidas a análisis físico-químicos y bromatológicos exhaustivos para comparar su composición y determinar el impacto de la fermentación en su perfil nutricional y características organolépticas cómo se detalla en la tabla 4.



Tabla 4

Resultados del análisis físico químico y bromatológico

Parámetros	Muestra después de la cocción	Muestra de cerveza terminada	Metodología	Equipos
pH	6,86	4,73	-	Potenciómetro
Densidad	1,10	1,0	g/cc	Hidrómetro
Densidad (picnómetro)	1,018	0,99	g/cc	Picnómetro
Turbiedad	97,31	-	NTU	Espectro UV
Cenizas	0,49	0,14	%	Mufla
Azúcares reductores	219	335,4	mg/l	Espectro UV
Grasas	0,3	0,2	%	Hezano y Soxleth
Carbohidratos totales	-	-	%	Espectro UV
Acidez total	0,13	0,54	%	Titulación volumétrica
Índice de acidez	0,85	3,4	mg KOH/g	Titulación volumétrica
Hierro total	0,06	0,02	mg/l	Espectro UV

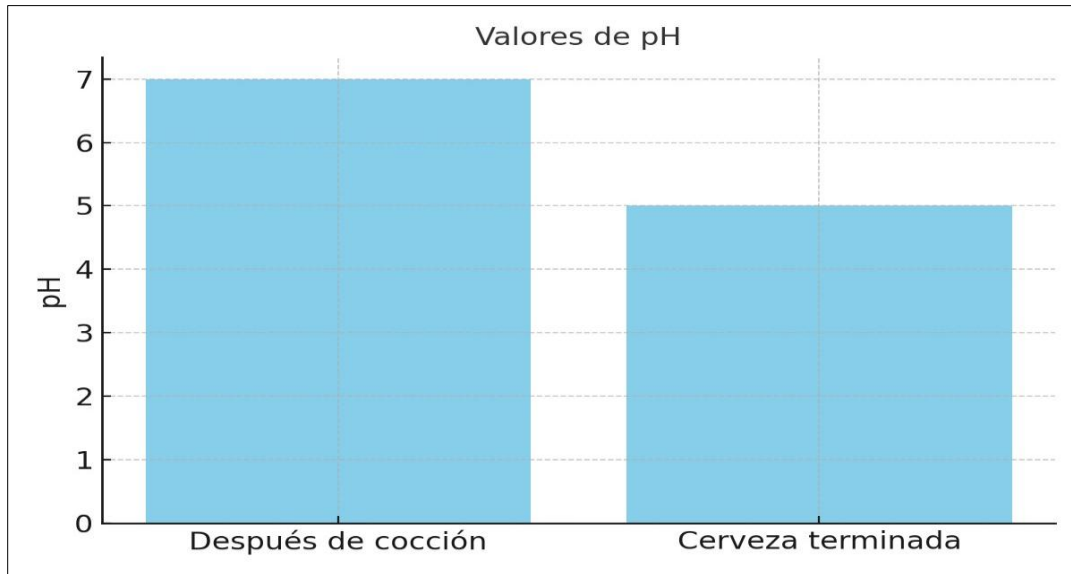
Fuente. Muestra de cerveza artesanal tipo Ale

A continuación, se presenta y analiza los principales parámetros evaluados en las muestras obtenidas durante el proceso de producción de cerveza artesanal: El pH de la muestra posterior a la cocción fue de 6,8 mientras que en la cerveza terminada disminuyó a 4,8 (ver figura 2). Esta reducción es esperada y deseable, ya que indica la acidificación natural del medio durante la fermentación, atribuida a la producción de ácidos orgánicos por la actividad metabólica de las levaduras. Un pH inferior a 5 en la cerveza terminada contribuye a su estabilidad microbiológica y mejora su perfil sensorial.

Figura 2

Valores de pH en las etapas del proceso



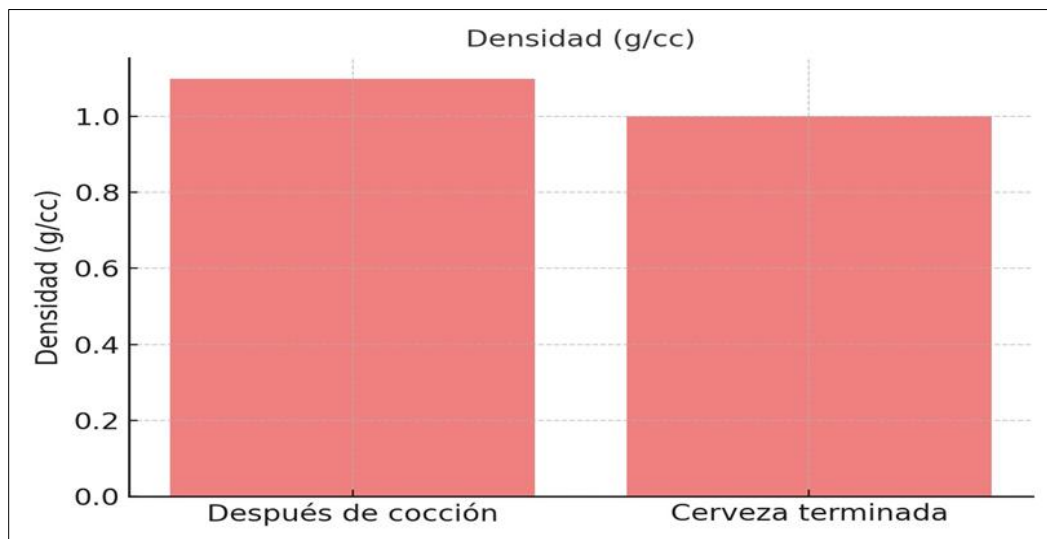


Fuente. Elaborado por autores (2025).

En referencia a la densidad, inicialmente fue de 1.10 g/cc (hidrómetro) y 1.018 g/cc (picnómetro). Tras la fermentación, la densidad disminuyó a 1.0 g/cc (hidrómetro) y 0.99 g/cc (picnómetro). Esta reducción refleja el consumo de azúcares fermentables por parte de las levaduras, transformándolos en etanol y dióxido de carbono, lo cual es característico en una fermentación eficiente. Estos parámetros se pueden observar en la figura 3.

Figura 3

Valores de densidad en las etapas del proceso

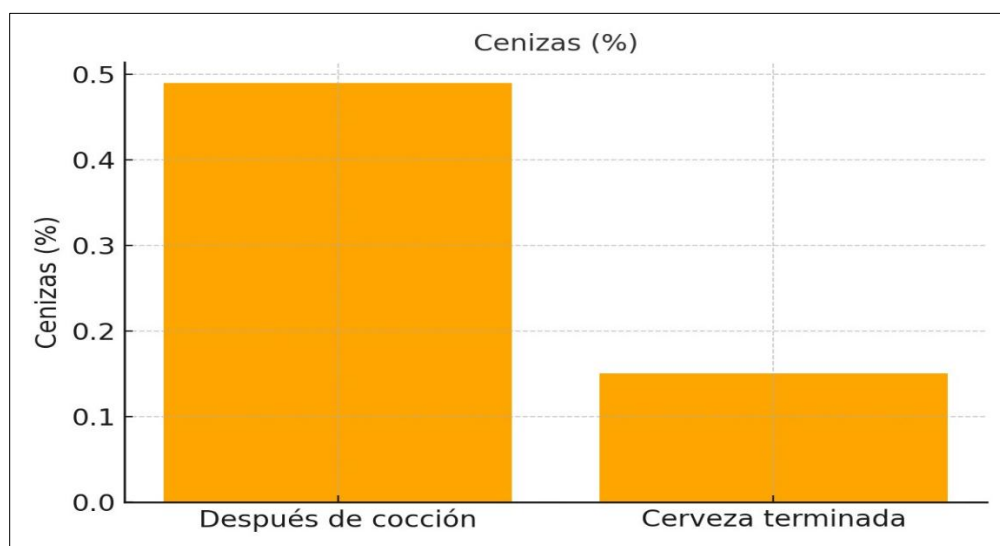


Fuente. Elaborado por autores (2025).

En relación a la turbiedad, la muestra posterior a la cocción presentó una alta turbiedad (97.31 NTU), lo cual es típico antes de que se inicie la sedimentación o clarificación del mosto. La ausencia de medición en la cerveza terminada no permite comparar, pero se esperaría una turbidez significativamente menor si se aplicó algún método de clarificación. Así mismo, la concentración de cenizas disminuyó de 0.49% a 0.14% en la muestra final, lo que sugiere una reducción de minerales y componentes inorgánicos posiblemente por precipitación durante la fermentación y la decantación, según se indica en la figura 4

Figura 4.

Contenido de cenizas

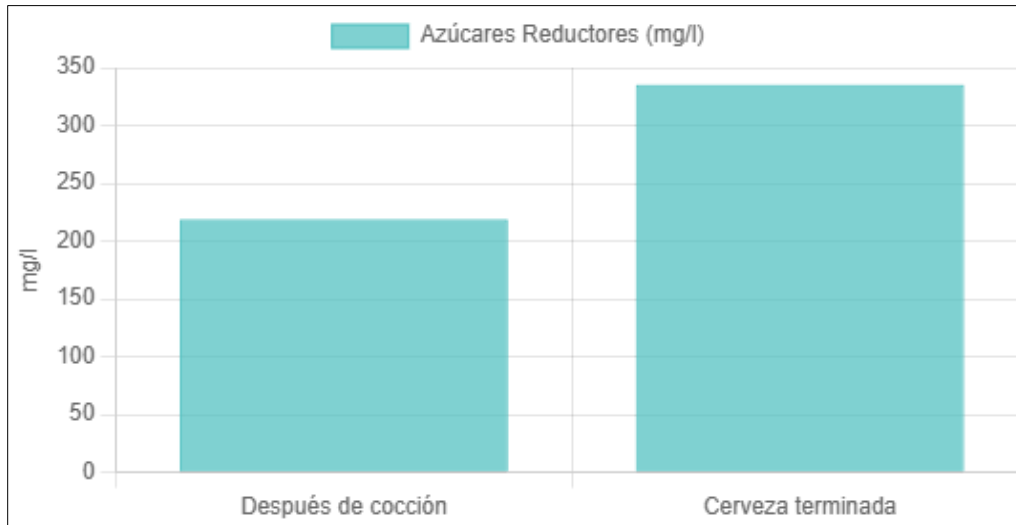


Fuente. Elaborado por autores (2025).

Contrario a lo esperado, los azúcares reductores, aumentaron de 219 mg/L a 335.4 mg/L en la cerveza terminada (ver figura 5). Esta anomalía puede atribuirse a una liberación de azúcares no fermentables o a la hidrólisis de compuestos complejos durante la fermentación, también puede indicar la presencia de residuos de maltosa o dextrinas.

Figura 5.

Azúcares Reductores

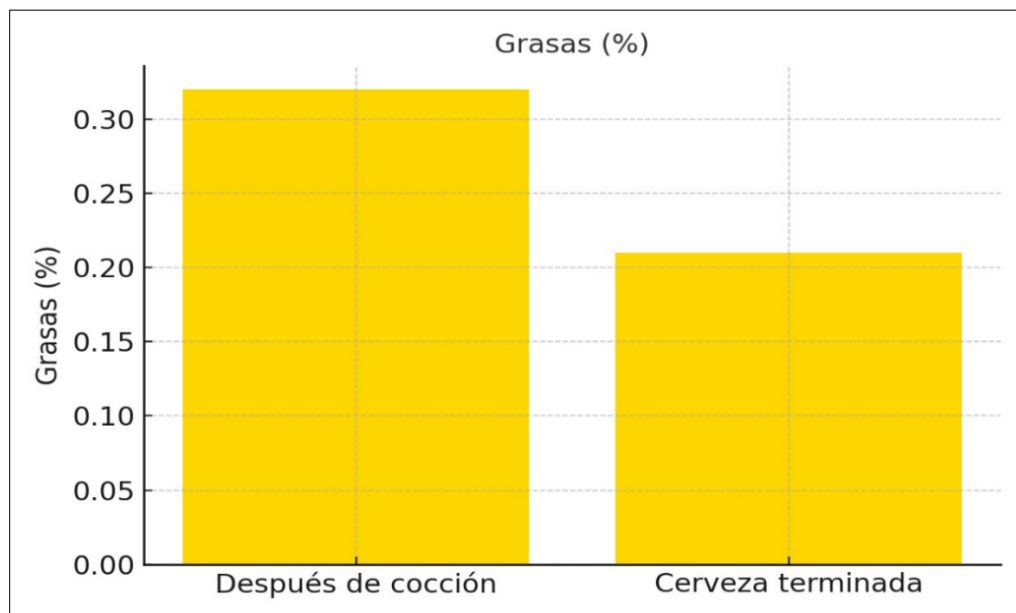


Fuente. Elaborado por autores (2025).

En referencia a las grasas, su contenido, se redujo levemente de 0.3% a 0.2%, lo que puede deberse a la retención de lípidos en los sedimentos o a su extracción parcial por el etanol formado durante la fermentación. Esta ligera disminución en el contenido de grasas se puede observar en la figura 6.

Figura 6.

Contenido de grasas

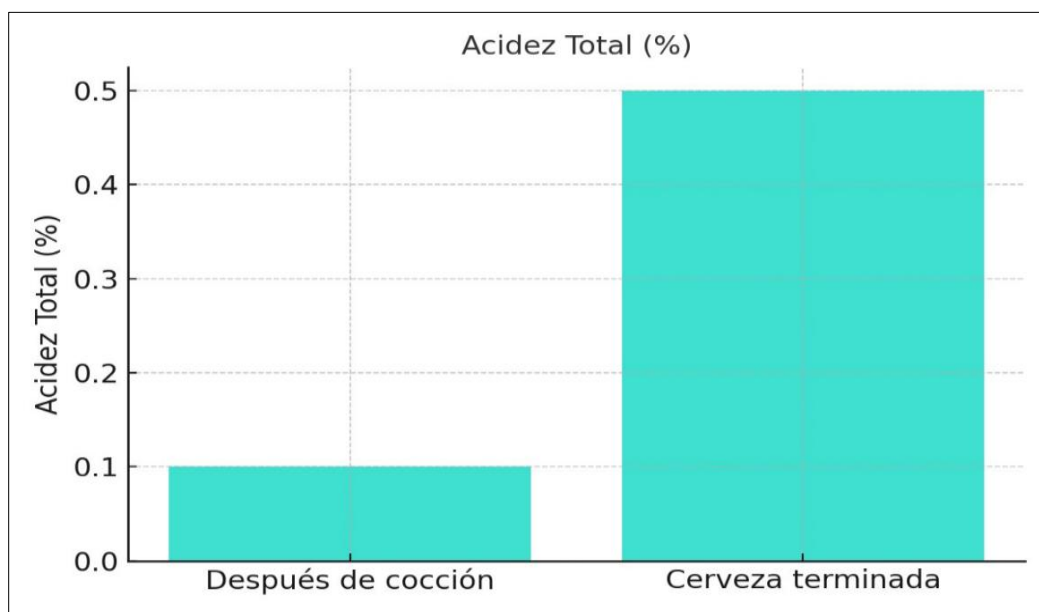


Fuente. Elaborado por autores (2025).

En términos de la acidez total e índice de acidez (ver figuras 7 y 8), se observó un aumento en la acidez total de 0.13% a 0.54% y en el índice de acidez de 0.85 a 3.4 mg KOH/g. Esto confirma la formación de ácidos orgánicos durante la fermentación, lo cual favorece el sabor, conservación y estabilidad del producto. En el contenido de hierro, disminuyó de 0.06 a 0.02 mg/L, lo cual puede deberse a su precipitación o absorción en compuestos insolubles. Este descenso es positivo, ya que altos niveles de hierro pueden afectar la estabilidad y provocar turbidez o sabores metálicos.

Figura 7.

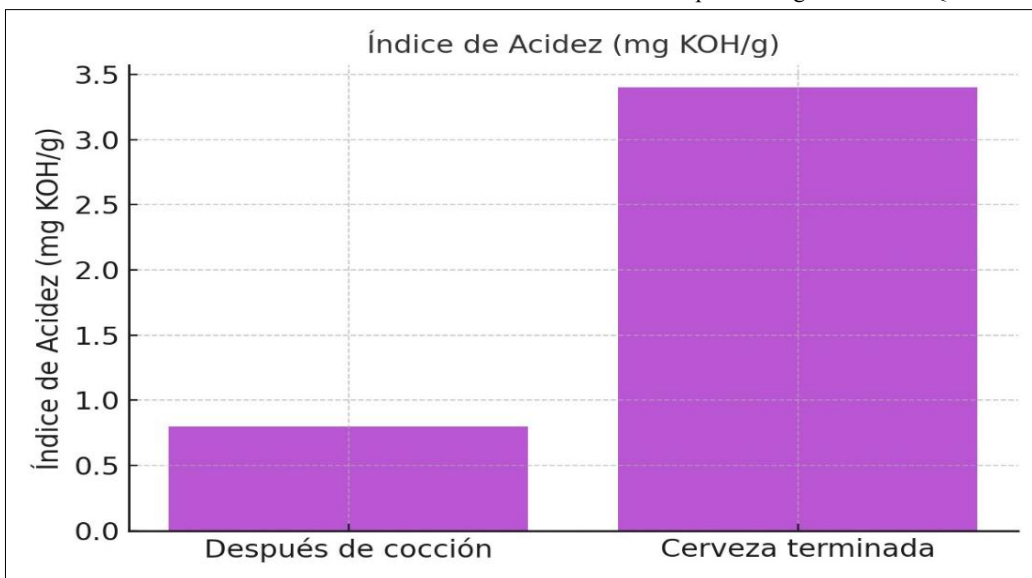
Acidez total



Fuente. Elaborado por autores (2025).

Figura 8.

Índice de acidez



Fuente. Elaborado por autores (2025).

De forma global, los resultados obtenidos indican cambios afines con las fases de fermentación y de maduración de la cerveza artesanal. Estos resultados dejan ver una evolución positiva relacionada con los parámetros cruciales, como son, el pH, la densidad y acidez. Este análisis permite deducir que, la última etapa del producto mantiene determinantes físico-químicos apropiados para ser consumidas. Además, en todas las etapas, se revelaron propiedades técnicas eficientes. Así mismo, se encuentran alineados a lo señalado en la Norma Técnica INEN 2262 (2022), referente a que, la muestra de cerveza analizada, debe tener un pH promedio entre 4,0 y 5,0, resultados que estarían certificando la estabilidad microbiológica. En el presente análisis, se consiguió un pH de 4,74, lo que está dentro de los parámetros permitidos por la norma, al mismo tiempo, esto representa un correcto procedimiento en la fermentación y excelente calidad higiénico sanitario conseguido en el producto final.

Los resultados alcanzados concuerdan con el estudio de Marín et al. (2023), que encontró los análisis de las muestras dentro del rango establecido por la NOM-199-SCFI2017, este estudio fue desarrollado en la ciudad de México, en cervezas artesanales, cumplieron las normas dispuestas, sobre todo en bajo contenido de metanol, por lo cual, estas cervezas fueron aprobadas para su comercialización en los mercados. Ambos resultados, apoyan con una

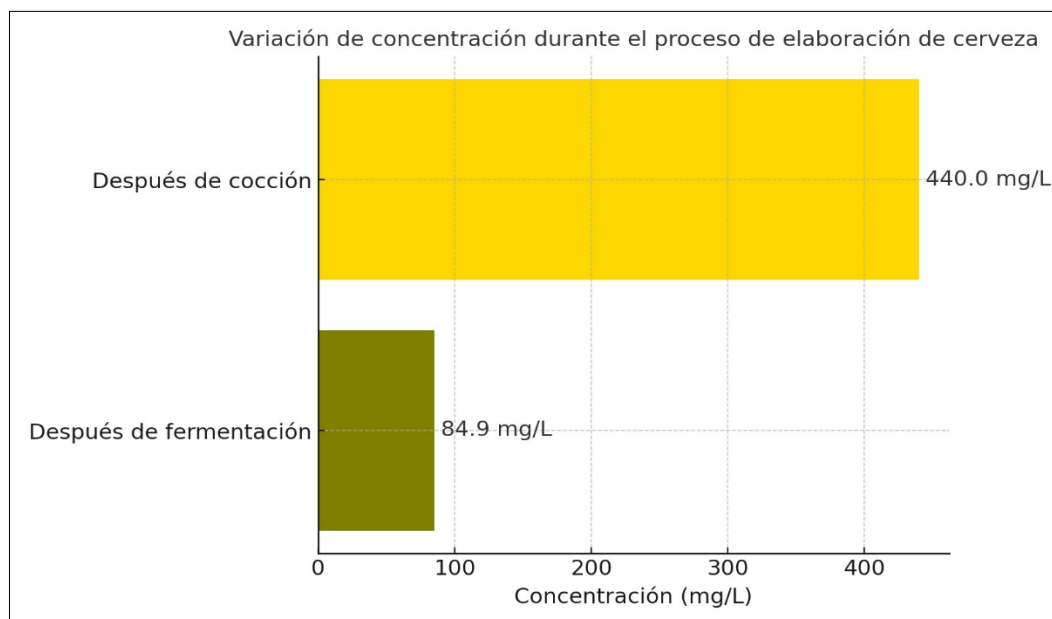
mejor comprensión del comportamiento de los compuestos bioactivos y nutrientes, en las distintas fases, lo cual permite la comparación entre el extracto inicial y el producto final.

Análisis del nivel de concentración durante la elaboración

En los hallazgos relativos al nivel de concentración, se presentaron variantes en el nivel de concentración del compuesto medido (mg/L) durante el proceso de elaboración de la cerveza artesanal, específicamente en las etapas de cocción y fermentación, lo cual se puede visualizar en la figura 9.

Figura 9

Variación de la fermentación (Fenoles totales)



Fuente. Elaborado por autores (2025).

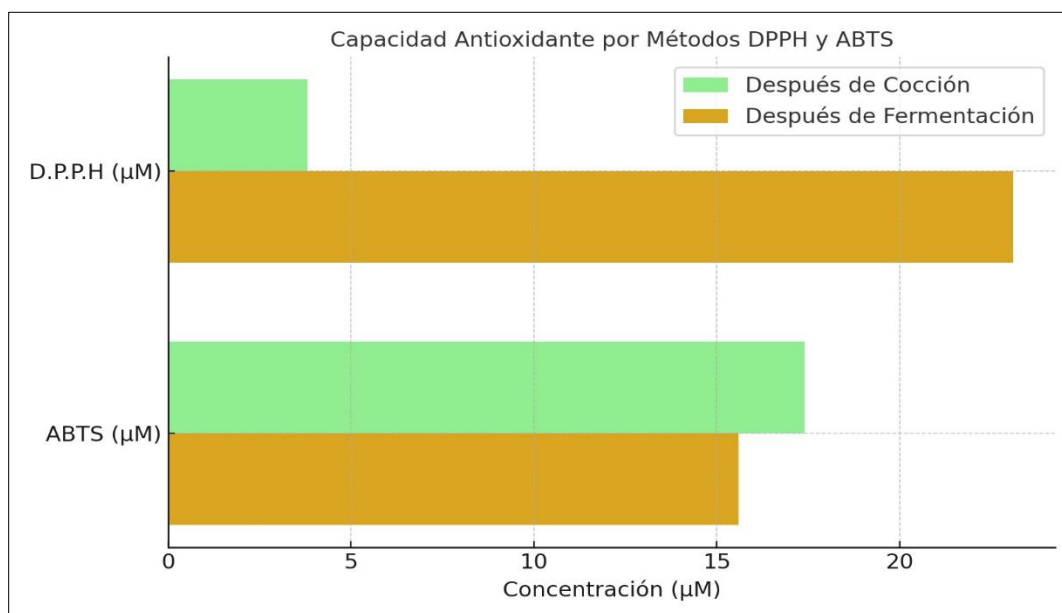
Se pudo observar una notable disminución en la concentración del compuesto analizado, pasando de 440 mg/L después de la cocción a 84,9 mg/L tras la fermentación. Esta reducción podría estar asociada al consumo de sustratos por parte de los microorganismos durante el proceso fermentativo o a la transformación de dichos compuestos en metabolitos secundarios. Según indica Borja et al., (2022), este comportamiento es común en procesos fermentativos donde los azúcares y otros compuestos solubles son degradados por las levaduras, reduciendo su concentración inicial. durante la etapa de maduración, una parte de

los compuestos fenólicos tiende a sedimentarse, lo cual justifica la reducción observada en su concentración.

No obstante, en cuanto a la capacidad antioxidante, se detectaron variaciones entre las mismas muestras. Tras la cocción, se registraron valores más elevados, atribuibles a la formación de sustancias como melanoidinas, sulfitos y otros productos intermedios generados por la reacción de Maillard, los cuales tienen un rol destacado en la actividad antioxidante. En cambio, después de la fermentación, algunos compuestos antioxidantes — como los polifenoles — pueden disminuir como consecuencia del metabolismo de las levaduras y de la precipitación de complejos que se depositan en el sedimento. Estos resultados evidencian la importancia de controlar cuidadosamente cada etapa del proceso, especialmente si el objetivo es mantener o resaltar determinadas propiedades funcionales del extracto, como su actividad antioxidante o contenido bioactivo.

Figura 10

Capacidad antioxidante por Métodos DPPH y ABTS



Fuente. Elaborado por autores (2025).

Se realiza una comparación de la capacidad antioxidante de las muestras de cerveza



en dos etapas del proceso: después de la cocción y después de la fermentación, utilizando los métodos DPPH y ABTS. En el caso del método DPPH, se observa un incremento significativo de la capacidad antioxidante después de la fermentación, alcanzando una concentración de 23.1 μM , en comparación con los 3.8 μM registrados después de la cocción. Esta variación puede atribuirse a la formación de nuevos compuestos antioxidantes durante la fermentación, posiblemente relacionados con la actividad metabólica de las levaduras. Por otro lado, el método ABTS muestra un patrón diferente, donde la capacidad antioxidante disminuye ligeramente después de la fermentación. Las concentraciones registradas fueron de 17.4 μM después de la cocción y 15.6 μM después de la fermentación.

Esta diferencia puede explicarse por la sedimentación de ciertos compuestos fenólicos o por la degradación parcial de antioxidantes debido al proceso fermentativo. Mientras que en el trabajo de Reyes y García (2021), se reportaron concentraciones de 3.63 μM en la cerveza artesanal y de 1.16 μM en la industrial, valores considerablemente inferiores a los reportados en el presente estudio.

En conjunto, estos resultados indican que el método DPPH es más sensible a los cambios inducidos por la fermentación, mientras que el método ABTS refleja con mayor claridad los efectos de la cocción. Estas variaciones permiten comprender cómo cada etapa del proceso de elaboración de cerveza influye en la capacidad antioxidante de los extractos obtenidos

Análisis microbiológico

Tabla 5

Resultados del análisis microbiológico

Parámetros	Resultado	Unidad	Método de análisis interno	Método de análisis de referencia
Recuento de bacterias probióticas después de la cocción	1.66×10^7	UFC/MI	MMI-21	LBS Agar (Lactobacillus Selección Agar) /REP



Recuento de	3.66×10^7	UFC/MI	MMI-21	LBS Agar
bacterias probióticas				(Lactobacillus
después de la				Selección Agar)
fermentación				/REP

Nota. UFC/mL= unidades formadoras de colonia por mililitro.

El análisis microbiológico realizado a las muestras de cerveza artesanal evidenció una presencia significativa de bacterias probióticas, específicamente del género *Lactobacillus*, en ambas etapas del proceso: post-cocción y post-fermentación. Después de la cocción, el recuento fue de 1.66×10^7 UFC/mL, mientras que, tras la fermentación, este valor se incrementó a 3.66×10^7 UFC/cm³. Este aumento representa una duplicación aproximada de la carga microbiana benéfica, lo cual puede atribuirse al ambiente favorable generado durante la fermentación, que estimula el crecimiento de bacterias probióticas. Según indican Vázquez et al. (2021), los compuestos presentes en los extractos funcionales, estimulan el crecimiento de bacterias probióticas, por cuanto, cumplen la función como sustratos fermentables.

El análisis fue realizado utilizando el medio selectivo LBS Agar (*Lactobacillus* Selection Agar), siguiendo el protocolo interno MMI-21 y respaldado por metodología de referencia REP. Este tipo de medio es adecuado para el aislamiento y recuento de *Lactobacillus*, asegurando una cuantificación precisa y específica. Si bien, al comparar estos resultados, con los requisitos de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2262 (2013) se establece que el límite máximo permitido para el recuento de microorganismos aerobios mesófilos en cervezas no pasteurizadas es de hasta 80 UFC/cm³. Los valores de este estudio equivalen a 1.66×10^7 UFC/cm³ y 3.66×10^7 UFC/cm³, respectivamente, cifras que superan por amplio margen el límite permitido por la normativa nacional.

En este sentido, es importante mencionar, que la normativa INEN se enfoca en el control de microorganismos contaminantes, mientras que en este caso se trata de bacterias probióticas intencionalmente incorporadas. La presencia de *Lactobacillus* en niveles elevados puede considerarse deseable si el producto se orienta como bebida funcional con propiedades benéficas para la salud intestinal, como en el presente estudio. Por tanto, aunque los recuentos bacterianos observados (1.66×10^7 a 3.66×10^7 UFC/cm³) superan los valores establecidos por la norma INEN, estos resultados corresponden a bacterias probióticas intencionales, no



a microorganismos patógenos o contaminantes, de acuerdo a los resultados en el trabajo de Espinoza y Toledo (2023), las cifras del análisis superaron a lo señalado en la norma INEN, al igual que en el presente trabajo, se debe distinguir entre microorganismos contaminantes y cepas probióticas beneficiosas.

Los resultados obtenidos durante el estudio, se muestran positivos, ya que reflejan el potencial de la cerveza artesanal como un vehículo funcional para el aporte de microorganismos probióticos, especialmente si se considera su estabilidad posterior y su posible aporte al microbiota intestinal del consumidor.

Discusión de resultados

El manejo del rotavapor, ayudó con la obtención de un concentrado de extractos, sin complicar las propiedades antioxidantes, lo que es una importante ventaja para desarrollar suplementos, bebidas fermentadas y otros derivados con potencial para ser incluido en la industria alimentaria o farmacéutica. Coincide con el estudio de Chaudhry et al. (2022), donde se utilizó el rotavapor para extracto funcionales y se logró preservar la actividad antioxidante y el contenido fenólico en temperaturas de 40 °C y 45 °C. Si bien en este estudio se trabajó a 34°C se logró una evaporación al 98 % de solventes, sin perturbar la capacidad antioxidante del extracto funcional objeto de análisis, lo que valida el proceso escogido.

Así mismo, los resultados de este trabajo, demostraron que el extracto analizado mantiene particularidades funcionales y nutricionales específicas, los parámetros físico químicos en las fases de cocción y fermentación indicaron la eficacia de la fermentación como fase determinante en el enriquecimiento del producto final, el aumento de bacterias probióticas en la fase post-fermentativa, especialmente *Lactobacillus* spp, hace que sea viable considerar esta clase de bebidas en el desarrollo de productos con valores agregados utilizados para el mejoramiento de la salud. Se debe especificar que, los *Lactobacillus* spp, forman parte del grupo de bacterias Gram-positivas, si bien, en este trabajo se las aborda directamente como bacterias probióticas, debido a que el interés del estudio está centrado en las propiedades funcionales en fase post fermentativa y en el aporte al valor agregado de las bebidas fermentadas, más que en su clasificación taxonómica.

En un estudio realizado por Granget, et al.(2024), encaminado a la producción de ácido L-láctico utilizando bagazo cervecero, se consiguió que este subproducto integra fuentes de



carbono, nitrógeno y minerales, por lo cual puede ser estimado materia prima funcional en procesos fermentativos, se pudo identificar que la mezcla de amiloglucosidasa, glucanasa, celobiohidrolasa y papaína, resultó esencial en la liberación de glucosa y proteínas, existiendo una relación de la concentración de glucosa con la producción de ácido L-láctico, en concentración de hasta 120 g/L. Estos hallazgos respaldan los resultados del presente estudio, en el que se consiguió un aumento en el proceso de recuento de bacterias probióticas (de 1.66×10^7 a 3.66×10^7 UFC/mL) después de la fase de fermentación. Por tanto, la producción de compuesto funcionales como el ácido L-láctico, en la fermentación refuerza la posición de que la cerveza artesanal puede conformar una vía apropiada en el desarrollo de cepas probióticas.

Por otra parte, durante los recuentos microbiológicos comparados con la norma NTE INEN 2262 (2013), se pudo detectar superación de los límites normales para microorganismos aerobios mesófilos, ácido lácticos, si bien, al tratarse de cepas que no son productos de contaminación accidental, sin agregados por sus efectos probióticos, es una diferencia que llama la atención sobre la necesidad de actualizar la normativa tendiente a examinar productos con microorganismos funcionales para diferenciarlos de agentes contaminantes.

Conclusiones

En función de los objetivos específicos propuestos en este trabajo se concluye lo siguiente: Se logró la descripción detallada del proceso de laboratorio para la obtención de la mezcla homogénea de extractos funcionales y probióticos de muestras de elaboración de cerveza artesanal, se utilizó un rotavapor RE301 a temperatura de 34°C con un ajuste de velocidad media 60-100 RPM, en este proceso se buscó conservar la capacidad microbiana y antioxidante del extracto para lograr mayor efectividad en el producto final. Se pudo confirmar que en un laboratorio y en condiciones controladas es factible la extracción de mezclas funcionales a partir de la cerveza artesanal que con el proceso adecuado pueden ser aplicadas en la industria alimentaria, farmacéutica o nutricional.

Se pudo evaluar las capacidades funcionales y probióticas de los extractos obtenidos mediante análisis de capacidad antioxidante bromatológicos y microbiológicos, esto permitió conocer las variaciones de cada uno de los parámetros comparando las etapas de cocción y fermentación, demostrando la eficacia de los procesos como base fundamental para el



enriquecimiento del producto final. En base a los análisis aplicados se evidenció el aumento de bacterias probióticas en la etapa post fermentación, en el que se destacó el *Lactobacillus* spp, lo mismo, permitió considerar el extracto como viable para desarrollar productos de valor agregado enfocados en la salud gastrointestinal del consumidor.

En los procesos, teóricos y prácticos desarrollados durante el presente trabajo, se pudo estructurar una metodología para el desarrollo de una mezcla homogénea de extractos funcionales a partir de la cerveza artesanal, el producto final garantiza la estabilidad de cada uno de los compuestos y la viabilidad probiótica de las muestras. En la comparación de recuentos microbiológicos logrados, con la norma NTE INEN 2262, en estado vigente, se pudo identificar que esta, superó los límites aprobados para microorganismos ácido lácticos, si bien, también se debe especificar, que la norma no diferencia agentes potencialmente contaminantes, de los microorganismos funcionales, como en caso del presente análisis.

Referencias bibliográficas

- Ayala, A., Campo, Y., & Víctor, G. (2018). *Ultrasonido en el procesamiento de alimentos*. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial.
- Barberán, O. L., & Muñoz, W. A. (2022). Caracterización química de los residuos sólidos procedentes de la elaboración de tres tipos de cerveza artesanal (stout - negra, imperial - rubia, guayacán - roja). *La técnica. Revista de Agro ciencias*, 27 13-25. doi: https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i27.3624
- Bhargava, N., Mor, R. S., & Kumar, K. (2022). Avances en la aplicación del ultrasonido en el procesamiento de alimentos: una revisión. *Sonoquímica ultrasónica*, 70(1)1- 293. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2020.105293>
- Borja, J. G., Álava, R. C., Mendoza, J. J., & Zambrano, R. L. (2022). Calidad fisicoquímica y sensorial de cerveza artesanal estilo blonde ale con infusión de flor deshidratada de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*). *Manglar*, 19(4): 331-339. <http://www.scielo.org.pe/pdf/mang/v19n4/2414-1046-manglar-19-04-331.pdf>
- Calvo, C. C., Medina, M. A., & Santiago, A. D. (2022). Probióticos presentes en bebidas fermentadas mexicanas. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico Biológicas*, 25: 1-13,. doi:<https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.436>

- Chaudhry, F., Chaudhry, F., Chaudhry, F., & Chaudhry, F. (2022). Extraction and Evaluation of the Antimicrobial Activity of Polyphenols from Banana Peels Employing Different Extraction Techniques. *Separations*, 9(7),165. doi: <https://doi.org/10.3390/separations9070165>
- CisLab. (18 de marzo de 2018). Usos y funciones del rotavapor. <https://www.cislab.mx/uso-y-funciones-del-rotavapor/>
- Espinoza, L. A., & Toledo, J. D. (2023). Formulación de cerveza artesanal tipo "Ale" a partir de maíz (*Zea mays*) como alternativa a la producción local de cerveza artesanal y a la importación de maltas. *UTMACH Universidad Técnica de Machala*, 1-103. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/pdf>
- Granget, C., Arul, M., Y, A., & Dabros, M. (2024). Granos gastados de cervecería como materia prima autosuficiente para la producción homofermentativa de ácido L-láctico ópticamente puro utilizando *Lactobacillus rhamnosus*. *Tecnología e innovación ambiental*, 34(1)10-82. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2024.103582>
- INEN. (2013). *Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Marín, H. E., Ruíz, L. D., & Reyes, M. M. (2023). Perfil fisicoquímico de cervezas artesanales del estado de Zacatecas por técnicas cromatográficas y de espectroscopio. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(5)14-79. doi: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i5.1408>
- Mosquera-Zambrano, K. M., Alcívar-Cedeño, U. E., & Munizaga-Párraga, D. R. (2025). Desarrollo de un extracto funcional de cerveza artesanal y su integración con condimentos salados para aplicaciones en alimentos procesados. *Journal Scientific MQR Investigar*, 9 (2),1-25. doi: <https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.2.2025.e553>
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN. (s.f.). *Bebidas alcohólicas, cerveza, requisitos, norma 2262. Plataforma oficial del Centro de Información: centrodeinformacion@normalizacion.gob.ec*. https://infoalimentario.com/wp-content/uploads/2022/09/pc_n-te_inen_2262_2r.pdf

- Norma Técnica INEN 2262:2013. (2024). Servicio Ecuatoriano de Normalización. *Plataforma del Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN*.
https://infoalimentario.com/wp-content/uploads/2022/09/pc_n-te_inen_2262_2r.pdf
- Olivares-Galván, S., Marina, M. L., & García, M. C. (2022). Extracción de compuestos valiosos de residuos cerveceros: raicillas de malta, lúpulo gastado y levadura gastada. *Tendencias en ciencia y tecnología de los alimentos*, 127(1)181-197.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.06.002>
- Oyediji, A. B., & Wu, J. (2023). Usos alimentarios de los residuos cerveceros: aplicaciones actuales y posibilidades futuras. *Biociencia de los alimentos*, 54 (10); 27-74. doi:
<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102774>
- Patentes técnicas ACHIEVE CHEM. (2024). La aplicación del evaporador rotatorio en experimentos biológicos. *Sitio web Shaanxi Lograr Química*.
<https://es.achievechem.com/news/the-application-of-rotary-evaporator-in-biolog-74023057.html>
- Pillajo, D. R., & Tamayo, F. M. (2025). Análisis de las propiedades funcionales de productos a partir de. *Ciencia y tecnología. Revista Amazónica*, 10 (1) 1-19.
<https://doi.org/10.59410/RACYT-v10n01ep01-0153>
- Postigo, V., García, M., Crespo, J., Canonico, L., Camitini, F., & Ciani, M. (2025). Propiedades bioactivas de las bebidas fermentadas: vino y cerveza. *Fermentación*, 11 (5), 234. <https://doi.org/10.3390/fermentation11050234>
- Reyes, J. D., & García-Cabrera, K. E. (2021). Capacidad antioxidante: conceptos, métodos de. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 9 (1),9-33.
<https://doi.org/10.23850/24220582.4023>
- Ruiz, M. (2020). *Determinación de la actividad antioxidante*. Universidad Simón Bolívar.
- Santos, D., Barreiros, L., Jesús, Â., Silva, A. L., & Martins, J. P. (2024). Beer with Probiotics: Benefits and Challenges of. *Beverages*, 10 (1),1-109.
<https://doi.org/10.3390/beverages10040109>
- Universidad de Castilla la Mancha UCLM. (2018). *FICHAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PREVENTIVAS*. Comité de Seguridad y Salud UCLM. <https://www.uclm.es/->



/media/Files/A01-Asistencia-Direccion/A01-Vicerrectorado-Ciencias-

Salud/Prevencion/fichas-equipos-de-trabajo/FICHAS/Ficha_BPP_Tupi.ashx?la=es

Vázquez, M. M., Quintana, S., Médici, S., & Gende, L. B. (2021). Evaluar la efectividad de la levadura de cerveza subproducto de la industria cervecera. *INNOTECH*, 24 (1), e622.

<https://doi.org/10.26461/24.05>

Yusufoğlu, B., Açar, Y., & Kezer, G. (2025). Explorando el potencial de las bebidas fermentadas con infusión de antocianina para soluciones de salud sostenibles: un camino hacia el desarrollo de alimentos funcionales. *Alimentos del futuro*, 12(1);10-708.

<https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100708>

Zugravu, C. A., Medar, C., & Manolescu, L. S. (2023). Cerveza y microbiota: caminos para una interacción positiva y saludable. *Nutrientes*, 7;15(4): 844.doi: 10.3390/nu15040844



Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

Los autores agradecen a la Universidad Técnica de Manabí, por el apoyo brindado para realizar el presente estudio, así como a los laboratorios y docentes que hicieron posible el desarrollo de la investigación.

