

Influencia de la cascarilla de cacao y cepas de *Saccharomyces SPP* en la calidad fisicoquímica y sensorial de una cerveza artesanal Porter

Influence of cocoa husk and strains of *saccharomyces SPP* in the physicochemical and sensory quality of a Porter craft beer

Bermeo Mendoza¹, José David^{*}

Mecias Neptaly², Orley Mera²

Vergara Vélez³, Guilber Enrique³

^{1,2,3} Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Félix López, Calceta, Ecuador

¹bermeodavid31@gmail.com  <https://orcid.org/0009-0004-2596-0558>

² orley_mera@hotmail.com  <https://orcid.org/0009-0008-4661-9999>

³guilber.vergara@espm.edu.ec  <https://orcid.org/0009-0009-7361-7718>

Recibido/received: 13/02/2025 Corregido/revised: 25/04/2025 Aceptado/accepted: 20/05/2025

Resumen: La presente investigación tuvo como propósito evaluar el efecto de la cantidad de cascarilla de cacao y cepas de *Saccharomyces spp.* en la calidad fisicoquímica y sensorial de una cerveza artesanal estilo Porter. Se utilizaron tres niveles de cascarilla de cacao (0.5%, 1.5% y 2.5% en relación a la malta) y dos cepas de levadura (Safale S-04 y Safbrew S-06), se empleó un diseño experimental completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. Los resultados en los análisis fisicoquímicos mostraron diferencias significativas en las variables de pH y densidad según la cepa utilizada, mientras que el contenido alcohólico varió en relación a los niveles de porcentaje de cascarilla de cacao. Todos los tratamientos cumplieron con la NTE INEN 2262 en acidez y grados de alcohol, menos los valores de pH que superaron el límite permitido. El análisis sensorial indicó que el tratamiento con 2.5% de cascarilla de cacao y levadura Safbrew S-06 obtuvo la mayor aceptación en aroma, sabor, color y amargor. No obstante, el recuento de mohos y levaduras excedió los límites normativos, evidenciando la necesidad de mejorar los controles microbiológicos. Se puede resaltar el potencial de la cascarilla de cacao como insumo en la elaboración de cerveza artesanal, pero se sugiere la optimización del proceso para mejorar la estabilidad microbiológica del producto final.

* Autor de correspondencia

Correo: bermeodavid31@gmail.com



Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-SinDerivar 4.0

Palabras clave: Subproductos del cacao; levaduras; adjunto cervecero; bebida alcohólica

Abstract: The purpose of this research was to evaluate the effect of cocoa husk and *Saccharomyces* spp. strains on the physicochemical and sensory quality of a porter-style craft beer. Three levels of cocoa husk (0.5%, 1.5% and 2.5% in relation to malt) and two strains of yeast (Safale S-04 and Safbrew S-06) were used in a completely randomized statistical design with six treatments and three replicates. The results of the physicochemical analyses showed significant differences in the pH and density variables according to the strain used, while the alcoholic content varied according to the levels of cocoa husk percentage. All treatments complied with NTE INEN 2262 in terms of acidity and alcohol content, except for pH values that exceeded the permitted limit. Sensory analysis indicated that the treatment with 2.5% cocoa husk and Safbrew S-06 yeast obtained the highest acceptance in aroma, flavor, color and bitterness. However, the mold and yeast counts exceeded the regulatory limits, showing the need to improve microbiological controls. The potential of cocoa husks as an input in the production of craft beer can be highlighted, but it is suggested that the process be optimized to improve the microbiological stability of the final product.

Keywords: Cocoa by-products; yeasts; brewing adjunct; alcoholic beverage

Introducción

En la cerveza, uno de los parámetros que se evalúan son las propiedades fisicoquímicas, determinantes en la calidad y las características sensoriales cuyos defectos ocasiona rechazo por parte del consumidor (Ghasemi et al., 2012 citado por Cedeño y Mendoza, 2016). Estudios recientes han empleado la cascarilla de cacao para la elaboración de cervezas, lo que ha influido en los parámetros fisicoquímicos, especialmente en el pH (Párraga y Zapata 2022 y Salazar et al., 2021) además, es importante seleccionar un estilo base adecuado para la mezcla de cerveza con cascarilla de cacao, como podría ser la cerveza Porter debido a que utiliza maltas tostadas en la elaboración (Salazar et al., 2021).

La industria de la cerveza artesanal está en constante transformación, lo que se ha convertido en el foco de diversos estudios (Nunes et al., 2021). Es por ello, que la industria debe adaptarse a estos novedosos segmentos de mercado y buscar nuevas formulaciones y productos alimentarios innovadores ligados al destino consciente y sostenible de sus residuos (Cunha et al., 2023).

Por otra parte, los factores que inciden en las características aromáticas y sensoriales de la cerveza es el tipo de materia prima y los tipos de fermentación (Peralta, 2020), como la cepa de levadura utilizada para la fermentación que influyen en el perfil de aromas y sabores (Latorre et al., 2023). Las cepas de *Saccharomyces cerevisiae*, son las más utilizadas, debido a que estas prefieren la fermentación de la glucosa frente a otros monosacáridos y disacáridos (Molla, 2022). Paszkot et al. (2023) en su investigación demostró que las levaduras Safale S-04 utilizadas en cervezas oscuras presentaron variaciones en término de sabor, con una valoración ácida.

Ecuador se ubica en octavo lugar a nivel mundial, de diferentes variedades de cacao y se ubica como primero en el cultivo de cacao fino de aroma (Coronel, 2021). Por otro parte, Álvarez y Quilumba (2018) mencionan que en el 2017 el país generó un estimado de 290 mil toneladas de cacao, lo cual representa el 12% de residuo obtenido de la industrialización conocido como “cascarilla”; es decir, existen 34,800 toneladas de residuos que generalmente son desechados o utilizados para la elaboración de pienso de animales. De modo que Ortega (2022), describe a la cascarilla de cacao como un material fibroso, de color marrón el cual posee el aroma característico del chocolate, este residuo además de ofrecer las características organolépticas, aporta con la presencia de azúcares reductores y compuestos fenólicos.

Castorena et al. (2020) mencionan que los cereales y las frutas se han incorporado al proceso de elaboración de la cerveza para variar las propiedades sensoriales, siendo la cáscara de cacao ampliamente utilizada en el diseño de una variedad de productos. No obstante, se ha limitado su estudio en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la cerveza artesanal estilo Porter.

De modo que los adjuntos son aquellas materias primas que sustituyen parcialmente a la malta, o al extracto de malta en la elaboración de cerveza. Su empleo no podrá ser en su conjunto superior al 45% en relación al extracto primitivo (Monroy, 2019).

Es por ello que en este estudio se aplicaron porcentajes bajos para evitar alteraciones en las propiedades organolépticas. Con respecto a las condiciones de fermentación la cerveza se mantuvo a una temperatura aproximada de 24°C durante 14-15 días. Sin embargo, la maduración se la realizó de manera natural la cual tuvo una duración de una semana.

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de la cantidad de cascarilla de cacao y cepas de *Saccharomyces spp.* en la calidad fisicoquímica y sensorial de una cerveza artesanal Porter. Esta investigación busca contribuir con aporte de información experimental a futuras investigaciones y el desarrollo en bebidas alcohólicas.

Material y Métodos

La presente investigación se realizó en las instalaciones del taller de frutas y hortalizas, laboratorios de bromatología y microbiología (pruebas fisicoquímicas y microbiológicas) de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPA MFL) ubicada en el sitio el Limón en la ciudad de Calceta, cantón Bolívar provincia de Manabí-Ecuador.

Esta investigación es del tipo experimental donde se evaluó la relación de cascarilla de cacao en la elaboración de una cerveza artesanal estilo Porter, teniendo en cuenta las variables dependientes que son las características fisicoquímicas: pH, acidez, grados de alcohol, densidad; características organolépticas, color, olor, sabor, amargor, y características microbiológicas: mohos y levadura.

En la investigación se aplicó un arreglo bifactorial A*B en diseño completamente al azar (DCA), En con un total de 6 tratamientos. Se tomó como unidad experimental 500 ml de cerveza artesanal estilo Porter de cada tratamiento con 3 repeticiones, obteniendo un total de 18 unidades experimentales.



Para el factor A, los porcentajes de cascarilla de cacao en relación a la malta se utilizaron los siguientes niveles:

- a_1 : 0,5%
- a_2 : 1,5%
- a_3 : 2,5%

Para el factor B, Cepas *Saccharomyces spp*

- b_1 : Levadura Safale S-04
- b_2 : Levadura Safbrew WB-06

Tabla 1. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Descripción
T ₁	0,5% de cascarilla de cacao + 95% de malta + levadura <i>Safale S-04</i>
T ₂	1,5% de cascarilla de cacao + 85% de malta + levadura <i>Safale S-04</i>
T ₃	2,5% de cascarilla de cacao + 75% de malta + levadura <i>Safale S-04</i>
T ₄	2,5% de cascarilla de cacao + 75% de malta + levadura <i>Safbrew S-06</i>
T ₅	1,5% de cascarilla de cacao + 85% de malta + levadura <i>Safbrew S-06</i>
T ₆	0,5% de cascarilla de cacao + 95% de malta + levadura <i>Safbrew S-06</i>

En la presente investigación se evaluó el efecto de diferentes cantidades de cascarilla de cacao en relación a la malta (0,5, 1,5 y 2,5%) y dos tipos de cepas de *Saccharomyces spp* (Levadura *Safale S-04* y *Safbrew WB-6*), debido a esto se trabajó con seis tratamientos a los mismos que se le realizaron tres réplicas.

Para el procesamiento de los datos se aplicaron las pruebas estadísticas, análisis varianza (ANOVA), independencia, prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) y homocedasticidad (Test de Levene) se efectuó para determinar si existe diferencia significativa estadística entre tratamientos, la prueba de Tukey ($p<0,05$) se realizó para efectuar la magnitud de la diferencia significativa entre los tratamientos, la prueba de Kruskal-Wallis en caso de no cumplirse los supuestos de ANOVA y para la evaluación de los análisis sensoriales se realizó a través de una escala hedónica, donde se aplicó la prueba no paramétrica de kruskal-Wallis.

Para obtener resultados con un alto grado de confiabilidad, la aleatoriedad y repetitividad se logran utilizando técnicas de números aleatorios para sistematizar el orden de las corridas experimentales, de tal forma que después de obtener los datos, estos cumplan con los supuestos que establecen los diseños experimentales (normalidad, homocedasticidad e independencia). El cumplimiento de los supuestos determina que las corridas experimentales se llevaron a cabo de manera correcta y que los demás factores que intervienen en el proceso estuvieron bajo control y su influencia no fue significativa al momento de realizar las pruebas (Acosta et al., 2023).

Variables evaluadas

Es primordial efectuar controles fisicoquímicos (FQ) y microbiológicos a este tipo de productos es de importancia, ya que nos permite inferir sobre el correcto proceso de elaboración e higiene de los equipos (Lataza et al., 2019).

Determinación del pH: Se realizó mediante el método potenciométrico establecido por la NTE INEN 2262 (2013), haciendo uso de un potenciómetro marca Milwaukee.

Determinación de acidez

De acuerdo con la norma NTE INEN 2262 (2013) se utilizó la ecuación 1:

$$\% \text{ácido láctico} = \frac{N * V NaOH * 0,09}{Pm} * 100 \quad (1)$$

Determinación de grados de alcohol

Para la determinación de los grados alcohólicos de la cerveza artesanal se utilizó la formula descrita por Tucumbí (2022):

$$\text{Gravedad inicial} - \text{gravedad final} \times 131.2 = \% \text{ de alcohol} \quad (2)$$

Dentro de la metodología para la determinación de los grados de alcohol de la cerveza artesanal, se tomaron los grados °brix inicial y final de la cerveza, luego de eso se transformó los °brix a densidad mediante la aplicación Cerveza artesanal – Calculador. Para lograr determinar los grados de alcohol final se aplicó la ecuación 2 descrita anteriormente.

Determinación de densidad: Se realizaron según la metodología señalada por la norma NTE INEN 349 (1978), utilizando un picnómetro marca Pyrex.

$$\rho_r = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \quad [3]$$

Evaluación sensorial

La medición de los análisis sensoriales, se realizaron mediante una prueba afectiva, se aplicó a un grupo determinado de catadores (70 catadores) no entrenados, mismo que fueron seleccionados de manera aleatoria dentro de las instalaciones de la universidad evaluando las características de color, olor, sabor y amargor mediante una escala hedónica.



Las pruebas sensoriales nos permiten conocer si el consumidor acepta un producto para su consumo, si lo compraría, qué tanto le gusta, si la intensidad de algún atributo sensorial como el dulzor está justo como le gusta, si al usar o al preparar un alimento este sabe a lo esperado, si es fácil de preparar etc. Con estas pruebas se puede conocer información adicional, si hay algún atributo sensorial que esté determinando la preferencia hacia algún producto o si por el contrario hay alguna característica que no le gusta (Severiano, 2021)

Análisis microbiológicos

Se determinaron de acuerdo al método de ensayo expuesto por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2262 (2013), para levaduras y mohos. Detalle en la tabla 2.

Tabla 2. Análisis microbiológicos

Requisitos	Unidad	Cerveza no pasterizada		Método de ensayo
		Mínimo	Máximo	
Mohos y levaduras	UP/cm ³	-	50	NTE INEN 1529-10

García (2019) detalla que, comprender la complejidad del problema de posibles contaminaciones microbiana y tener conciencia de su importancia es el primer paso para lograr una alta calidad en los productos.

Resultados y discusión

Influencia de los factores de estudio sobre las características fisicoquímicas de la cerveza artesanal

En los grados de alcohol se presentó diferencias estadísticamente significativas (*p*-valor < 0.05) en comparación con las variables pH, acidez y densidad quienes no evidenciaron diferencias entre sí (*p*-valor > 0.05) por lo tanto, la adición de la cascarilla representa variabilidad en los grados de alcohol, encontrándose en el rango de valores aceptados por la norma NTE INEN 2262.

Con la adición de 1.5% y 0.5% de cascarilla de cacao se obtuvieron valores de 4% y 4.50% de alcohol, los cuales son los más idóneos en esta investigación, debido a que en cervezas de estilo Porter establece un rango entre 4 a 9.5% (Programa de Certificación de Juez de Cerveza [BJCP], 2015 citado por Pérez, 2019), siendo mejor la adición de 0.5% de cascarilla de cacao debido a que representa el menor porcentaje de adición y se encuentra dentro del rango establecido por el BJCP.

En la tabla 3 se representa los resultados de las medias en relación a los porcentajes de cascarilla sobre los parámetros pH, acidez, densidad y grados de alcohol.

Tabla 3. Análisis de las características fisicoquímicas de la cerveza artesanal en función del porcentaje de cascarilla de cacao (factor A).

Porcentaje de cascarilla de cacao (%)	pH	Acidez (%)	Densidad (g/ml)	Grados de alcohol (%)
2.5	5.38±0.20	0.23±0.03	1.00±0.0023	3.48±0.06 ^b
1.5	5.29±0.18	0.30±0.08	1.00±0.0040	4.00±0.06 ^a
0.5	5.29±0.27	0.25±0.03	1.00±0.01	4.50±0.06 ^c
P_valor	0.260	0.76	0.998	0.00

En la tabla 4 muestra las diferencias estadísticas (p -valor < 0.05) entre el pH y la densidad al agregar las cepas Safale_S04 y Safbrew_S06 sobre la cerveza artesanal estilo Porter; los grados de alcohol y acidez no muestran variabilidad con respecto a la adición de las cepas.

Tabla 4. Análisis de las características fisicoquímicas de la cerveza artesanal en función de las cepas *Saccharomyces spp* (factor B)

Cepas	pH	Acidez (%)	Densidad g/mL	Grados de alcohol (%)
Safale_S04	5.52±0.06 ^b	0.26±0.08	1.01±0.0039 ^a	3.98±0.16
Safbrew_S06	5.12±0.07 ^a	0.25±0.03	1.00±0.00093 ^b	4.00±0.16
P_valor	0.00	0.648	0.00	0.719

Los resultados muestran que el pH y la densidad entre las cepas de *Saccharomyces spp* (Safale S-04 y Safbrew S-06) presentaron diferencias significativas en las propiedades fisicoquímicas de la cerveza en estudio. La Safale S-04, presenta un pH más alto, esto podría atribuirse a una fase de crecimiento celular más activa, lo que podría generar un perfil de sabor más suave y menos ácido a la cerveza.



Por otro lado, la Safbrew S-06, presentó una densidad ligeramente más baja, esto podría atribuirse a una fermentación más eficiente en términos de conversión de azúcares en alcohol, lo que podría hacerla una opción más preferida para cervezas con un perfil alcohólico más alto y una fermentación más rápida. Al incorporar levadura Safale S-04 se obtuvo un alto valor de pH con 5.52 a comparación de la levadura Safbrew WB-06 que presentó un valor de 5.12, siendo ambos superiores a lo establecido en la NTE INEN 2262 (2013) cuyo pH en las cervezas debe oscilar entre 3.5 (mín) y 4.8 (máx.). No obstante, los valores de esta investigación están acorde a lo reglamentado en el Boletín Oficial del Estado [Real Decreto] 678 (2016) que establece un valor de pH para cervezas inferior o igual a 5.5.

Albarracín (2020) indica que los valores de pH mayor a 5 indican que las levaduras se encuentran en fase de crecimiento celular y no en fermentación alcohólica, este último permite generar metabolitos como CO₂ que pueden disminuir el pH del medio a valores menores de 4. Es de vital importancia que la levadura mantenga un pH intracelular constante durante el crecimiento para que las enzimas de las células funcionen, cuando el pH extracelular se desvía demasiado del rango óptimo (5.0 a 5.5), se desactivan las enzimas y la célula de levadura no podrá crecer ni producir etanol de manera eficiente (Narendranath et al., 2005).

Con respecto a la densidad, en la tabla 3, se presentaron diferencias estadísticas significativas, la cepa S_04 obtuvo una densidad de 1.01 g/ml mientras que la cepa WB_06 un valor de 1.00 g/ml. Mientras que las cepas de Safale_S04 y Safbrew_S06 no difieren en la acidez y los grados de alcohol, pero sí varían en el pH y en la densidad por lo que se considera a la Safbrew_S06 como la mejor, debido a que la diferencia entre los resultados de las densidades fue igual a 0.01.

Vanegas y Vera (2019) mencionan que al incorporar cebada obtuvieron valores de 1.031 g/ml y al adicionar quinua obtuvo 1.037 g/ml. La densidad final consistente de la cerveza debe estar aproximadamente entre 1.006 y 1.030 g/mL (Gigliarelli 2016 citado por Tirado y Zalazar, 2018). Torres y Bohórquez (2017) citado por Monroy (2019) argumentan que la densidad está relacionada con la cantidad de alcohol producido en la cerveza e indica si la fermentación ha tenido lugar en forma satisfactoria, por lo tanto, la densidad es el primer parámetro a considerar al hacer una cerveza.

Caracterización físico-química de la cerveza artesanal estilo porter

En el pH se presentaron diferencias significativas (*p*_valor <0.05) en los tratamientos, cuya estimación de pH fluctúa entre 5.04 y 5.57. Suarez et al. (2016) y Albán et al. (2019) mencionan que para el crecimiento de la *Saccharomyces cerevisiae*, el pH más favorable se encuentra entre 4.4 y 5.0, siendo el pH 4.5 el adecuado para su crecimiento óptimo. En el presente estudio, el tratamiento T6 (0.5% de cascarilla de cacao + 95% de malta + levadura Safbrew S-06) presenta un valor ligeramente elevado con un pH de 5.04, superando el límite recomendado por la normativa NTE INEN 2262 (5.0). Estos valores contrastan con los reportados por Pilligua et al. (2021), quienes encontraron un pH de 4.28 en su estudio sobre la influencia del mucílago de cacao, y con los de Vitery et al. (2022), quienes reportaron valores entre 3.27 y 3.71 al evaluar la infusión de flor deshidratada de jamaica en cerveza

artesanal. Del mismo modo, Segobia (2022) encontró valores de pH entre 4.27 y 4.61 al estudiar la adición de centeno en la formulación de cerveza artesanal, lo que indica que el tipo de insumo empleado influye directamente en la acidez final del producto.

En la tabla 5 se presentan los resultados de las propiedades fisicoquímicas (pH, acidez, grados de alcohol y densidad) evaluados a la cerveza artesanal estilo Porter, cuya interacción A*B presentan diferencias estadísticas significativas.

Tabla 5. Análisis de las características fisicoquímicas de la cerveza artesanal a través de la interacción de A y B

Tratamientos	Parámetros fisicoquímicos			
	pH	Acidez (%)	Densidad (g/mL)	Grados de alcohol (%)
T1	5.54±0.01 ^{cd}	0.28±0.03 ^b	1.01±0.01 ^b	4.46±0.09 ^{de}
T2	5.45±0.03 ^{bcd}	0.31±0.12 ^b	1.01±0.0015 ^b	4.06±0.09 ^{cd}
T3	5.57±0.02 ^d	0.20±0.02 ^a	1.00±0.0017 ^{ab}	3.50±0.09 ^{ab}
T4	5.20±0.04 ^{abc}	0.25±0.0 ^{ab}	1.00±0.00058 ^{ab}	3.45±0.09 ^a
T5	5.13±0.02 ^{ab}	0.28±0.02 ^b	1.00±0.0012 ^a	3.93±0.09 ^{bc}
T6	5.04±0.02 ^a	0.23±0.02 ^{ab}	1.00±0.0012 ^a	4.55±0.09 ^e
p-valor	0.006	0.046	0.025	0.0001

El aumento del pH en la cerveza puede causar problemas en reacciones como la sacarificación, debido a que provoca deficiencia en la actividad enzimática, lo que limita la disponibilidad de azúcares e intensifica el amargor (Guzmán et al. 2019). En contraste, valores bajos de pH exhiben un efecto sinérgico con las propiedades antimicrobianas aportadas por los compuestos del lúpulo, lo que incrementa la actividad antimicrobiana (Lataza et al., 2019).

Con respecto a la acidez, la interacción A*B presentó diferencias estadísticas significativas (*p*_valor <0.05). En esta investigación, todos los tratamientos cumplen con la NTE INEN 2262, que establece un valor máximo de 0.3%. Panda et al. (2015) mencionan que el incremento de la acidez en la cerveza se debe a una serie de conversiones que ocurren en el medio, ya que las levaduras responsables del proceso fermentativo excretan nucleótidos, ácidos orgánicos y dióxido de carbono, lo cual aumenta la acidez de la cerveza. Estos resultados se asemejan a los reportados por Pilligua et al. (2021), quienes encontraron un porcentaje de acidez de 0.26 en su estudio con mucílago de cacao, y por Segobia (2022), con valores entre 0.27 y 0.36 al adicionar centeno en la formulación de cerveza artesanal. Sin



embargo, Vitery et al. (2022) reportaron valores superiores (0.40 a 0.45) al evaluar la infusión de flor deshidratada de jamaica en la producción de cerveza artesanal, lo que sugiere que los ingredientes pueden potenciar la acidez.

En cuanto al análisis de densidad, se mostró una diferencia estadística significativa al emplear diversos porcentajes de cascarilla de cacao en correlación con los tipos de cepas *Saccharomyces spp*, con valores entre 1.000 y 1.01 g/mL. Se evidenció que los tratamientos T1 y T2 cumplen con lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-199-SCFI (2017), la cual menciona que la densidad debe encontrarse en un rango de 1.01 g/cm³ a 1.045 g/cm³. Estos resultados son comparables con los reportados por García et al. (2023), quienes informaron densidades de 1.02 en cervezas elaboradas con base de maíz y arroz. Sin embargo, difieren de los obtenidos por Tubay et al. (2024), quienes en su estudio de cervezas artesanales con distintas cepas reportaron valores de densidad promedio de 1.021 para LAGER, 1.009 para ALE S05 y 1.015 para ALE S04, lo que indica que la elección de levadura influye significativamente en la densidad del producto final.

En los grados de alcohol se evidenció diferencias significativas ($p_valor < 0.05$) entre los tratamientos. Sin embargo, todos se mantuvieron dentro del rango establecido en la NTE INEN 2262, que sugiere un mínimo de 1% y un máximo de 10% de contenido alcohólico. Los valores obtenidos en este estudio son ligeramente inferiores a lo reportado por Wilson (2019), quien señala que el contenido alcohólico de las cervezas estilo Porter varía, pero no supera el 6% por volumen. Pilla y Vinci (2012) argumentan que las cervezas estilo Porter contienen menores cantidades de alcohol debido a que se obtienen con maltas torrefactas (tostadas), las cuales tienen menor capacidad de fermentación y, por lo tanto, reducen la transformación de azúcares en alcohol. En comparación con otros estudios, los valores obtenidos en la presente investigación son inferiores a los reportados por Segobia (2022) (5.60 a 8.53%), García et al. (2023) (8.74 a 9.8%) y Vitery et al. (2022) (6.17 a 6.66%), lo que sugiere que el tipo de adjunto y las condiciones de fermentación pueden influir significativamente en el contenido alcohólico de la cerveza.

Se establece que todos los tratamientos cumplen con la NTE INEN 2262 en cuanto a las propiedades de acidez y grados de alcohol, mientras que la densidad, los tratamientos T1 y T2 se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma oficial mexicana NOM-199-SCFI. Los valores de pH obtenidos fueron superiores al límite máximo estipulado por la normativa NTE INEN 2262 (5.0). El pH elevado observado en los distintos tratamientos puede explicarse por la interacción entre los compuestos fenólicos de las cascarillas de cacao y las características propias de las cepas de levadura, que podrían no haber sido capaces de generar suficientes ácidos durante la fermentación. Para ajustarse a los valores indicados por la normativa en futuras investigaciones, se recomienda modificar los niveles de cascarilla de cacao, mejorar el control de la fermentación o utilizar aditivos ácidos para ajustar el pH.

De acuerdo con los parámetros físicoquímicos evaluados en la cerveza artesanal, se evidenció que el tratamiento T6 (0.5% de cascarilla de cacao + 95% de malta + levadura Safbrew S-06) fue el mejor,

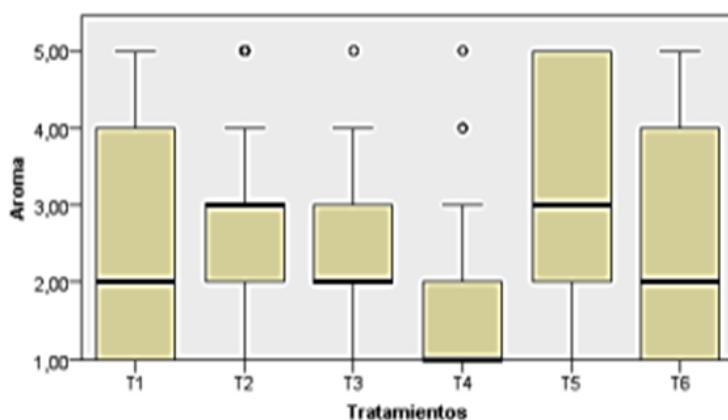
debido a que presentó menor pH (5.04 ± 0.02) y mayor porcentaje de alcohol (4.55 ± 0.09), aunque aún se requieren ajustes para cumplir con las normativas existentes.

Evaluación de las propiedades sensoriales de la cerveza artesanal

Aroma

En la figura 1 se observa que el tratamiento con mayor aceptación fue T4 (2.5% de cascarilla de cacao + 75% de malta + levadura Safbrew S-06), con una categorización de 1 que es equivalente a “me gusta mucho”, mientras que T5 (1.5% de cascarilla de cacao + 85% de malta + levadura Safbrew S-06) tuvo menor calificación de parte de los catadores no entrenados.

Figura 1
Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes en la variable Aroma



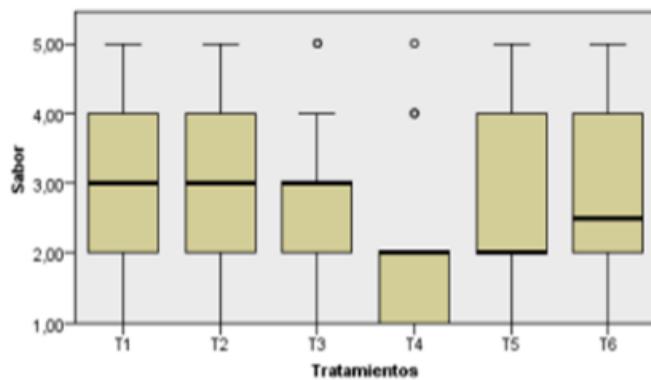
El aroma es una de las características con mayor relevancia, resultante de cualquier proceso de fermentación. Las materias primas y las especies de levaduras que se utilizan definen en gran parte el aroma final (Muñoz y Arias, 2020).

Sabor

En la figura 2 se evidencia los resultados de la prueba de Kruskal Wallis, siendo el tratamiento T4 el de mejor ponderación en la categoría sabor que es equivalente a “me gusta” en comparación de los tratamientos T1 y T2 que obtuvieron menor aceptación. Las levaduras tienen incidencia en el sabor y el aroma porque promueven la formación de ésteres y fenoles, también absorben ciertas cantidades de ácidos iso-alfa, responsables del amargor de la cerveza (Albert, 2013 citado por Galarza, 2018).

Figura 2

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes en la variable sabor



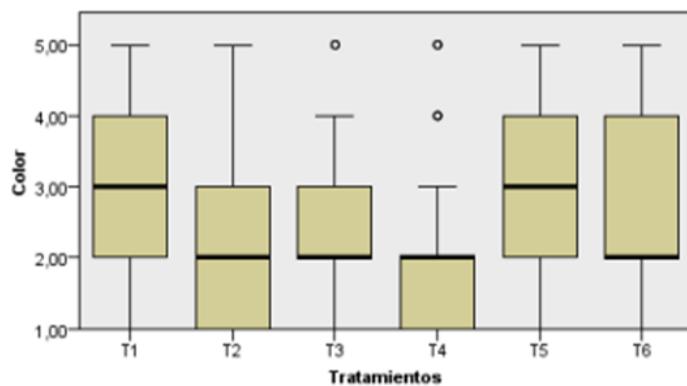
Las levaduras, durante el proceso de elaboración de cerveza, producen más de 500 compuestos químicos; estos pueden impactar tanto negativa como positivamente en las características organolépticas de la cerveza. Durante la producción de cerveza, junto con la formación de dióxido de carbono y etanol, se origina una amplia variedad de compuestos de vital importancia conocido como flavor (sabor y aroma) de la cerveza (Loviso y Libkind, 2017).

Color

En la figura 3 se observa que en la variable color, el tratamiento T4 (2.5% de cascarilla de cacao + 75% de malta + levadura Safbrew S-06) obtuvo una ponderación de 2 (me gusta) y presentó medias diferentes al resto de los tratamientos.

Figura 3

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes en la variable color



Koren et al. (2020) mencionan que el color del producto final es debido principalmente por los granos ya sean horneados o tostados, mientras que el segundo aspecto contribuyente es la oxidación de

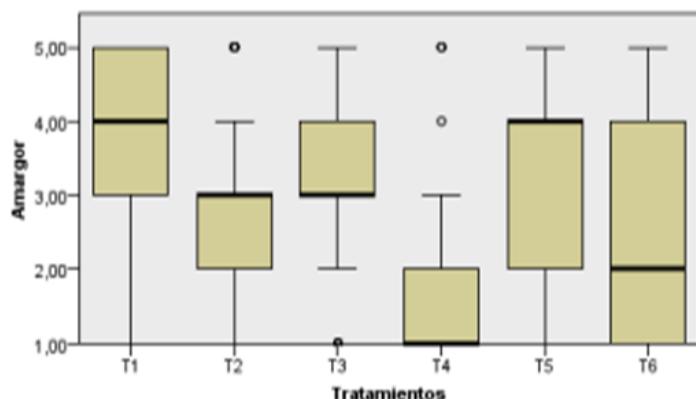
polifenoles procedentes de la malta y el lúpulo durante el almacenamiento y envejecimiento. A su vez Castro et al. (2021) menciona que las maltas tostadas exhiben sabores y colores que solo pueden desarrollarse a altas temperaturas, como el chocolate o el café, pero el proceso también puede modificarse para desarrollar color con un sabor mínimo.

Amargor

En la figura 4 se observa que, en el parámetro de amargor, T4 (2.5% de cascarilla de cacao + 75% de malta + levadura Safbrew S-06) obtuvo mayor aceptación por parte de los catadores no entrenados al evidenciar una calificación de 1 que es equivalente a “me gusta mucho”. De acuerdo a Goncalves et al. (2023) el elemento principal que hace que la cerveza sea amarga es el lúpulo, ya sea en la diversidad y cantidad de sus compuestos, que a su vez dependen del tiempo de adición del lúpulo y condiciones de preparación, este posee metabolitos secundarios que se transforman en componentes aromatizantes (α -humulona y β -cariofileno) y amargos (α -ácidos, β -ácidos y xantohumol). Otros factores que pueden afectar el amargor en el proceso de la elaboración de la cerveza, es el comportamiento de la levadura, el pH del mosto y la temperatura de fermentación (Liguori et al., 2021).

Figura 4

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes en la variable amargor



De acuerdo a los resultados del análisis sensorial de los parámetros de aroma, sabor, color, amargor de la cerveza artesanal de estilo Porter se considera como el mejor tratamiento el T4 (2.5% de cascarilla de cacao + 75% de malta + levadura Safbrew S-06) al presentar la mayor aceptación organoléptica por parte de los catadores no entrenados.

Recuento total de mohos y levaduras

En la tabla 6 se muestran los resultados del recuento de microorganismos de mohos y levaduras de la cerveza artesanal estilo Porter, cuyos valores superan el límite permisible establecido en la NTE INEN 2262 que recomienda como máximo 50 UP/mL para cerveza no pasteurizada. El recuento de mohos y levaduras de cada corrida experimental fueron variados debido a que no se sometieron a un proceso de pasteurización. Milani y Silva (2022) mencionan que las cervezas artesanales no se pasteurizan

para que las propiedades originales de la cerveza producida se conserven hasta el consumo y necesitan almacenarse en frío y distribuirse.

Tabla 6. Recuento microbiano

Tratamientos	Unidad	Recuento total de Mohos y levaduras
T1R1		4.2x10 ³
T1R2		1.0x10 ³
T2R1	UP/mL	3.2x10 ⁵
T3R1		1.7x10 ⁴
T3R3		2.2x10 ⁴
T4R1		1.4x10 ⁵
T5R1		9.2x10 ⁵
T6R1	UP/mL	1.0x10 ⁶
T6R3		1.2x10 ⁶

El alto recuento de mohos y levaduras en la cerveza artesanal estilo Porter se debe a errores durante el macerado (elaboración) o posibles deficiencias en el control microbiológico durante el proceso de producción y almacenamiento, esto puede comprometer la calidad final del producto, generando alteraciones en el sabor, turbidez, sobre carbonatación, contribuyendo a una reducción de la vida útil del producto. La contaminación pudo originarse en las materias primas, el equipo de producción o durante el embotellado, para evitar futuras complicaciones se recomienda medidas preventivas como protocolos de higiene, utilizar levaduras certificadas, optimizar el almacenamiento en refrigeración y realizar controles microbiológicos constantes, asegurando así un producto de calidad y seguridad para el consumidor.

El tratamiento T1 presenta valores similares al trabajo de Barreto (2021) que evidenció en recuento de mohos y levaduras de 1.4×10^3 a 6.0×10^3 UP/mL en una cerveza artesanal tipo IPA. Latorre et al. (2023) mencionan que ocho de cada diez fábricas de cerveza artesanal de la Patagonia Andina Argentina presentaron problemas de contaminación, lo que sugiere que la presencia de bacterias y levaduras es un problema común en estas micro cervecerías. Los contaminantes microbiológicos que pueden deteriorar la cerveza, proveniente de fuentes primarias que se derivan de las materias primas y el equipo de elaboración, mientras que los contaminantes secundarios se introducen en el producto final durante el embotellado, enlatado o embarrilado, causando alteraciones como mal sabor y turbidez en la bebida artesanal (Ciont, et al., 2022). En el presente trabajo de investigación la alteración visual de turbidez no se observó en el producto final.

Conclusiones

La adición de cascarilla de cacao no mostró efecto significativo en el pH, la densidad ni la acidez de la cerveza artesanal, pero si influyó en el contenido alcohólico, siendo el 0.5% el porcentaje más favorable, además la levadura Safbrew S-06 mostró mejor desempeño en pH y densidad, destacándose como la más adecuada para la elaboración de cerveza estilo Porter.

Todos los tratamientos cumplieron con la NTE INEN 2262 en acidez y grados de alcohol, pero los valores de pH superaron el límite permitido. En la densidad, los tratamientos T1 y T2 cumplieron con la NOM-199-SCFI, asimismo el tratamiento T6 (0.5% de cascarilla de cacao + 95% de malta + levadura Safbrew S-06) fue el más adecuado desde el punto de vista fisicoquímico. No obstante, el recuento de mohos y levaduras superó los límites permisibles, lo que indica la necesidad de mejorar los controles microbiológicos para garantizar la estabilidad del producto.

En el análisis sensorial, el tratamiento T4 (2.5% de cascarilla de cacao + 75% de malta + levadura Safbrew S-06) mostró la mayor aceptación en aroma, sabor, color y amargor, lo que lo convierte en una alternativa ideal para la industria cervecería artesanal. Se recomienda realizar estudios futuros para mejorar la estabilidad microbiológica del producto y evaluar la viabilidad de la cascarilla de cacao como insumo en formulaciones comerciales de cerveza artesanal.

Contribución de Autoría CRediT

David Bermeo y Orley Mera en participación con el Ing. Guilber Vergara dentro del desarrollo del artículo científico. David Bermeo encargado del desarrollo bibliográfico y participó en la ejecución del trabajo, además aportó en la recolección de los datos analizados. Por su parte, Orley y Guilber aportaron en el desarrollo conceptual además de la revisión de información y aportaron a la contribución, desarrollo y ejecución de este trabajo de investigación.

Declaración de intereses contrapuestos

Los autores declaran que no tienen intereses financieros en conflicto ni relaciones personales conocidas que pudieran haber influido en el trabajo presentado en este artículo.



Disponibilidad de datos

Los conjuntos de datos generados y/o analizados durante el estudio actual están disponibles del autor correspondiente a solicitud razonable.

Agradecimientos y financiamiento

Este estudio no recibió ninguna subvención específica de ninguna agencia de financiación del sector público, comercial o sin fines de lucro

Referencias

- Acosta, J., Silva, L., Erazo, J., Aguirre, Y., & Vega, M. (2023). Parametrización del proceso de extrusión para alimento balanceado a través de diseños experimentales factoriales. *Dominio De Las Ciencias*, 9(3), 1253–1274.
<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3498/7768>
- Albán, A., Carrasco, R., Castillo, C., Mena, C., & Tafur, A. (2019). Diseño del proceso productivo de cerveza artesanal de miel para la empresa D' Calidad. *Trabajo de investigación*.
<https://es.scribd.com/document/584712433/PYT-Informe-Final-Proyecto-Cerveza-Miel>
- Albarracín, K. (2020). Estudio de parámetros para la propagación de las cepas de levadura cerveceras *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces carlsbergensis* para la fabricación de cerveza artesanal. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid].
https://oa.upm.es/63464/1/TFM_KATY_ALBARRACIN_TORRES.pdf
- Álvarez, K., & Quilumba, F. (2018). *Aprovechamiento de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) para la elaboración de polvo y sus usos culinarios* [Trabajo de Titulación de Licenciatura, Universidad de Guayaquil].
<https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/58db3a3e-4e08-48cc-8aab-464b24dca5e7/content>
- Boletín Oficial del Estado. (2016). Real Decreto 678/2016, norma de calidad de la cerveza y las bebidas de malta. <https://laadministraciondiala.inap.es/noticia.asp?id=1160630>
- Castorena, J., Juárez, V., Cano, M., Santiago, V., & López, O. (2020). Caracterización físico-química de cerveza artesanal con adjunto de maíz azul y derivados de caña de azúcar. *Conciencia Tecnológica*, 60. <https://www.redalyc.org/journal/944/94465715001/94465715001.pdf>
- Castro, L., Affonso, A., & Lehman, R. (2021). Impacto de las maltas especiales en las características del mosto y la cerveza. *Fermentation*, 7(3), 137.
<https://doi.org/10.3390/fermentation7030137>
- Cedeño, G., & Mendoza, J. (2016). Evaluación fisicoquímica y sensorial de cerveza artesanal tipo ale con almidón de papa como adjunto y especias. [Tesis de Ingeniería Agroindustrial, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López].
<https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/552/1/TAI109.pdf>

- Ciont, C., Epuran, A., Kerezsi, A., Coldea, T., Mudura, E., Pasqualone, A., Zhao, H., Suharoschi, R., Vriesekoop, F., & Pop, O. (2022). Beer safety: New challenges and future trends within craft and large-scale production. *Foods*, 11(17). <https://doi.org/10.3390/foods11172693>
- Coronel, Z. (2019). *DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE CASCARILLA DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) PROVENIENTES DE LAS VARIEDADES CCN-51 Y NACIONAL POR DISTINTOS MÉTODOS* [Anteproyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/04946c51-718e-44d6-a02a-869433234e27/content>
- Cortez, B. (2020). Influencia del mango (*Mangifera indica*) y babaco (*Vasconcellea × heilbornii*) en las características organolépticas de una cerveza artesanal. [Trabajo de titulación, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CORTEZ%20QUINTO%20BETTY%20JAEL.pdf>
- Cunha, A., Lopes, N., Barcia, M., Sautter, C., & Ballús, C. (2023). Producción y caracterización de cervezas artesanales con diferentes adiciones de frutos nativos y residuos agroindustriales: una revisión. *Ciència Rural*, 53(9). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20220194>
- Galarza, A. (2018). Elaboración de cerveza amber ale de alta fermentación saborizada y aromatizada con frutas y plantas aromáticas ecuatorianas. [Tesis de Ingeniería Química, Universidad Central del Ecuador]. <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b04939bc-8bc2-43db-a4c6-d2b96534d046/content>
- García, G., Lucas, C., Alcívar, U., Cedeño, C., Burgos, G., & Munizaga, D. (2024). Aplicación de base cereal local (*Zea mays L.* y *Oryza sativa*) en producción de cerveza artesanal. *Revista Centro Azúcar*, 51(1). http://centroazucar.uclv.edu.cu/index.php/centro_azucar/article/view/782
- García, M. (2019). Análisis microbiológico de alimentos vegetales. [Trabajo de fin de grado, Universidad de Jaén]. <https://crea.ujaen.es/server/api/core/bitstreams/17c9d394-2992-4ca0-99f1-47ca6997dfdf/content>
- Gonçalves, L., Jesus, M., Brandão, E., Magalhães, P., Mateus, N., Freitas, V., & Soares, S. (2023). Interactions between beer compounds and human salivary proteins: Insights toward astringency and bitterness perception. *Molecules*, 28(6). <https://doi.org/10.3390/molecules28062522>
- Guzmán, F., Soto, A., López, P., & Román, A. (2019). Valuation and use of a new variety of barley for brewing craft beer. *Ingeniería Agrícola y Biosistema*, 1(1), 81–95. <https://doi.org/10.5154/r.inagbi.2018.01.001>
- Koren, D., Hegyesné, B., & Kun-Farkas, G. (2020). ¿Cómo determinar objetivamente el color de la cerveza? *Journal of Food Science and Technology*, 57, 1183–1189. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04237-4>
- Lataza, M., Bianchi, A., Sosa, G., & Benítez, E. (2019). Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de cervezas artesanales en la provincia del Chaco. *CYTAL-ALACCTA*. <https://www.researchgate.net/publication/342449193>
- Latorre, M., Bruzone, C., García, V., & Libkind, D. (2023). Contaminantes microbianos en cervezas artesanales embotelladas de la Patagonia andina argentina. *Revista Argentina de Microbiología*, 55(1), 88-99. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2022.05.006>

- Liguori, L., De Francesco, G., Orilio, P., Perretti, G., & Albanese, D. (2021). Influence of malt composition on the quality of a top fermented beer. *Journal of Food Science and Technology*, 58(6), 2295-2303. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04740-8>
- Loviso, C., & Libkind, D. (2017). Síntesis y regulación de compuestos del aroma y el sabor derivados de la levadura en la cerveza: ésteres. *Revista Argentina de Microbiología*, 50(4), 436-446. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.11.006>
- Milani, E., & Silva, F. (2022). Pasteurización de cerveza por tecnologías no térmicas. *Frontiers in Food Science and Technology*, 1. <https://doi.org/10.3389/frfst.2021.798676>
- Molla, E. (2022). *Papel de la respuesta retrógrada de levadura en la regulación del metabolismo durante fermentaciones de alimentos* [Trabajo Fin de Máster, Universitat Politècnica de València]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/188359/Molla%20%20Papel%20de%20la%20espuesta%20retrograda%20de%20levadura%20en%20la%20regulacion%20del%20metabolismo%20durante%20fer...pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Monroy, M. (2019). *Evaluación de parámetros fisicoquímicos en una cerveza utilizando triticale como adjunto (X. Triticosecale Wittmack)* [Tesis de grado, Universidad Autónoma del Estado de México]. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/104878>
- Muñoz, D., & Arias, S. (2020). Evaluación de condiciones de fabricación y calidad sensorial de cerveza artesanal tipo lager. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 12, 1-12. <https://doi.org/10.46571/JCI.2020.1.1>
- Muñoz, S. A. S. (2022). Evaluación de la adición de centeno (*Secale cereale*) en la formulación de cerveza artesanal Belgian Pale Ale. *Enfoque UTE*, 13(3). <https://doi.org/10.29019/efoqueute.830>
- Narendranath, N. V., & Power, R. (2005). Relationship between pH and medium dissolved solids in terms of growth and metabolism of *Lactobacilli* and *Saccharomyces cerevisiae* during ethanol production. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(5), 2239-2243. <https://doi.org/10.1128/AEM.71.5.2239-2243.2005>
- Norma Oficial Mexicana NOM-199-SCFI. (2017). Bebidas alcohólicas: Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5502882&fecha=30/10/2017#gsc.tab=0
- Nunes, R., Galvan, D., Effting, L., Moreira, M., Yamashita, F., Toledo, M., & Spinoso, W. (2021). Effects of adding spices with antioxidant compounds in red ale style craft beer: A simplex-centroid mixture design approach. *Food Chemistry*, 365, 130478. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130478>
- Ortega, D. (2022). Aprovechamiento de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) para la elaboración de cerveza artesanal [Tesis de Ingeniero Agroindustrial, Universidad De San Buenaventura Cali]. <https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/dea6d99e-372b-47cb-aabd-db66d07f8f16/content>

- Panda, S. K., Panda, S. H., Swain, M. R., Ray, R. C., & 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. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12569>
- Párraga, J., & Zapata, C. (2022). Evaluación de cerveza artesanal tipo ale con dos tipos de lúpulo y uso de mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) como sustituto parcial de la levadura [Tesis Ingeniero Agroindustrial, Unidad Técnica Estatal De Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e09d0eb5-4052-450a-8e14-7b7d0482e285/content>
- Paszkot, J., Gasiński, A., & Kawa-Rygielska, J. (2023). Evaluation of volatile compound profiles and sensory properties of dark and pale beers fermented by different strains of brewing yeast. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33246-4>
- Peralta, L. (2020). Efecto sensorial de la aplicación de nibs de cacao y café tostado en la elaboración de cerveza artesanal [Ingeniera Agrícola mención Agroindustrial, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PERALTA%20BUSTAMANTE%20LINDA%20ISABEL.pdf>
- Pérez, K. (2019). Desarrollo de una herramienta para la calificación de la susceptibilidad a la contaminación microbiana en cervezas artesanales [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Madrid]. <https://libros.uam.es/tfm/catalog/download/1024/1858/1952?inline=1>
- Pilla, S., & Vinci, G. (2012). *Cervezas de todo el mundo*. Vecchi Ediciones S.A. Barcelona. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=yM2D5x8crlsC&oi=fnd&pg=PT481&dq=coñtenido+alcoholico+de+la+cerveza+estilo+porter.&ots=w8tdKJzZZ2&sig=pvvUzErU7jv7S9695x9uc_jj7s0#v=onepage&q=contenido%20alcoholico%20de%20la%20cerveza%20estilo%20porter.&f=false
- Pilligua, R., Barre, R., Mendoza, A., Lavayen, E., & Mero, R. (2021). Influencia del mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de la cerveza artesanal. *ESPA-MCIENCIA*, 12(1), 25-32. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8278220.pdf>
- Salazar, D., Chumpitaz, G., Alvarez, E., & Huayta, F. (2021). Efecto de la utilización de cascarilla de cacao en el perfil sensorial de una cerveza artesanal tipo Ale estilo Stout. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 2-7. https://www.laccei.org/LACCEI2021-VirtualEdition/full_papers/FP400.pdf
- Segobia, S. (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>
- Severiano-Pérez, P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Inter disciplina*, 7(19), 47-68. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
- Suárez, C., Garrido, N., & Guevara, C. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>
- Tirado, J., & Zalazar, G. (2018). Banano (Cavendish gigante) de rechazo como sustitución parcial de cebada en la calidad fisicoquímica y sensorial de la cerveza artesanal [Ingeniero Agroindustrial, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <https://repositorio.espm.edu.ec/bitstream/42000/892/1/TTAI11.pdf>



- Tubay, P., Chevez, J., Alcívar, U., & Munizaga, D. (2024). Aplicación de técnicas de control fermentativo para determinar la eficiencia de atenuación en la elaboración de cerveza artesanal. *MQRInvestigar*, 8(4), 46–66. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.4.2024.46-66>
- Tucumbi, C. (2022). Diseño de un proceso de elaboración de cerveza artesanal tipo Lambic sabor a capulí (*Prunus serotina* var. *capuli* (Cav.) McVaugh) [Ingeniero en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/35867/1/AL%20846.pdf>
- Vanegas, G., & Vera, Y. (2019). Efecto de la utilización de dos cereales *hordeum vulgare* (cebada), *chenopodium quinoa* (quinua) y tres fuentes de almidón *manihot esculenta* (yuca), *cocosa esculenta* (malanga) e *ipomoea batatas* (camote), en la elaboración de cerveza artesanal [Ingeniera agroindustrial, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3694/3/T-UTEQ-0078.pdf>
- Viteri, J., Párraga, R., García, J., Barre, R., & Romero, J. (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. <https://doi.org/10.57188/manglar.2022.042>
- Wilson, M. (2019). *Leñador o ruinas continentales*. Fiordo editorial. <https://www.google.com.ec/books/edition/Le%C3%B3nador/zYLhDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1>

Semblanza de los autores

Guilber Enrique Vergara Vélez: Ingeniero Agroindustrial, Master universitario en zootecnia y gestión sostenible: ganadería ecología integrada -universidad de córdoba – Córdoba- España. Magister en matemática - universidad técnica de Manabí - Portoviejo – Ecuador. Docente Titular Investigador en la Carrera de Agroindustrias de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”.

José David Bermeo Mendoza: Ingeniero Agroindustrial, graduado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” con experiencia; en procesos de postcosecha del cacao, procesamientos en bebidas alcohólicas.

Orley Neptaly Mera Mecías: Ingeniero Agroindustrial, graduado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” con experiencia; en procesamientos en bebidas alcohólicas.