

**Functional, proximal and microbiological characterization of a craft
beer sample in its production process**
**Caracterización funcional, proximal y microbiológica de una muestra de
cerveza artesanal en su proceso productivo**

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: 15-ENE-2025 aceptación: 15-FEB-2025 publicación: 15-MAR-2025



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



Resumen

La cerveza artesanal se ha convertido en una de las bebidas populares en gran parte de países del mundo, siendo la cerveza Ale la que representa más del 90% de la producción mundial de la cerveza artesanal en la que se utiliza una mayor proporción de levadura Ale. En este estudio se desarrolló la caracterización funcional, proximal y microbiológica de muestras de cerveza artesanal tipo Ale en su proceso productivo; se evaluaron en dos momentos del proceso: el primero después de la cocción y el segundo después de la fermentación, ya que son las dos etapas de mayor impacto para el desarrollo de bacterias (microorganismos). Se empleó métodos para la obtención de los análisis realizados en las muestras, siendo estos la determinación física – químicas (pH, densidad, turbidez), bromatológicas (cenizas, azúcares reductores, grasas, carbohidratos totales, índice de acidez y hierro total), capacidad antioxidante por los métodos de D.P.P.H, ABTS y determinación de fenoles totales, microbiológicos donde se observa el recuento de bacterias probióticas empleando el método LBS Agar (Lactobacillus Selección Agar) / REP LBS Agar y crecimiento de coliformes. Por lo tanto los resultados presentaron crecimiento satisfactorio de bacterias consideradas probióticas (*Lactobacillus fermentum* ATCC 9338 y *Lactobacillus casei* ATCC 393) siendo 1.66×10^7 UFC/mL después de la cocción y después de la fermentación 3.66×10^7 UFC/mL, debido a que su resultado debe ser mayor a 10^6 UFC/mL para ser considerado probiótico según la normativa mencionada; mientras que la capacidad antioxidante empleando el ensayo de radical libre 2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl, presento que la muestra de cerveza después de la cocción obtuvo un mayor resultado que la muestra de la cerveza terminada, esto debido a los compuestos fenólico, las melanoidinas y los sulfitos que contienen las muestras.

Palabras clave: Cerveza artesanal; Capacidad antioxidante; Cerveza Ale; microbiológico



Abstract

Craft beer has become one of the popular beverages in many countries around the world, with Ale representing more than 90% of global craft beer production in which a higher proportion of Ale yeast is used. In this study, the functional, proximal and microbiological characterization of samples of craft beer type Ale in their production process was developed; They were evaluated at two moments in the process: the first after cooking and the second after fermentation, since they are the two stages with the greatest impact on the development of probiotic bacteria (microorganisms). Methods were used to obtain the analyzes carried out on the samples, these being the physical, chemical, bromatological determination of the antioxidant capacity by the D.P.P.H and ABTS methods, microbiological where the count of probiotic bacteria using the LBS Agar (Lactobacillus Selection Agar) / REO LBS Agar method and coliform growth. The most relevant results showed that there is a presence of probiotics in the samples analyzed because it is considered that the result has to be greater than 10^6 UFC/ml to be considered a probiotic; Although the antioxidant capacity used the free radical test 2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl, I present that the beer sample after cooking obtained a superior result than the finished beer sample.

Keywords: Craft beer; Antioxidant capacity; Ale beer; microbiological



Introducción

La cerveza es una de las bebidas fermentadas más consumidas a nivel mundial y tiene una importancia significativa como la principal bebida alcohólica producida en todo el mundo (Hinojosa, et al., 2023).

Actualmente, la cerveza artesanal se ha constituido en un área de estudio muy interesante, fundamentalmente porque en los procesos de fermentación aporta con la generación de compuestos bioactivos, probióticos y otros microorganismos provechosos en la prevención de enfermedades cardiovasculares, neuro generativas, cáncer, diabetes, entre otras., es decir el consumo de estos compuestos de la cerveza artesanal ayuda una dieta saludable en condiciones moderadas (Rodríguez, et al., 2023).

La industria cervecera está en constante evolución y busca innovación para satisfacer las variaciones entre los consumidores de cerveza artesanal, brindando a las empresas cerveceras industriales la oportunidad de desarrollar estrategias más personalizadas para llegar al objetivo que antes no habían sido consideradas (Steinbach, et al., 2023).

En efecto, se debe mencionar que “la cerveza es la bebida alcohólica más popular y consumida por todo el mundo, aproximadamente 167 países fabrican más de 144.000 millones de litros al año” (Mendoza, et al., 2021, p 62), bajo este contexto, surge la cerveza artesanal que incluye agregados, compuestos y microorganismos que unidos a procesos de fermentación deriva en múltiples beneficios para la salud.

Añade Morales (2018) que las diferencias entre la gran variedad de las cervezas artesanales, se distinguen por su calidad y sabor; mientras que a criterio de Montoya, et al., (2018), en Ecuador el mercado de las cervezas artesanales se determina por ser emprendimientos pequeños, situando esta actividad como economía popular y solidaria, de ahí que otorgar apoyo a la actividad de cervezas artesanales es de gran relevancia, ya que aporta con puestos de trabajo, a dinamizar la economía, resguardar la salud del consumidor, entre otras, ubicándose en el contexto sociocultural.

Por lo descrito, en Ecuador la cultura de la cerveza artesanal se está fortaleciendo, por un lado, las empresas de cervezas industriales están realizando esfuerzos por alcanzar un mayor número de consumidores, puesto que su marca ya es reconocida en el mercado, mientras que

el mercado de las cervezas artesanales mantiene gran potencial y está llamando la atención de los consumidores, es considerado un mercado de prestigio y gourmet, esto sucede por la gran versatilidad que brindan las fórmulas y gran cantidad de ingredientes que conforman una bebida realmente versátil.

La producción de cerveza artesanal genera residuos sólidos en cantidades importantes, a los cuales se le da un uso adecuado, debido a la dificultad que maneja un producto con alto contenido de humedad del 80 %, sumado a esto el contenido de polisacáridos de estos residuos los hace susceptibles al crecimiento microbiano lo que provoca un deterioro en corto plazo, por lo que es necesario aplicar un proceso de secado para su conservación y almacenamiento (Medina, et al., 2018).

El bagazo de la cerveza cuenta con propiedades como medio de cultivo, bacterias ácido lácticas. Estas bacterias poseen un papel importante en la industria de alimentos y biotecnología, ya que son utilizadas como iniciadores para la fabricación de alimentos y productos probióticos (Torrente, 2019) (Ramos & Talero, 2022).

La cerveza probiótica se obtiene utilizando microorganismos probióticos durante el proceso de fermentación, está definido como preparaciones celulares o componentes de células microbianas. Generalmente los microorganismos probióticos más conocidos son las bacterias lácticas, especialmente *lactobacillus acidophilus*, *lactobacillus rhamnosus*, *bifidobacterium*, *enterococcus o streptococcus. s. cerevisiae* var (Canonico, et al., 2021).

En el proceso productivo de la cerveza artesanal existe dos etapas de mayor impacto para el desarrollo de microorganismos siendo estas: después de la cocción y después de la fermentación. La finalidad del proceso de cocción es la estabilización enzimática y microbiológica del mosto, buscando la coagulación de las proteínas, siendo el proceso de fermentación el que juega un rol esencial en la calidad de la cerveza y es más difícil de controlar ciertos microorganismos que puedan afectar a la producción de la cerveza por la intervención de la levadura en este proceso; después de la fermentación la cerveza se separa de la levadura, la cual puede ser utilizada para fermentar más mosto (Espejo, et al 2014).

El objetivo de esta presente investigación fue desarrollar la caracterización físico, químico, funcional y recuento de bacterias probióticas de la muestra de cerveza artesanal tipo Ale en dos etapas: después de la cocción y después de la fermentación. Para lograr lo propuesto se



recurrió a pruebas de laboratorio de un prototipo de cerveza Ale artesanal, los resultados obtenidos se compararán con la norma INEN 2262, aplicada para bebidas de cervezas.

Material y métodos

Cervezas estudiadas.

Se estudió la cerveza artesanal de frutos rojos tipo Ale, producidas por una cervecería artesanal ubicada en la región litoral ecuatoriana. Las muestras para los análisis realizados fueron obtenidas directamente de los productores.

Característica de las cervezas Ale

En la siguiente tabla 1 muestra las características de la cerveza tipo Ale, siendo estas: Alcohol (%), pH, Color, Amargor.

Tabla 1

Características de las cervezas tipo Ale

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

Fuente. Cervecería artesanal

pH: Se realizó mediante lo estipulado por la NTE INEN 2262:2013.

Densidad: Determinación de densidad se basaron por lo estipulado en la Norma NTE INEN 2262:2013.

Turbidez: Fue evaluada utilizando un Espectrofotómetro UV, su unidad expresada en NTU.

Color de la cerveza: El método por el espectro UV a 430 nanómetros, en este análisis se diluye con agua la muestra por lo cual disminuye el color, por lo que se sugiere realizar diluciones, se realizó para ambas muestras dilución de 1:1 y 1:2. Se utilizó el método estándar de referencia (unidades SRM) adoptado en 1958 por American Society of Brewing Chemists (ABSC). Se utiliza las siguientes ecuaciones:

$$EBC = 25 \times D \times A430$$



$$SRM = 12,7 \times D \times A430$$

$$EBC = SRM \times 1,92$$

Donde:

EBC = Valor numérico del color en escala EBC (European Brewing Convention).

SRM = Valor numérico del color en escala SRM.

A430 = Absorbancia a 430nm.

D = Factor de dilución (D=1 sin diluir; D=2 dilución 1:1; etc.)

Bromatológicos

Cenizas: Fue evaluado por el método de ensayo utilizado por la NTE INEN – ISO 2171.

Azúcares reductores: Se utilizó la técnica del ácido 3,5-dinitrosalicílico ADNS (Miller, G. 1959), es una técnica colorimétrica que emplea un procedimiento que se basa en una reacción redox que ocurre entre el DNS y los azúcares reductores presentes en las muestras, seguido de la determinación espectro fotométrica a 540nm de los azúcares reductores. El equipo utilizado fue un espectrofotómetro UV- Visible Génesis 180.

Grasas: En la determinación de grasas se utilizó el método de Soxhlet con hexano, este es un método clásico, pues con base en una propiedad de la sustancia, permite cuantificar de forma indirecta su presencia en los alimentos. Método con procedimiento de validación proporcionados por Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C) (2016) para alimentos, bebidas y concentrados.

Carbohidratos totales: Fenol-ácido sulfúrico (Dubois, 1956), es un método colorimétrico simple y rápido para determinar los carbohidratos totales en una muestra. Este consiste en la deshidratación de la glucosa y fructuosa en medio ácido para formar 5. Hidroximentilfurfural. Se utilizó el espectrofotómetro UV – Visible Genesys 180.

Acidez total: Método por titulación con fenolftaleína e hidróxido de sodio al 0,1N con base en NTE INEN 2323 (2002).

Índice de acidez: Para la determinación de este se desarrolló mediante el método de titulación volumétrica con ml de hidróxido de sodio / gr de muestra, para este análisis se utilizó un Erlenmeyer de 500 ml, refrigeración a reflujo y una pipeta de doble aforo (Lees, 1982).



Hierro total: Método del tiocianato, una vez oxigenada y en medio clorhídrico. Aparece una coloración roja, que se utiliza para comparar con una solución patrón, utilizando el espectrofotómetro UV – Visible Genesys 180.

Fenoles totales: Método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (García, et al., 2015) produciéndose reacciones de oxidación – reducción. Equipo utilizado espectrofotómetro UV – Visible Genesys 180.

Propiedades antioxidantes

D.P.P.H: El ensayo de radical libre 2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), es una molécula que se encuentra estable, además de ser soluble en solventes orgánicos como el metanol y etanol. Fue empleado para medir la capacidad antioxidante según el método modificado por Abderrahim, utilizando espectrofotómetro UV – Visible Genesys 180 (Pachas, 2019).

ABTS: El ensayo radical ABTS (ácido 2,2-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico) constituye la base de los métodos espectrofotométricos que han sido aplicados para medir la actividad antioxidante total de las soluciones puras y mezclas acuosas, procedimiento descrito en el trabajo de Orjuela (2015). Utilizando espectrofotómetro UV – Visible Genesys 180.

Microbiológicos

En la siguiente tabla 2 muestra los requisitos microbiológicos que debe cumplir para cervezas como: microorganismos anaerobios, Mohos y levaduras descrito por la Norma INEN de Bebidas Alcohólicas – Cervezas, 2013.

Tabla 2

Requisitos microbiológicos

Requisitos	Unidad	Cerveza Pasteurizada	
		Mínimo	Máximo
Microorganismos anaerobios	ufc/cm^3	-	10
Mohos levaduras	up/cm^3	-	10

Fuente. (INEN, 2013)



Detección de coliformes: Se utilizó el método de ensayo descrito por la NTE INEN 1529-1 para bebidas alcohólicas.

Técnica de Recuento de Bacterias Probióticas

El método utilizado es LBS Agar (Lactobacillus Selección Agar) / REP LBS Agar. Es un medio cultivo apropiado para el aislamiento y recuento de lactobacilos y otras bacterias ácido lácticas a partir de muestras clínicas y alimentos. Utilizando el Agar M.R.S. (DE MAN, ROGOSA, SHARPE), que es un medio de cultivo deshidratado. De acuerdo al estudio de Vergara (2017) se realizó el procedimiento del recuento de bacteria probióticas y a la preparación del Agar MRS a su ficha técnica.

Preparación de Agar MRS

De acuerdo con las instrucciones, se suspende 68,25 g del Agar en polvo se disolvieron en agua destilada y se aforó a un litro. Se dejó reposar por 5 minutos, luego se llevó a calentamiento agitando frecuentemente y manteniendo hasta ebullición durante 1 o 2 minutos para la disolución total. Por consiguiente, se pasa a matraces Erlenmeyer y se llevó a esterilizar en autoclave a 121 °C durante 15 minutos. Luego de ser enfriados se prepararon las placas Petri estériles y fueron guardadas en el refrigerador para su análisis posterior.

Preparación de agua de peptona

Se utilizó peptona bacteriológica al 0,1%, un gramo de proteosa por litro de agua destilada ajustando el pH a 7, esta dilución fue puesta en tubos de ensayo para luego ser esterilizados en una autoclave a 121 °C por 15 min.

Dilución para el recuento de bacteria

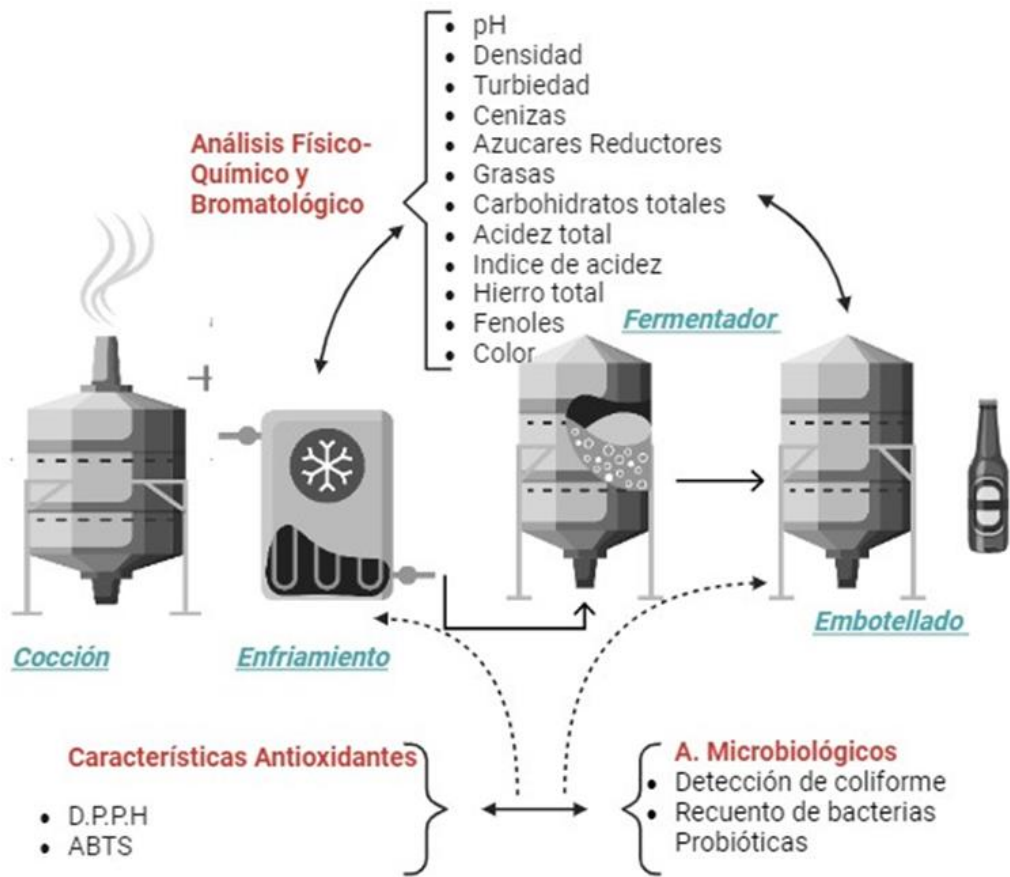
Se realizaron 6 diluciones, D1= 1/10, D2= 1/100, D3= 1/1000, D4= 1/ 10000, D5= 1/100000 Y D6= 10^{-6} , siendo la dilución con mejor resultado D4.

Bajo condiciones de trabajo adecuadas se realizó en la cámara de flujo laminar, utilizando un mechero bunsen, para su posterior análisis se agitó el envase de las muestras y se extrajo un ml de la cerveza y se colocó en 9 ml de agua peptonada estéril, agitando el tubo de ensayo con las diluciones antes mencionadas, se tomó un ml de este y se colocó en otro tubo de ensayo con agua peptonada para obtener otra dilución y así sucesivamente. Después de esto se tomaron 0,1 ml de la dilución y se pasaron directamente a la placa Petri con Agar MRS,



fue incubada por 72 horas a una temperatura de 32 ± 1 °C, siendo una incubadora digital MEMMERT MODELO: IN110.

Diagrama de Proceso



Fuente: Elaboración propia

Resultados

Las características de los prototipos de cerveza tipo Ale se dan a conocer los resultados en las siguientes tablas presentadas.

Tabla 3
Análisis Físicos, Químicos y Bromatológicos

Parámetros	Muestra después	Muestra de	Unidades	Metodología - Equipo	Citas comparativas
------------	-----------------	------------	----------	----------------------	--------------------



	de la cocción	cerveza terminada			
pH	6,86	4,73	-	Potenciómetro	INEN 2262:2003 pH =3.5 - 5
Densidad	1,10	1,0	g/cc	Hidrómetro	Panda et al, 2015 1.010 – 1.020 g/cc
Densidad (picnómetro)	1,018	0,99	g/cc	Picnómetro	Lujan y Vásquez (2010) 0.98 g/cc
Turbiedad	97,31	-	NTU	Espectro UV	(Lizarbe, 2023)
Cenizas	0,49	0,14	%	Mufla	INEN 2262
Azúcares reductores	219	335,4	mg/l	Espectro UV	(Cujilema & Zambrano, 2020)
Grasas	0,3	0,2	%	Hezano y Soxleth	(Apaza & Atencio, 2017)
Carbohidratos totales	-	-	%	Espectro UV	(Apaza & Atencio, 2017)
Acidez total	0,13	0,54	%	Titulación volumétrica	INEN 2262
Índice de acidez	0,85	3,4	mg KOH/g	Titulación volumétrica	INEN 2262



Hierro total	0,06	0,02	mg/l	Espectro UV	INEN 2262
---------------------	------	------	------	-------------	-----------

Fuente. Muestra de cerveza artesanal

En la tabla 3 proporcionada describe las características de las muestras de cerveza artesanal en su proceso productivo en dos etapas del proceso: una después de la cocción y otra muestra después de la fermentación o cerveza terminada, siendo los resultados de pH (medida de acidez) en la muestra después de la cocción de 6.86, mientras que la muestra de cerveza terminada un pH de 4.73. En densidad (masa por unidad de volumen) en la muestra después de cocción correspondió a 1.10 y la muestra de cerveza terminada igual a 1, ya que la densidad disminuye cuando la fermentación avanza; en la densidad medida por el picnómetro, la muestra después de cocción presentó resultado de 1.018 y cerveza terminada de 0.99. Los resultados de turbiedad (nivel de claridad de la cerveza) presento que la muestra después de cocción obtuvo un resultado 97.31 NTU, mientras que la muestra después de la fermentación o cerveza terminada no hay un valor de referencia, por lo que se establece en la muestra después de la cocción alta turbiedad, en el trabajo de (Lizarbe, 2023) en la elaboración de cerveza artesanal presento resultados en sus tratamientos en rangos de (7,5 – 189,6) NTU.

Siendo estos resultados para cenizas de la muestra después de cocción 0,49% y después de la fermentación 0,14%, que es la medida de pureza de los ingredientes utilizados. En la concentración de azúcares reductores se obtuvo en la muestra después de cocción 219 mg/l y en la muestra después de fermentación 335,4 mg/l, esta cantidad de azúcares son capaces de ser fermentados por la levadura para producir alcohol, en la investigación de (Cujilema & Zambrano, 2020) obtuvo resultados en la determinación de azúcares reductores que partieron de 370,417 g/L y al terminar su proceso en 341 g/L en su proceso con enzimas y en su proceso sin enzimas obtuvieron valores de 349,119 g/L hasta un consumo de 246,494 g/L; en el análisis de grasa la muestra después de cocción presentó 0,3% y cerveza terminada 0,2% comparando con el trabajo de (Apaza & Atencio, 2017) su cerveza tuvo un resultado de 0,01% en grasa. En carbohidratos totales no se obtuvo resultados, por lo que no existió presencia de este en las muestras, mientras que en el trabajo de (Apaza & Atencio, 2017) presento resultado de 3,5% esto debido a que se produjo un menor hidrolisis del almidón o



alguna macromolécula. En el análisis de acidez total realizado por el método de titulación volumétrica se obtuvo resultados en la muestra después de la cocción 0,13% y en la muestra después de la fermentación 0,54%; siendo así la muestra después de la cocción la que se encuentra dentro del reglamento para la NTE INEN 2262 donde el máximo sería 0,30%.

En el índice de acidez resultados de 0,85 mg KOH/g en la etapa después de la cocción y 3,4 mg KOH/g la muestra después de la fermentación o cerveza terminada; para hierro total en la muestra después de cocción presento resultados de 0,06 mg/l y en la muestra de cerveza terminada 0,02 mg/l; puesto que el valor-P es menor que 0.05 existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados de las muestras analizadas. Con los resultados de los parámetros analizados se pudo observar las características de las muestras en sus dos fases: después de cocción y después de la fermentación, por lo que de acuerdo a estos resultados arrojados se podría realizar la modificación del sabor, calidad y estabilidad de la cerveza artesanal.

Tabla 4

Color de muestras por método espectro UV a 430 nanómetros

Resultados	Muestra Después de cocción				Citas comparativas
	ASBC	EBC	ASBC	SRM	
Valor sin dilución	1,835	45,875	1,835	23,377	NTE INEN 2262
Valor dilución 1:1	1,045	52,25	1,045	26,543	
Valor dilución 1:2	0,769	57,675	0,769	29,298	
	Muestra Después de fermentación				
	ASBC	EBC	ASBC	SRM	
Valor sin dilución	1,680	42	1,680	21,336	NTE INEN 2262
Valor dilución 1:1	0,718	35,9	0,718	18,23	
Valor dilución 1:2	0,524	39,3	0,524	19,964	

Fuente. Muestra de cerveza artesanal

Los índices ASBC (American Society of Brewing Chemists) y EBC ((European Brewery Convention) indica la luz que está absorbiendo la cerveza en un determinado contenido de mosto, es decir una escala de medición del color de la malta.



En la tabla 4, presenta resultados referentes a las muestras analizadas, siendo estudiadas en dos escalas: EBC (European Brewery Convention) y SRM (Standard Reference Method), que ambas evidencian el valor numérico de color de la cerveza. Se exponen valores de EBC para distintas diluciones donde se observa que a la par en la que se diluye la muestras los valores de EBC disminuye, lo que sugiere una cerveza menos oscura.

La escala SRM presenta valores para diferentes diluciones de la muestra después de la cocción en la producción de cerveza, revelando que los valores disminuyen a medida que se diluye la muestra. En ambos sistemas de evaluación del color de la cerveza, los valores más altos indican una cerveza más oscura, no obstante, el color cambia de acuerdo al grado de dilución de la misma. Los resultados sugieren diferentes comprobaciones de color para una muestra de cerveza artesanal, en la escala EBC a medida que la muestra es diluida disminuye el color. En la escala SRM los resultados indican cervezas oscuras.

Los resultados de color SRM para la muestra después de la cocción y después de la fermentación con las diluciones de 1:1 y 1:2 presentaron valores superiores del rango establecido por la NTE INEN 2262, siendo este de (6,00 – 7,99 SRM); los valores máximos de Norma INEN antes mencionada son <20 unidades EBC o 12 SRM.

De Lange (2016) explica que el color de la cerveza se mide de forma confiable y fácil por absorción espectral a 430 nm, las medidas SRM y EBC son adecuadas para el control de calidad y dan una indicación aproximada del color visible de la cerveza. En los resultados obtenidos por Segobia (2022) muestran que entre todos sus tratamientos el resultado más alto fue de 13.89 y un valor menor de 13.30 y un testigo de 13.20, estos valores encontrándose dentro del rango 8-14 en escala SRM para el color ámbar particular del estilo Belgian Pale Ale (Mosher & Trantham, 2017). En comparación a los resultados obtenidos en esta investigación estuvieron fuera del rango antes mencionado, siendo los valores altos muestran una cerveza con nivel de oscuridad alto.

Tabla 5

Promedios y desviación estándar para los valores obtenidos en las muestras analizadas mediante espectrofotometría UV a 430 nm



Parámetro	Muestra Después de Cocción	Muestra Después de Fermentación
Sin dilución		
ASBC	1,835 ± 0,050	1,680 ± 0,040
EBC	45,875 ± 2,000	42,000 ± 1,800
SRM	23,377 ± 1,000	21,336 ± 0,900
Dilución 1:1		
ASBC	1,045 ± 0,030	0,718 ± 0,025
EBC	52,250 ± 2,100	35,900 ± 1,500
SRM	26,543 ± 1,200	18,230 ± 0,800
Dilución 1:2		
ASBC	0,769 ± 0,025	0,524 ± 0,020
EBC	57,675 ± 2,500	39,300 ± 1,700
SRM	29,298 ± 1,300	19,964 ± 0,850

Nota. Los valores incluyen promedios y desviaciones estándar calculados a partir de tres repeticiones para cada muestra en cada condición. Fuente: Datos experimentales obtenidos de muestras de cerveza artesanal.

La tabla 5 presenta los promedios y desviaciones estándar de los parámetros colorimétricos obtenidos mediante espectrofotometría UV a 430 nm, para las muestras de cerveza artesanal analizadas en dos etapas de producción: después de la cocción y después de la fermentación. Los parámetros medidos incluyen ASBC (American Society of Brewing Chemists), EBC (European Brewery Convention), y SRM (Standard Reference Method), tanto en la muestra sin diluir como en diluciones 1:1 y 1:2.

En la comparación de los valores sin diluir, se observa que los resultados para el parámetro ASBC son ligeramente más altos en la muestra después de la cocción ($1,835 \pm 0,050$) que en la muestra después de la fermentación ($1,680 \pm 0,040$), lo que indica que el color de la cerveza disminuye durante el proceso de fermentación. Un patrón similar se observa en los parámetros EBC y SRM, donde los valores para la muestra después de la cocción ($45,875 \pm 2,000$ y $23,377 \pm 1,000$, respectivamente) son mayores que los de la muestra después de la fermentación ($42,000 \pm 1,800$ y $21,336 \pm 0,900$, respectivamente). Esto sugiere una ligera

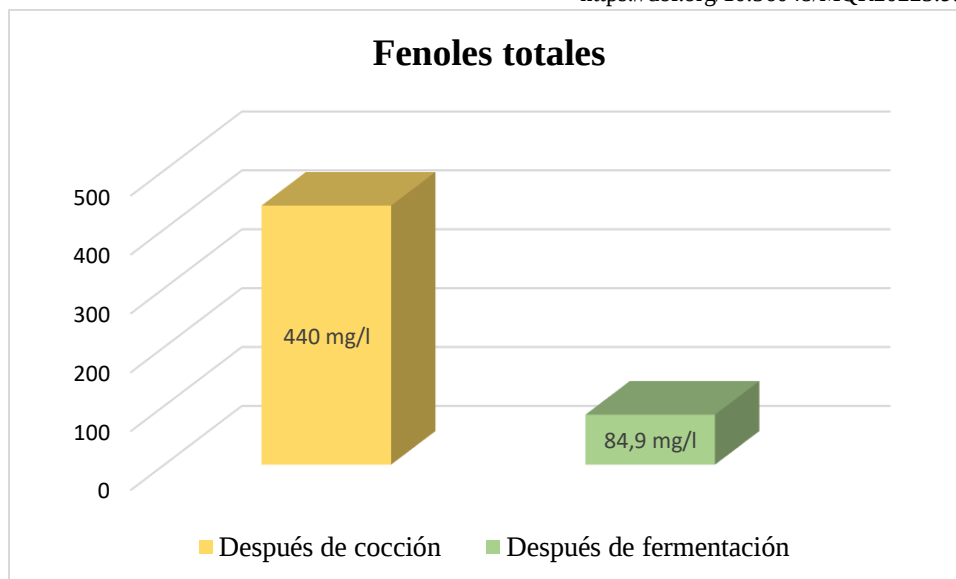


pérdida de color durante la fermentación, lo que podría estar relacionado con transformaciones químicas que ocurren en esta fase del proceso.

Al analizar las diluciones, los resultados muestran una reducción general en los valores de color. En la dilución 1:1, los valores de ASBC, EBC y SRM son menores en la muestra después de la fermentación ($0,718 \pm 0,025$, $35,900 \pm 1,500$ y $18,230 \pm 0,800$, respectivamente) en comparación con la muestra después de la cocción ($1,045 \pm 0,030$, $52,250 \pm 2,100$ y $26,543 \pm 1,200$, respectivamente); esto refleja que la fermentación tiene un impacto significativo en la disminución del color de la cerveza. De manera similar, en la dilución 1:2, los valores de todos los parámetros siguen esta tendencia, siendo los valores más bajos en la muestra después de la fermentación ($0,524 \pm 0,020$, $39,300 \pm 1,700$ y $19,964 \pm 0,850$) en comparación con la muestra después de la cocción ($0,769 \pm 0,025$, $57,675 \pm 2,500$ y $29,298 \pm 1,300$).

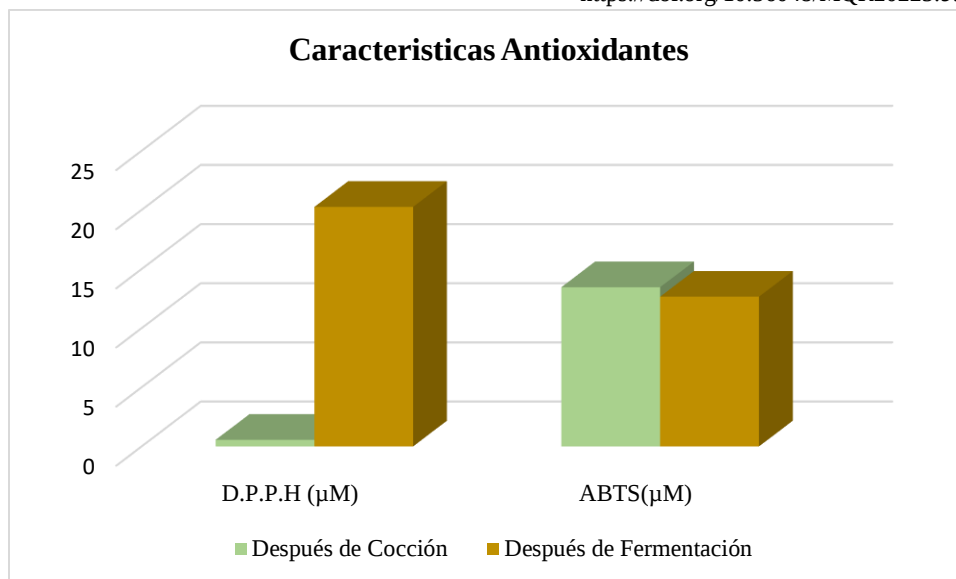
Estos resultados muestran que la fermentación influye en la intensidad del color de la cerveza artesanal, con una tendencia a disminuir en comparación con los valores obtenidos después de la cocción; este cambio puede ser resultado de la interacción de los compuestos fenólicos y pigmentos con las levaduras y microorganismos presentes durante la fermentación, lo que podría modificar las características colorimétricas del producto final. Además, los valores obtenidos en las diluciones reflejan una disminución proporcional en la intensidad del color, lo que indica que la dilución también tiene un efecto sobre la densidad óptica del color en la cerveza.

En conclusión, los resultados obtenidos en esta tabla sugieren que el proceso de fermentación tiene un impacto significativo en las características colorimétricas de la cerveza artesanal, y que los parámetros medidos pueden ser útiles para evaluar la calidad del producto en cada etapa de su producción. Las diferencias observadas entre las muestras de cocción y fermentación proporcionan información valiosa sobre cómo el proceso de fabricación puede modificar las propiedades finales de la cerveza.



En cuanto a los fenoles totales, que son compuestos químicos responsables de influir en el aroma, sabor y color de la cerveza, se observó que la muestra después de la cocción presentó un contenido de 440,8 mg/L, mientras que la muestra después de la fermentación mostró un contenido reducido de 84,9 mg/L. Esto se alinea con lo señalado por Escudero (2014), quien menciona que, durante el proceso de maduración, parte de los compuestos fenólicos se sedimentan, lo que explica la disminución observada.

Sin embargo, en términos de capacidad antioxidante, se registraron variaciones en las mismas muestras. Después de la cocción, los resultados fueron mayores, debido a que en esta etapa se producen compuestos como melanoidinas, sulfitos y algunos productos intermedios derivados de la reacción de Maillard, que contribuyen significativamente a la actividad antioxidante. En contraste, después de la fermentación, ciertos compuestos antioxidantes, como los polifenoles, pueden reducirse debido a la acción metabólica de las levaduras y la precipitación de sustancias complejas en el sedimento. Este fenómeno sugiere que las variaciones en los valores están influenciadas por las transformaciones químicas y la pérdida de compuestos antioxidantes durante el proceso fermentativo, lo que explica las diferencias observadas entre etapas.



Los parámetros analizados indican propiedades antioxidantes presentes en las muestras de cerveza artesanal. En el análisis de D.P.P.H. (capacidad antioxidante), la muestra después de la cocción presentó resultados de 0,559 μM , mientras que la muestra después de la fermentación mostró un incremento significativo, alcanzando 20,254 μM . Según la técnica del espectro UV, valores más altos reflejan una mayor capacidad antioxidante. Morales y Lucas (2010) destacan que esta capacidad depende de la composición y concentración de compuestos fenólicos individuales. En diferencia, el método ABTS mostró valores de 13,46 μM en la muestra después de la cocción y 12,66 μM en la muestra después de la fermentación, evidenciando una leve disminución en esta última etapa.

La variación observada en los resultados de capacidad antioxidante entre las muestras puede explicarse por los cambios químicos y bioquímicos que ocurren durante el proceso productivo. Después de la cocción, se generan compuestos antioxidantes como las melanoidinas y sulfitos, resultado de la reacción de Maillard y la actividad térmica. Sin embargo, durante la fermentación, la levadura metaboliza algunos de estos compuestos y precipita otros, lo que puede influir en la disminución de ciertos valores, como se observa en el método ABTS. Por otro lado, el incremento en la capacidad antioxidante medida por D.P.P.H. después de la fermentación podría atribuirse a la liberación de compuestos

antioxidantes secundarios producidos por la levadura, así como a la transformación de precursores fenólicos en metabolitos más bioactivos.

En los resultados de fenoles totales, la muestra después de la cocción presentó un valor superior al de la muestra después de la fermentación. Zhao et al. (2010) reportaron que 34 cervezas Ale comerciales del mercado chino presentaron concentraciones de fenoles totales entre 152 y 339 mg/L, valores inferiores a los de este estudio. Para la capacidad antioxidante por D.P.P.H., Mitié et al. (2013) indicaron un rango de 0,56 a 1,66 μM ; comparativamente, el valor obtenido en la muestra después de la cocción estuvo dentro de ese rango, mientras que el valor obtenido después de la fermentación lo superó ampliamente. Asimismo, Pachas (2019) reportó resultados de 3,63 μM en cerveza artesanal y 1,16 μM en cerveza industrial, valores significativamente menores en comparación con los de este estudio.

La diferencia en los resultados obtenidos puede estar influida por factores como la cantidad y variedad de lúpulo utilizado, la concentración de fenoles totales y la cantidad de levadura añadida al proceso. Según Martínez (2015), una mayor proporción de lúpulo rico en fenoles totales y una concentración adecuada de levadura contribuyen a incrementar la capacidad antioxidante de la cerveza, resaltando la importancia de estos insumos en el diseño de formulaciones que maximizan las propiedades bioactivas del producto final.

Análisis Microbiológicos

En el análisis microbiológico efectuado a la muestra de cerveza artesanal después de la cocción y después de la fermentación, no presentó crecimiento de bacterias que puedan indicar contaminación, al comparar estos resultados con los estándares descritos en la Norma INEN 2262 (2013), la ausencia de crecimientos de coliformes en la muestra después de la cocción y de la cerveza terminada es indicador de una cerveza libre de contaminación bacteriana, por lo tanto existe cumplimiento de los requisitos establecidos por la normativa antes mencionada.

Para el recuento de bacterias probióticas fue utilizado el Agar M.R.S. (Man, Rogosa and Sharpe, 1960) que por el tipo formulación permite un desarrollo de bacterias lactobacilos. Siendo el citrato de amonio el que actúa como agente inhibitorio del crecimiento de bacterias Gram negativas.



En la ficha técnica de Britanialab de M.R.S. Agar utilizada en esta investigación muestran que las bacterias que intervienen en el recuento son *Lactobacillus fermentum* (ATCC 9338), *Lactobacillus casei* (ATCC 393).

Tabla 7

Recuento de bacterias probióticas en cerveza artesanal en sus dos fases

Parámetros	Resultado	Unidad	Método de análisis interno	Método de análisis de referencia	Citas comparativas
Recuento de bacterias probióticas después de la cocción	1.66 x 10 ⁷	UFC/mL	MMI-21	LBS Agar (Lactobacillus Selección Agar) /REP	NTE INEN 2262 Y Monar, et al., (2014)
Recuento de bacterias probióticas después de la fermentación	3.66 x 10 ⁷	UFC/mL	MMI-21	LBS Agar (Lactobacillus Selección Agar) /REP	

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

La Tabla 7 presenta los resultados del recuento de bacterias probióticas en la cerveza artesanal en dos fases del proceso: después de la cocción y después de la fermentación. El método utilizado fue el LBS Agar (*Lactobacillus Selección Agar*), expresando los resultados en unidades formadoras de colonia por mililitro (UFC/mL). La muestra después de la cocción presentó un recuento de 1,66 x 10⁷ UFC/mL, mientras que la muestra después de la fermentación registró un valor mayor, 3,66 x 10⁷ UFC/mL.



Estos resultados reflejan que, aunque las bacterias probióticas están presentes en ambas fases, hay un incremento significativo después de la fermentación; este aumento podría atribuirse al ambiente favorable que se genera durante el proceso de fermentación, como la presencia de nutrientes y condiciones anaeróbicas que potencian el crecimiento de bacterias probióticas, particularmente las del género *Lactobacillus*. Por ende, esto coincide con lo señalado por Monar et al. (2014), quienes establecen que para que un alimento sea considerado probiótico, debe contener al menos 10^6 UFC/mL, lo que confirma que las muestras de este estudio superan ampliamente el estándar mínimo requerido.

Según la normativa INEN 2262 para bebidas alcohólicas de cerveza, el recuento de microorganismos en estas muestras no debe superar los 10 UFC/mL en el contexto de contaminación no deseada. En este caso, las muestras analizadas no incumplen esta regulación, ya que los valores reportados reflejan la presencia controlada de microorganismos probióticos, esenciales para otorgar características funcionales y beneficiosas al producto. Sin embargo, estudios previos han señalado discrepancias en este ámbito: por ejemplo, Álvarez (2020) encontró niveles de microorganismos anaerobios en cervezas que excedían ampliamente el límite normativo, generando inquietudes sobre la calidad microbiológica de esos productos específicos.

Además, investigaciones recientes como la de Latorre et al. (2022) reportaron que el 69,3% de las cervezas analizadas (75 muestras) superaron el límite permitido de microorganismos en al menos uno de los medios de cultivo utilizados para detectar contaminantes. Estos resultados contrastan con las muestras del presente estudio, que se mantuvieron dentro de los parámetros normativos, lo que refuerza la calidad microbiológica de las cervezas analizadas. Desde una perspectiva funcional, Mendoza *et al.*, (2022) destacan que las cervezas artesanales tienden a presentar valores nutricionales y características específicas que las diferencian de las industriales, incluyendo un mayor contenido de microorganismos probióticos, como se observa en este estudio; este atributo no solo otorga un valor agregado al producto, sino que también subraya su potencial como alimento funcional.

Los resultados obtenidos en este análisis resaltan la importancia de controlar el proceso de fermentación, ya que esta etapa no solo mejora las características sensoriales del producto, sino que también incrementa la concentración de bacterias probióticas beneficiosas; este



incremento puede estar relacionado con la liberación de compuestos bioactivos por parte de las levaduras durante la fermentación, así como con la presencia de nutrientes específicos en el mosto que favorecen el crecimiento de microorganismos probióticos.

Es importante señalar que, aunque las bacterias probióticas son deseables en productos funcionales, su concentración debe ser gestionada cuidadosamente para evitar desviaciones microbiológicas que puedan comprometer la calidad o estabilidad del producto. Por tanto, los valores obtenidos en este estudio no solo se alinean con los estándares de calidad, sino que también destacan la idoneidad de los procesos utilizados en la producción de la cerveza artesanal.

Conclusiones

Los análisis realizados en las dos etapas del proceso productivo (después de la cocción y después de la fermentación) revelaron diferencias significativas en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos. La etapa de fermentación demostró ser crítica para definir las características organolépticas y funcionales del producto final, mejorando su calidad y estabilidad; estos resultados ofrecen una base sólida para ajustar y optimizar parámetros clave en el proceso, como el tiempo de fermentación y las condiciones de almacenamiento, con el objetivo de mejorar el sabor, la calidad y la vida útil de la cerveza artesanal.

En términos de capacidad antioxidante, las muestras presentaron variaciones según los métodos de evaluación. La determinación de fenoles mostró mayores niveles en la etapa posterior a la cocción, indicando que esta fase retiene una mayor cantidad de compuestos fenólicos. Sin embargo, el análisis por DPPH destacó una mayor capacidad antioxidante en la muestra después de la fermentación (20,254 μM), mientras que el método ABTS registró valores superiores en la etapa posterior a la cocción (13,46 μM); estas diferencias subrayan la importancia de los compuestos bioactivos presentes en la cerveza, los cuales pueden ofrecer beneficios para la salud del consumidor, como la neutralización de radicales libres y la protección contra el estrés oxidativo.

El análisis microbiológico realizado confirmó que las muestras están libres de contaminación bacteriana, cumpliendo con los estándares establecidos por la Norma INEN 2262:2013 para



la calidad microbiológica de bebidas alcohólicas. Además, el recuento de bacterias probióticas en ambas fases del proceso evidenció una concentración significativamente mayor después de la fermentación ($3,66 \times 10^7$ UFC/mL) en comparación con la etapa posterior a la cocción ($1,66 \times 10^7$ UFC/mL). La presencia de bacterias como *Lactobacillus fermentum* y *Lactobacillus casei* respalda la calidad probiótica del producto. Una cerveza con un recuento superior a 10^6 UFC/mL no solo cumple con los criterios para ser considerada probiótica, sino que también se asocia con beneficios adicionales para la salud humana, como el aporte de aminoácidos, vitaminas, oligoelementos y sustancias bioactivas. Los resultados obtenidos destacan el potencial de la cerveza artesanal como un producto funcional, capaz de ofrecer beneficios adicionales más allá de su consumo recreativo. La combinación de una alta capacidad antioxidante y la presencia significativa de probióticos convierte a esta bebida en una alternativa atractiva para consumidores interesados en productos que promuevan la salud y el bienestar; esto refuerza la importancia de la cerveza artesanal como un mercado emergente con posibilidades de innovación y diversificación. Estos hallazgos aportan información valiosa para la industria cervecera artesanal, permitiendo la mejora continua de los procesos productivos y el diseño de productos con características diferenciadoras. También abren la puerta a futuras investigaciones que profundicen en la relación entre los parámetros de fermentación, la estabilidad microbiológica y el contenido de compuestos bioactivos, así como en el desarrollo de estrategias para garantizar la sostenibilidad y calidad del producto final.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, B. (2020). Elaboración de cerveza artesanal tipo Golden ale con cebada (*Hordeum vulgare*) y arroz (*Oryza sativa* L). Universidad Agraria del Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec.pdf>.
- Apaza Machaca, R. M., & Atencio Rojas, Y. (2017). Tecnología para la elaboración de una cerveza artesanal tipo ale, con sustitución parcial de malta (*hordeum vulgare*) por guíño de maíz morado (*zea Mays*).



AOAC – Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 20th Edition. Rockville: AOAC International, 2016. 3172p.

Burini, J., Eizaguirre, J. I., Loviso, C., & Libkind, D. (2021). Non-conventional yeasts as tools for innovation and differentiation in brewing. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.01.003>

Canonica, L., Zannini, E., Ciani, M., & Comitini, F. (2021). Assessment of non-conventional yeasts with potential probiotic for protein-fortified craft beer production. Lwt, 145, 111361. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111361>

Cujilema Rea, J. R., & Zambrano Espinoza, J. A. (2020). Elaboración de cerveza artesanal de banano orgánico (musa sapientum l.) como alternativa de consumo de una bebida alcohólica (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala). https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15586/1/T-3570_CUJILEMA%20REA%20JHON%20ROBERTO.pdf

De Man, J.C., Rogosa, M. and Sharpe, M.E. (1960). A Medium for the Cultivation of Lactobacilli. J. Appl. Bacteriol., 23 (1), 130. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1960.tb00188.x>

Dubois, M.; Gilles, K. a.; Hamilton, J. K.; Rebers, P.; Smith, F."Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances". Anal Chem. 1956, 28 (3), 350–356. doi:10.1021/ac60111a017

Escudero, B. (2014). Caracterización de compuestos bioactivos de una novedosa bebida de naranja obtenida por fermentación alcohólica y evaluación de su potencial efecto saludable. Tesis doctoral en la Universidad Pablo de Olavide, España. <https://investiga.upo.es/documentos/5eb124ac29995246d441a6da>

Espejo Tumiri, C. M., Quispe Villarando, L., & Guarachi Apaza, A. Optimización del tiempo y temperatura en los procesos de cocción y fermentación para la elaboración de cerveza doble malta (Doctoral dissertation). <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/9348>

Ficha técnica de M.R.S. Agar. Btitanialab.com. https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_6092dd2543f1d.pdf



- García Martínez, E. M., Fernández Segovia, I., & Fuentes López, A. (2015). Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/52056/Garcia%20Mart%C3%ADnez%20et%20al.pdf?sequence=1>
- Hinojosa-Ávila, C. R., García-Gamboa, R., Chedraui-Urrea, J. J., & García-Cayuela, T. (2023). Exploring the potential of probiotic-enriched beer: Microorganisms, fermentation strategies, sensory attributes, and health implications. *Food Research International*, 113717. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113717>
- INEN. (2013). Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización. <https://odaninkasiquito.files.wordpress.com/2015/08/inen-2-262-cerveza.pdf>
- De Lange, A. J. (2016). Color. En C. W. Bamfort (Ed.), *Brewing materials and processes: A practical approach to beer excellence* (pp. 199–249). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-799954-8.00011-3>
- Latorre, M., Bruzone, V., & De García. (2022). Contaminantes microbianos en cervezas artesanales embotelladas de la Patagonia andina argentina, *Revista Argentina de Microbiología*: pp. 12. <http://www.scielo.org.ar/pdf/ram/v55n1/1851-7617-ram-55-01-11.pdf>
- Lizarbe Félix, Y. A. (2023). Sustitución parcial de lúpulo (*Humulus lupulus*) con tanino a partir de tara (*Caesalpinia spinosa*) proveniente de Pacaycasa-Ayacucho en la elaboración de cerveza artesanal.
- Lees, R. (1982). Análisis de los alimentos: métodos analíticos y de control de calidad. <https://juliocruz82.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/08/analisis-de-los-alimentos-r-lees.pdf>
- Luján, M. y Vásquez, V. 2010. Control automático con lógica difusa de la producción de cerveza artesanal en las etapas de maceración y cocción. *Scientia Agropecuaria*. 1:125-137.
- Martínez Muñoz, A. (2015). Análisis comparativo de compuestos bioactivos en cerveza artesanal y cerveza industrial.



<https://repositori.udl.cat/server/api/core/bitstreams/d34f7037-c901-4ada-bee4-275e2294bae0/content>

- Medina-Saavedra, T., Arroyo-Figueroa, G., Herrera-Méndez, C., Gantes-Alcántar, M., Mexicano-Santoyo, L., & Mexicano-Santoyo, A. (2018). Análisis químico proximal en residuos sólidos de cerveza artesanal y su aceptación en cerdas. *Abanico veterinario*, 8(3), 86-93. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.6>
- Mendoza, J., Pihuave, L., & Velásquez, M. (2021). Análisis comparativo del valor nutricional de la cerveza artesanal y la cerveza industrial. *Revista Ciencia UNEMI*, 15(38) 61 - 72. doi: <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol15iss38.2022pp61-72p>
- Miller, G. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal.Chem.* 31: 426-428.
- Mitić, S. S., Paunović, D. Đ, Pavlović, A. N., Tošić, S. B., Stojković, M. B. & Mitić, M. N. (2014). Phenolic Profiles and Total Antioxidant Capacity of Marketed Beers in Serbia. *International Journal of Food Properties*, 17(4), 908-922. <https://doi.org/10.1080/10942912.2012.680223>
- Monar, M., Dávalos, I., Zapata, S., Caviades, M., & Ramírez-Cárdenas, L. (2014). Caracterización química y microbiológica del kéfir de agua artesanal de origen ecuatoriano. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 6(1). <https://doi.org/10.18272/aci.v6i1.160>
- Montoya, D. B., María Godoy Zúñiga, P. T., & Váscenez, A. R. (2018). El marketing de cerveza. Una perspectiva del consumidor Guayaquileño. *Espacios*, 39(37) 1-17. Obtenido de <https://www.revistaespacios.com/a18v39n37/a18v39n37p01.pdf>
- Mosher, M., & Trantham, K. (2017). Introduction to brewing science. En *Brewing science: A multidisciplinary approach* (pp. 1–34). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46394-0_1
- Morales, D. B. (2018). Elaboración de cerveza utilizando una mezcla de malta de cebada y papa nativa amarilla tumbay. Universidad San Ignacio de Loyola, 1-128. Recuperado el 15 de 12 de 2023, de <https://repositorio.usil.edu>.
- Morales, J.C. y Lucas, R. 2010. Structure-activity relationship of phenolic antioxidants and olive components. In: V.R. Preedy, R.R. Watson (Eds.), *Olives and Olive Oil in*



NTE INEN 2325: Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación del pH.

NTE INEN 0349: Bebidas alcohólicas. Determinación de la densidad relativa.

NTE INEN 1529-1: Control microbiológico de los alimentos. Preparación de medios de cultivo y reactivos.

NTE INEN 2262:2013 Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos. Quito-Pichincha, EC.

NTE INEN 2323: Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de la acidez total

NTE INEN – ISO 2171. Determinación de cenizas.

Orjuela Rodríguez, A. A. (2015). Determinación de actividad antioxidante de extractos y fracciones de hojas de *Chromolaena perglabra* (BL Robinson) RM King y H. Robinson. <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/4c56dbbe-b5ab-4440-9a6f-d5bdd271d7cf/content>

Pachas, J. C. (2019). Contenido de Polifenoles totales y capacidad antioxidante en cervezas artesanales e industriales. *Peruvian Agricultural Research*, 1(1). <https://doi.org/10.51431/par.v1i1.480>

Panda, S., Panda, S., Swain, M., Ray, R., Kayitesi, E. 2015. Anthocyanin-rich sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) beer: technology, biochemical and sensory evaluation. *Journal of Food Processing and Preservation*. 39(6):3040-3049

Ramos Nemocón, A. F., & Talero Garzón, V. (2022). Análisis de los compuestos fenólicos antioxidantes en diferentes bagazos de cerveza artesanal “Master Beer”. <https://hdl.handle.net/20.500.11839/9050>

Rodríguez, L. M., Camina, J. L., Borroni, V., & Pérez, E. E. (2023). Recuperación de proteínas a partir de residuos sólidos de cervecería. *Química de Alimentos*, (1)1-407. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134810>

Segobia Muñoz, S. A. (2022). Evaluación de la adición de centeno (*Secale cereale*) en la formulación de cerveza artesanal Belgian Pale Ale. *Enfoque UTE*, 13(3), 14-28. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.830>



- Steinbach, J., Burgardt, V. D. C. D. F., & Machado-Lunkes, A. (2023). Perceptions, attitudes, and motivational factors for consumers and nonconsumers of traditional and craft beers. *Journal of Sensory Studies*, 38(2), e12813. <https://doi.org/10.1111/joss.12813>
- Sohrabvandi, S., Mortazavian, A.M. Rezaei, K. (2012). Health-Related Aspects of Beer: A Review. *International Journal of Food Properties*, 15:2, 350-373, <https://doi.org/10.1080/10942912.2010.487627>
- Torrente, S., Aprovechamiento de los subproductos generados en la industria cervecera. Facultad de farmacia, Universidad Complutense, Madrid, España, 2019.
- Vergara, Ana. Estudio de la Viabilidad de *Lactobacillus casei* en jugo de pera. (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería en Alimentos, Chile. 2007. p. 13. [Consulta: 2023-03-19]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fav4941e/doc/fav4941e.pdf>
- Zhao, H., Chen, W., Lu, J., and Zhao, M. (2010) Phenolic profiles and antioxidant activities of commercial beers. *Food Chem.* 119, 1150–1158. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.08.028>

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:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.