

# INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE CACAO (*Theobroma cacao*) EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA CERVEZA ARTESANAL

## INFLUENCE OF COCOA MUCILAGE (*Theobroma cacao*) ON THE PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF ARTISANAL BEER

Ronald Luigi Pilligua-Pilligua, Roy Leonardo Barre-Zambrano, Aldo Eduardo Mendoza-González, Edison Lavayen-Delgado, Robert Mero-Santana

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad Ciencias Agropecuarias, Av. Circunvalación, Manta, Manabí, Ecuador

Email: ronaldagroinm01@gmail.com

### Información del artículo

*Tipo de artículo:*  
Artículo original

*Recibido:*  
06/01/2021

*Aceptado:*  
28/05/2021

*Licencia:*  
CC BY-NC-SA 4.0

*Revista:*  
ESPAMCIENCIA  
12(1):25-32

DOI:  
[https://doi.org/10.51260/revista\\_espamciencia.v12i1.234](https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v12i1.234)

### Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la influencia del mucilago de cacao (*theobroma cacao*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de la cerveza artesanal. Se establecieron 4 concentraciones de mucilago de cacao (1, 3, 7 y 10%), en el cual se aplicaron 4 tratamientos y un testigo. Posteriormente se determinó el mejor tratamiento mediante un análisis sensorial con 40 panelistas no entrenados, donde se evaluaron sabor, olor y color; para ello se aplicó un análisis estadístico no paramétrico Kruskal-Wallis, dando como mejor resultado al tratamiento 1 (1% mucilago-99% mosto). Se procedió a realizar análisis fisicoquímico y microbiológico dando como resultados: Anaerobios:  $3,9 \times 10^4$  ufc/ml, mohos:  $< 1 \times 10$  upc/ml, levaduras:  $1,18 \times 10^5$  upc/ml y los análisis fisicoquímicos: Acidez (expresada como ácido láctico): 0,26%, arsénico:  $< 0,1$  mg/dm<sup>3</sup>, carbonatación: 3,8 L CO<sub>2</sub>/L bebida, cobre: 0,088 mg/dm<sup>3</sup>, grado alcohólico a 20°C: 5,3%v/v, hierro: 2,103 mg/dm<sup>3</sup>, pH: 4,28, plomo:  $< 0,01$ mg/dm<sup>3</sup>, zinc: 0,087mg/dm<sup>3</sup>. En conclusión, con la adición del mucilago del cacao en concentraciones bajas se pueden elaborar cervezas de mucha palatabilidad para el consumidor en cuanto al sabor, olor y color como lo fue el tratamiento 1, con un nivel de significancia del 0,05.

*Palabras clave:* Mucilago de cacao, cerveza artesanal, evaluación sensorial, propiedades fisicoquímicas, microbiología.

### Abstract

The present work aimed to evaluate the influence of cocoa mucilage (*theobroma cacao*) on the physicochemical and sensory characteristics of craft beer. Four concentrations of cocoa mucilage were established (1, 3, 7 and 10%), in which 4 treatments and a control were applied. Subsequently, the best treatment was determined by means of a sensory analysis with 40 untrained panelists, where flavor, odor and color were evaluated; for this, a Kruskal-Wallis non-parametric statistical analysis was applied, giving the best result to treatment 1 (1% mucilage-99% must). Physicochemical and microbiological analyzes were carried out, giving the following results: Anaerobes:  $3.9 \times 10^4$  cfu/ml, molds:  $< 1 \times 10$  cfu/ml, yeasts:  $1.18 \times 10^5$  cfu/ml and physicochemical analyzes: Acidity (expressed as lactic acid): 0.26%, arsenic:  $< 0.1$  mg/dm<sup>3</sup>, carbonation: 3.8 L CO<sub>2</sub>/L drink, copper: 0.088 mg/dm<sup>3</sup>, alcoholic strength at 20°C: 5.3% v/v, iron: 2.103mg/dm<sup>3</sup>, pH: 4.28, lead:  $< 0.01$ mg/dm<sup>3</sup>, zinc: 0.087mg/dm<sup>3</sup>. In conclusion, with the addition of cocoa mucilage in concentrations Low, highly palatable beers can be made for the consumer in terms of taste, smell and color, as was treatment 1, with a significance level of 0.05.

*Keywords:* Cocoa mucilage, craft beer, sensory evaluation, physicochemical properties, microbiology.

## INTRODUCCIÓN

En el Ecuador se cultivan dos tipos de cacao: El cacao CCN-51 y el cacao nacional conocido como cacao fino de aroma. Es probable que por el desconocimiento de las propiedades del mucílago (baba o pulpa de cacao), los productores no aprovechen sus bondades (Caballero y Orozco, 2017). Parte de este mucílago o pulpa es necesaria para la producción de alcohol y ácido acético en la fermentación de las almendras, pero, entre el 5 a 7 % se desecha como exudado (Braudeau, 2001), una sustancia vegetal que es drenada formando parte de una corriente de residuos que afectan a cultivos y al ambiente (Kalvatchev *et al.*, 1998). Otro estudio evidenció que el desperdicio del mucílago de cacao es del 72% debido a la reducida innovación agrícola (Sánchez *et al.*, 2019). Llegándose a desperdiciar mas de 70 litros por tonelada de este subproducto (Arciniega y León, 2020).

Según estudios realizados en laboratorios de la INIAP (Instituto Nacional de Investigadores Agropecuarias), el mucílago blanco que recubre el grano de cacao proporciona grandes cantidades de azúcares, proteínas y nutrientes que podrían ser aprovechados para la elaboración de otros productos, generando un valor agregado (Tituana, 2017). La gran cantidad de azúcar que posee el mucílago, genera alcohol, convirtiéndose en insumo para la elaboración de cerveza artesanal. Arteaga (2013) Expresa que el mucílago de cacao está compuesto de 10 al 15% de azúcar. Esto es importante debido a que las materias primas utilizadas deben tener altos porcentajes de almidón (Guzmán *et al.*, 2019). Otras investigaciones dieron como resultado que el mucílago de cacao promueve el desarrollo de bacterias fermentadoras incluyendo la existencia de antioxidantes que son muy útiles en la prevención de enfermedades cardiacas (Caballero y Orozco, 2017).

Países como Perú utilizan los beneficios de la baba o mucílago de cacao en la elaboración de productos tales como licor, mermelada, jaleas, entre otros. Es posible que, debido a esta experiencia, en Ecuador se utilice este residuo para la elaboración de algunos productos; aunque cabe señalar que no existe una directa intervención de organismos del ramo en asesorar respecto a los beneficios del mucílago, motivo por el que probablemente, al no ser demandado como materia prima por las industrias, algunos agricultores los desechen (Caballero y Orozco, 2017).

La cerveza es uno de los productos más antiguos de la civilización. Los historiadores creen que ya existía en el año 10.000 a.C. (Quintana y Herrera, 2018). Las primeras cervezas artesanales surgieron en Estados Unidos en 1970, fue allí cuando se legalizó la producción de cerveza casera (Jaramillo, 2016).

Existen variedades de cervezas a base de otros productos; cerveza artesanal tipo ale con almidón de papa (Cedeño y Mendoza, 2016), cerveza artesanal utilizando banano de rechazo (Tirado y Zalazar, 2018), cerveza artesanal con cebada malteada de maíz y carbonata con miel (Mencia y Pérez, 2016). Existen investigaciones en la que se demuestra haber utilizado la pasta y polvo de cacao como materia prima para elaborar cervezas artesanales, pero no se ha encontrado evidencia del uso de su mucílago (Soria, 2017).

Lo primero que destaca a las cervezas artesanales de las industriales son sus ingredientes. De forma general los componentes que se emplean en las cervecerías artesanales son; agua, cebadas malteadas, lúpulos y levadura, mientras que, en las industriales se utiliza en arrozillo como un ingrediente de relleno para abaratar costos.

Otros factores que marcan importancia son el cuidado, dedicación y gasificación del maestro cervecero artesanal durante la producción (Bernáldez, 2013); así mismo, no se emplean aditivos ni químicos, que sí se encuentran en las cervezas industriales (Jaramillo, 2016), siendo su elaboración manual o semiautomática con respecto a las industriales (Civitaresi *et al.*, 2017). Por otra parte Godoy Zuñiga *et al.* (2018) demostraron que los consumidores locales no conocen la diferencia en el método de producción, los distintos sabores, colores y grado alcohólico más elevado. De esta forma las cervezas artesanales son consideradas un producto natural sin afectar el sabor final del mismo.

Teniendo en cuenta lo expresado, el objetivo del presente estudio fue evaluar la influencia del mucílago de cacao en las características fisicoquímicas y sensoriales de la cerveza artesanal, determinando el o los mejores tratamientos con mayor aceptación mediante evaluación sensorial y cumpliendo con las normas y parámetros establecidos por NTE INEN 2262:2013, en relación con el proceso de producción y su control de calidad. Esta investigación servirá como referencia para futuros proyectos enfocados en la producción de cerveza artesanal a base del mucílago de cacao.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Equipos y materia prima

Equipos de producción e insumos (malla de maceración, termómetros, fermentadores, malla de maceración, cucharón acero inoxidable, densímetro, sifón, manguera, serpentín, botellas ámbar 330mL, olla de acero inoxidable, maltas, lúpulos, levadura), obtenidos de una casa comercial cervecera; materia prima (cacao de la variedad CCN-51) obtenido de una finca ubicada en el cantón Pichincha.

### Obtención del mucilago de cacao

Para la obtención del mucilago de cacao se siguió el método de Largo (2016); se realizó un lavado y cortado de forma longitudinal con un cuchillo a la mazorca dejando expuesto a los granos con el mucilago, posteriormente se extrajeron manualmente los granos de la mazorca contenidos en la mazorca para el respectivo, obteniendo así el respectivo mucilago de cacao.

### Proceso de elaboración artesanal de la cerveza

Para la elaboración de cerveza artesanal se siguió un diagrama de procesos de 10 pasos (elaboración original), que consistió en la recepción de materia prima, se empleó cebadas malteadas (Pale Ale, CaraAroma, CaraMúnich III y Carafa II), luego se aplicó una molienda en donde se trituró las maltas para continuar con la maceración; en esta etapa se calentó agua en un rango de temperatura de (65-68)°C en relación 1:3 con referencia al peso de la maltas (1,34kg), se mezclaron los granos con el agua por 120 minutos obteniendo un mosto dulce y permitiendo convertir el almidón contenido en el grano en azúcares.

Posteriormente se lavó, clarificó y filtró el mosto dulce en la aspersión, donde se agregó agua a 77°C de manera lenta y recirculando de 2 – 3 litros hasta aclarar, continuamente se dejó caer el agua resultante y al mismo tiempo se evacuó el mosto en un nuevo recipiente. Esta acción finalizó cuando se obtuvo 1000mL de mosto deseado en relación mosto–mucilago con sus respectivos porcentajes, seguidamente se midió grados Brix para llevar un control. Continuando con la cocción, se elevó a temperatura de ebullición (>=100°C) el mosto con el mucilago de cacao y se agregó en un intervalo de tiempo determinado (0-60 minutos) los lúpulos de amargor y sabor (inicio de ebullición, 0 minutos) y aroma (50 minutos después de ebullición). Pino *et al.* (2018) expresa que la cocción del mosto a temperatura de ebullición es hecha por varias razones, provocar la desnaturalización de la enzima malta y la esterilización de este.

En la siguiente etapa se enfrió el mosto en un recipiente con hielo hasta llegar en un rango de temperatura (24 -30) °C para proceder a la fermentación en donde se usó levadura (5,4g); para esto se pasó el mosto frío a un recipiente fermentador en el cual se ubicó la levadura dejando fermentar por 6 días. Al finalizar la fermentación se midió grados Brix para llevar un control, luego se filtró la cerveza utilizando un colador de acero inoxidable y un sifón que permitió obtener una cerveza clara con la menor cantidad de sedimentos.

Para el embotellamiento se adicionó azúcar previa hidratación a la cerveza contenida en el fermentador para gasificar, para el embotellamiento, se utilizaron botellas de 330 mL. Finalmente, para una segunda fermentación por acción de las levaduras faltantes, se almacenaron las

botellas con cerveza por 7 días a temperatura ambiente y 5 días a temperatura de refrigeración (4°C), este proceso ayudó a la generación de espuma, obteniendo el sabor final de la cerveza.

### Tratamientos

**Cuadro 1.** Tratamientos con diferentes porcentajes de mucilago de cacao y mosto de cerveza

Tratamientos	Código	Mosto (%)	Mucilago(%)
1	T1	99	1
2	T2	97	3
3	T3	93	7
4	T4	90	10
Testigo	TT	100	0

T1: Tratamiento 1, T2; Tratamiento 2, T3: Tratamiento 3, T4: Tratamiento 4, TT: Testigo

La determinación del tratamiento con mayor aceptación se realizó mediante una evaluación sensorial a 40 panelistas no entrenados, en el cual se aplicó una escala hedónica de 5 puntos; donde 1 es el valor más bajo y 5 el más alto. Permitiendo determinar el mejor resultado (tratamiento 1; 1% mucilago de cacao), para evaluar sus características fisicoquímicas y microbiológicas.

### Evaluación fisicoquímica

El contenido alcohólico, acidez total expresado como ácido láctico, carbonatación, pH, contenido de hierro, cobre, zinc, arsénico y plomo (evaluación fisicoquímica) se realizó de acuerdo con la NTE INEN 2262.

### Evaluación microbiológica

Los microorganismos anaerobios, mohos y levadura (análisis microbiológico) se realizó de acuerdo con la NTE INEN 2262:2013 en el laboratorio de CE.SE.C.CA de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. (NTE INEN 2262, 2013)

### Ensayo experimental y análisis estadístico

Para el ensayo se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) unifactorial con tres repeticiones por tratamiento y un testigo. Mientras que para el análisis estadístico de las variables estudiadas en la evaluación sensorial los datos fueron sometidos a los supuestos del análisis de varianza ANOVA (normalidad y homocedasticidad), posterior al no cumplimiento de los supuestos del ANOVA se procedió a aplicar la prueba de contrastes de Kruskal Wallis, los datos se analizaron mediante el programa SPSS versión libre V24.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 2 muestra el resumen de la prueba de contrastes de Kruskal-Wallis; comprobando que para el atributo sabor existe diferencia significativa (<0,05). Mientras que en los atributos olor y color no se observan diferencias significativas (>0,05).

**Cuadro 2.** Resumen de la prueba de (Kruskal Wallis)

Hipótesis nula	Prueba	Sig.
La distribución de sabor es la misma entre las categorías de tratamientos	Prueba de Kruskal Wallis para muestra independientes	,000
La distribución de olor es la misma entre las categorías de tratamientos	Prueba de Kruskal Wallis para muestra independientes	339,000
La distribución de color es la misma entre las categorías de tratamientos	Prueba de Kruskal Wallis para muestra independientes	361,000

Se muestran significaciones asintóticas. el nivel de significación es de 0,05

En los atributos olor y color, al no existir diferencia significativa, Barrachina (2014) expresa que el olor de la cerveza suele provenir de productos añadidos durante la elaboración, por lo cual se asume que no hubo influencia del mucilago de cacao en el olor.

González (2017) indica que, el color de la cerveza proviene de la mezcla de los diferentes granos de tostado de la malta el cual proporciona una gama de colores, datos que se comprueban en esta investigación donde se obtuvo una cerveza con un SRM (Standard Reference Method) aproximado de 23. Resultado que fue evaluado mediante observación directa en una tabla según la guía de Strong y Englank (2015), por lo que el mucilago de cacao CCN-51 no reflejó un cambio significativo, resultado que se comprueba según lo que expresa Vallejo (2016) en su investigación, afirmando que el color del mucilago de cacao variedad CCN-51 es miel claro.

Los resultados del atributo sabor mostrado en el cuadro 3 demuestran que el mejor tratamiento fue el T1 (1% mucilago de cacao-99% mosto), mientras que los de baja aceptación fueron el testigo (100% mosto) y el tratamiento T3 (7% mucilago de cacao-93% mosto).

**Cuadro 3.** Subconjuntos Homogéneos basados en sabor

	Subconjunto	
	1	2
<b>Muestra 1</b>	<b>Testigo</b>	81,413
	<b>T3</b>	90,763
	<b>T4</b>	94,900
	<b>T2</b>	98,650
	<b>T1</b>	136,775
Estadístico de contraste	2,556	,2
Sig. (prueba 2lateral)	,465	
Sig. Ajustada (prueba 2lateral)	,465	

Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0,05

Resultado que coincide con lo expresado por González (2017) quien menciona que los adjuntos cerveceros deben ser añadidos en cantidades que no afecten significativamente el contenido sacarino del mosto ni desnivelen el sabor con exceso de acidez y astringencia.

Por lo anterior, se piensa que la inclusión de mucilago de cacao no afectó las características sensoriales olor y color de la cerveza artesanal. Esto coincide con Cedeño y Mendoza (2016) quienes obtuvieron resultados satisfactorios al realizar una cerveza artesanal con almidón de papa como adjuntos y especias. Sin embargo, Cinkmains *et al.* (2014) obtuvieron resultados adversos al incluir ajeno en la elaboración de cerveza artesanal, debido a su amargor.

### Evaluación Físicoquímica.

Para cada uno de los parámetros físicoquímicos evaluados se siguió el método de ensayo correspondiente de acuerdo con la NTE INEN 2262: 2013 que incluye los requisitos específicos de las cervezas. En el cuadro 4 se observan los distintos resultados obtenidos como las unidades de medida de cada variable. Se puede observar que los diversos parámetros obtuvieron los siguientes valores; acidez (expresada como ácido láctico): 0,26%, Arsénico: <0,1 mg/dm<sup>3</sup>, carbonatación: 3,8 L CO<sub>2</sub>/ L bebida, cobre: 0,088 mg/dm<sup>3</sup>, grado alcohólico (20°C): 5,3 v/v, hierro: 2,103 mg/dm<sup>3</sup>, pH: 4,28 (unidades de pH), plomo: p<.01 mg/dm<sup>3</sup> y zinc: 0,087 mg/dm<sup>3</sup>. Todos los resultados a excepción del parámetro carbonatación e hierro se encuentran dentro del rango de los valores de referencia establecidos por la NTE INEN 2262.

El parámetro de carbonatación excede en su valor: 3,8 L CO<sub>2</sub>/L bebida con respecto al que establece la norma; que determina un máximo 3,5 L CO<sub>2</sub>/L bebida. Resultado que pudo ser influenciado por un exceso en la cantidad de azúcar utilizado para la gasificación natural y de igual forma por la inclusión del mucilago de cacao, que de acuerdo con estudios realizados en laboratorios de la INIAP demuestran que el mucilago de cacao proporciona grandes cantidades de azúcares. Siendo este insumo un

factor muy determinante en la carbonatación (generación de gas CO<sub>2</sub>). De igual forma Kunze y Manger (2006) indican que entre más CO<sub>2</sub> se encuentre disuelto en la cerveza más espuma se formara, algo que es apreciable cuando reposa más tiempo la cerveza.

Mientras que el parámetro de hierro excede en su valor: 2,103 mg/dm<sup>3</sup> con respecto al que establece la norma, que determina un máximo de 0,2 mg/dm<sup>3</sup>. Esto concuerda con lo obtenido por Chávez (2019) quien desarrollo un estilo de cerveza artesanal tipo Weissbier y obtuvo resultados elevados 1,03 y 0,94mg/dm<sup>3</sup> respectivamente, indicando que esto pudo deberse a que los parámetros establecidos en la NTE INEN 2262:2013 son para cervezas industriales más no para artesanales, de igual forma indica que los sustratos que se usan tienen grandes cantidades de hierro. En este caso la semilla de cacao contiene 3,6 mg/100 g hierro mientras que la cebada malteada contiene 4,7 mg/100 g de hierro de acuerdo con base de datos internacional de composición de alimentos (FUNIBER, 2017). Es por ello por lo que la cantidad de hierro presente en esta investigación sobrepasa el límite establecido por la norma antes mencionada.

**Cuadro 4.** Valores obtenidos de la evaluación fisicoquímica realizada a la cerveza

Parámetros	Resultados	Valores de referencia
Acidez (%)	0,26	Max. 0,3
Arsénico (mg/dm <sup>3</sup> )	<0,1	Max. 0,1
Carbonatación (L CO <sub>2</sub> /L bebida)	3,8	Min. 2,2 - Max. 3,5
Cobre (mg/dm <sup>3</sup> )	0,088	Max. 1,0
Grado alcohólico (%v/v)	5,3	Min. 1,0 – Max. 10,0
Hierro (mg/dm <sup>3</sup> )	2,103	Max. 0,2
pH (Unidades.pH)	4,28	Min. 3,5 – Max. 4,8
Plomo (mg/dm <sup>3</sup> )	<0,01	Max. 0,1
Zinc (mg/dm <sup>3</sup> )	0,087	Max. 1,0

Con respecto a la acidez, Panda *et al.* (2015) indican que la acidez en la cerveza se debe a que la fermentación alcohólica que es un proceso bioquímico complejo en el que el aumento de acidez se atribuye a una serie de conversiones que ocurren en el medio, las levaduras responsables del proceso fermentativo tienen la función de excretar nucleótidos, ácidos orgánicos y dióxido de carbono, el cual aumenta la acidez de la cerveza. Por su parte Terán (2017) en la evaluación de la utilización de amaranto para la elaboración de cerveza artesanal tuvo un valor a 0,3%, mientras que Tirado y Zalazar (2018) quienes determinaron la calidad de la cerveza en sustituir la cebada por el banano de rechazo obtuvieron resultados de 0,24% y 0,25%, resultados que se encuentran dentro de los rangos de referencia de la NTE INEN 2262:2013. Sin embargo, de acuerdo con Galarza (2018) Quien obtuvo 0,37% de acidez en la cerveza, Expresa que rangos mínimamente superiores no compromete la salud de los posibles consumidores.

Los resultados del pH se asemejan a Fuentes y Fuentes (2014) quienes mencionan que los valores de pH menores a 4,2 produce acidez y valores de 4,7 provocan la activación de microorganismos, por lo que es importante evitar la activación de agentes patógenos para obtener el sabor característico de la cerveza. Suárez *et al.* (2016) Manifiesta que la mayoría de las levaduras les favorece un medio ligeramente ácido con un pH entre 4,5 a 6,5. Otros estudios indican que el pH ideal de *Saccharomyces cerevisiae* es de 4 a 5,5 (Salari y Salari, 2017). Mientras tanto Mencia *et al.* (2016) quienes elaboraron cerveza artesanal con malta de maíz, obtuvieron resultados en un rango entre 4,1 a 4,4. De igual forma Di Ghionno *et al.* (2017) obtuvieron valores de pH similares en elaborar una cerveza sin gluten 4,23, resultados que concuerdan a lo obtenido en esta investigación

En la determinación del grado alcohólico de la cerveza artesanal Suárez (2013) expresa que cuanto más denso sea el mosto, mayor alcohol tendrá la cerveza. El valor que se obtuvo para el tratamiento T1 (1% mucilago de cacao – 99% mosto) fue de 5,3%v/v, esto concuerda con lo obtenido por Tirado y Zalazar (2018) quienes obtuvieron valores de 5,78%v/v en el T1 (25% banano +75% mezcla de cebadas), mientras que en el T2 (50% banano + 50% mezcla de cebadas) obtuvieron 7,11% v/v. afirmando que a mayor densidad en el mosto mayor será el grado alcohólico. Hay que destacar que se pueden formar alcoholes superiores a causa de las levaduras en la fermentación, siento esto un aspecto muy importante en el flavor de la cerveza (Loviso y Libkind, 2019).

Los resultados obtenidos de cobre: 0,088 mg/dm<sup>3</sup> concuerdan con los obtenidos por Chávez (2019) en su investigación (0,28 a 0,36mg/dm<sup>3</sup>) estando dentro de los valores de referencia que indica la NTE INEN 2262:2013 que establece un valor máximo para este parámetro de 1,0, por su parte Centrone (2014) Indica que “En distintas cocciones de cerveza proveniente de la misma cervecería, poseen diferentes concentraciones de cobre y destaca la importancia de una remoción rápida de la levadura del mosto fermentado, del que se sugiere que podría excretarse cobre al mosto, en la etapa final de la fermentación”.

En los resultados obtenidos de zinc: 0,087mg/dm<sup>3</sup> están dentro de los valores de referencia que indica la NTE INEN 2262:2013 al igual que Chávez (2019) quien obtuvo 0,41 a 0,79mg/dm<sup>3</sup>. Gigliarelli (2017) Expresa que la malta de cebada es la que contiene la cantidad adecuada de zinc que necesita la levadura para el crecimiento de esta.

Los resultados obtenidos de arsénico y plomo fueron valores muy bajos; <0,01mg/dm<sup>3</sup>, casi nulos; comprobando que no hay presencia de estos metales en la cerveza encontrándose dentro de lo permitido por la NTE

INEN 2262:2013 que establece un valor máximo de arsénico y plomo de 0,1mg/dm<sup>3</sup>. Resultados similares a Chávez (2019) quien en su investigación obtuvo resultados muy bajos de arsénico 0,0002 mg/L y de plomo 0,09mg/L respectivamente.

### Evaluación microbiológica

Para cada uno de los parámetros microbiológicos evaluados se siguió el método de ensayo correspondiente de acuerdo con la NTE INEN 2262: 2013 que incluye los requisitos específicos de las cervezas. En el cuadro 6 Se observan los distintos resultados obtenidos, en donde; los diversos parámetros obtuvieron los siguientes valores; Anaerobios: 3,9x10<sup>4</sup>UFC/ml, Mohos: <1x10<sup>4</sup>UPC/ml, levaduras: 1,18x10<sup>5</sup>UPC/ml. Como se puede apreciar los resultados de Anaerobios y levaduras sobrepasan los valores de referencia establecido por la NTE INEN 2262:2013, que especifica un valor Max. 10. Mientras que el resultado de mohos <1x10<sup>4</sup> UPC/ml se encuentra dentro del valor de referencia que estipula la norma mencionada que es un Max. 10.

**Cuadro 6.** Valores obtenidos de la evaluación microbiológica realizada a la cerveza artesanal

Parámetros	Unidades	Resultados	Valores de referencia
Anaerobios	UFC/ml	3,9x10 <sup>4</sup>	Max. 10
Mohos	UPC/ml	<1x10 <sup>4</sup>	Max. 10
Levaduras	UPC/ml	1,18x10 <sup>5</sup>	Max. 10

Los elevados resultados en Anaerobios y Levaduras se podrían asumir debido a que la cerveza no fue pasteurizada, datos que se asemejan a los obtenidos por García (2015), alcanzando valores muy por encima de lo estipulado de acuerdo con la NTE INEN 2262:2013.

### CONCLUSIONES

Se concluye que con la adición de subproductos derivados del cacao (mucilago) en concentraciones bajas (1%) se pueden obtener cervezas de mucha palatabilidad para el consumidor en cuanto a las características sensoriales sabor, olor y color.

Las características fisicoquímicas no se ven afectadas por la adición de este subproducto, a pesar de que en esta investigación los valores de hierro y cobre se encontraron fuera del rango con respecto a la NTE INEN 2262:2013, lo que se puede atribuir a las características propias del mucilago o al tipo de material utilizado en la elaboración de la cerveza.

Los parámetros microbiológicos analizados en esta investigación (anaerobios y levaduras) que salieron excedidos con lo que respecta a la NTE INEN 2262:2013,

se podría atribuir a que la cerveza no fue pasteurizada antes de realizarle los análisis.

### LITERATURA CITADA

- Arciniega-Alvarado, y Espinoza-León, R. 2020. Optimización de una bebida a base del Mucilago del Cacao (*Theobroma cacao*), como aprovechamiento de uno de sus subproductos. *Revista Dominio de las Ciencias*, 6(3): 310-326.
- Arteaga, EY. 2013. Estudio Del Desperdicio Del Mucilago De Cacao En El Cantón Naranjal. *Revista ECA Sinergia* 4: 4. *Revista ECA Sinergia*, 4(1): 49-59(5-18).
- Barrachina, A. 2014. La nariz sabe: Los aromas que puede tener una cerveza. *Cerveza Artesanal*. Obtenido de <https://www.cervezartesana.es/>
- Bernaldez-Camiruaga, A. 2013. Cerveza artesanal en México: ¿soberanía cervecera y alimentaria?. *CULINARIA Revista virtual especializada en Gastronomía*, 6: 56-63.
- Braudeau, J. 2001. El cacao: Técnicas Agrícolas y Productos Tropicales. Barcelona, España: Blumé. p 297.
- Caballero, K. y Orozco, K. 2017. Proyecto de Factibilidad de la Industria productora de Licor, Zumo y Mermelada de Mucilago de Cacao en la Ciudad de Guayaquil. [Tesis de Grado Ingeniería comercial]. [Guayaquil, Ecuador] Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- Cedeño, A. y Mendoza, J. 2016. Evaluación Fisicoquímica y Sensorial de Cerveza Artesanal Tipo Ale con Almidón de Papa como Adjunto y Especies. [Tesis de Grado]. [Calceta, Ecuador] Escuela Superior Politécnica de Manabí.
- Centrone, C. 2014. cerveceros caseros. Obtenido de [http://www.cerveceroscaseros.com.ar/interior/herramientas\\_manuales.php?aj\\_go=more&](http://www.cerveceroscaseros.com.ar/interior/herramientas_manuales.php?aj_go=more&)
- Chávez, J. 2019. Desarrollo de un estilo de cerveza artesanal Weissbier "ideal", mediante caracterización sensorial por método cata y pruebas fisicoquímicas y microbiológicas en tres formulaciones. [Tesis de Grado] . [Quito, Ecuador] Universidad Central del Ecuador.
- Cinkmains, I., Straumite, E. y Caskte, I. 2014. Sensory evaluation of drink. *Revista Científica* (31): 25-32 .
- Civataresi, M., Niembro, A. y Buhler, MD. 2017. Desafíos para desarrollar una agroindustria local. Hacia una tipología de productores de cerveza artesanal en

- Bariloche. Revista Pymes, Innovación y Desarrollo, 5(19): 41-62.
- Di Ghionno, L., Sileoni, V., Marconi, O., De Francesco, G. y Perretti, G. 2017. Comparative study on quality attributes of gluten-free beer from malted and unmalted teff. *Revista LWT - Food Science and Technology*, 84: 746-752.
- Fuentes, A. y Fuentes, E. 2014. Obtención de cerveza artesanal tipo ale oscura utilizando un equipo biorreactor de nivel piloto. [Tesis de grado]. [Ibarra, Ecuador] Universidad Técnica del Norte.
- FUNIBER (Fundación Universitaria Iberoamericana I Ecuador). 2017. Base de datos internacional de composición de alimentos . Obtenido de <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/buscar.php>
- Galarza Vera, AE. 2018. Elaboración de cerveza amber ale de alta fermentación saborizada y aromatizada con frutas y plantas aromática ecuatorianas. [Tesis de Grado Ingeniería Química]. [Quito, Ecuador] Universidad Central de Ecuador.
- García Bazante, KB. 2015. Elaboración de cerveza artesanal a partir de almidón extraído de tubérculos andinos. [Tesis de Grado]. [Riobamba. Ecuador] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Gigliarelli, P. 2017. La cerveza: fermentación. *Revista Mash Ciencia Cervecera* . Obtenido de <https://www.revistamash.com/2017/detalle.php?id=379>
- Godoy-Zuñiga., ME, Barbery-Montoya., DC, Toro-Orellana., PJ, Trujillo-Cucalón, DM. y Romero Básconez, AF. 2018. El marketing de cerveza. Una perspectiva del consumidor guayaquileño. *Revista ESPACIOS*, 39(37): 1.
- González, M. 2017. Principios de Elaboración de las Cervezas Artesanales. North Carolina, USA : Lulu Enterprises.
- Guzmán-Ortiz, F., Soto-Carrasquel, A., López-Perea, P. y Román-Gutiérrez, A. 2019. Valuation and use of a new variety of barley for brewing craft beer. *Revista Ingeniería agrícola y biosistemas*, 11(1): 81-95.
- Kalvatchev, Z., Garzaro, D., y Cedezo, F. 1998. Theobroma de cacao L.: Un nuevo enfoque para la nutrición y salud. *Revista agroalimentaria*, 4(6): 23-25.
- Jaramillo, P. 2016. Cervezas artesanales, un mercado que emerge bien. *Revista Gestión*, (269): 1-6.
- Kunze, W. y Manger, H. 2006. Tecnología para Cerveceros y Malteros. 1ra edición en español. VLB Berlín.
- Largo Tomalá, SV. 2016. Elaboración de Néctar Natural de Cacao a Partir del Mucílago. [Tesis de Grado Ingeniería en Alimentos]. [Guayaqui, Ecuador] Escuela Superior Politécnica de Litoral .
- Loviso, CL. y Libkind, D. 2019. Síntesis y regulación de los compuestos del aroma y sabor derivados de la levadura en la cerveza: alcoholes superiores. *Resvista Argentina de Microbiología*, 51(4): 386-397.
- Mencia Sánchez, GA. y Pérez Gallegos, RD. 2016. Desarrollo de cerveza artesanal ale y lager con malta de maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), carbonatada con azúcar y miel de abeja. [Tesis de Grado]. [Honduras] Escuela Agrícola Panamericana . Obtenido de Ecocosas.
- NTE INEN 2262. 2013. Bebidas alcohólicas. cerveza Requisitos. Quito - Ecuador, Ec.
- Panda, S., Swain, M., Ray, R. y 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.
- Pino-Hurtado, MS., Gallardo-Aguilar, I. y Pérez-Pentón, M. 2018. Estudio experimental de las etapas de maceración y fermentación para la obtención de cerveza a partir de malta de sorgo . *Revista Centro Azúcar*, 45(3): 52-64.
- Quintana-Lombeida, MD. y Herrera, JA. 2018. Evaluación de las cervezas artesanales de producción nacional y su maridaje con la cocina ecuatoriana. *INNOVA Research Journal*, 3(8); 332-346 .
- Salari, R. y Salari, R. 2017. Investigation of the best *Saccharomyces cerevisiae* growth condition. *Revista Electronic physician*, 9(1): 3592.
- Sánchez, D., Castro, D., Rodríguez, W. y Trujillo, E. 2019. Respuesta agronómica de mucilago de cacao (*Theobroma cacao* L.) en cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Revista Ciencia en Desarrollo*, 10(2): 43-58.
- Soria Ludiasaca, JA. 2017. Diseño de un proceso industrial para la elaboración de cerveza artesanal a base de cebada (*Hordeum Vulgare*) y cacao de fino aroma (*Theobroma Cacao*). [Tesis de grado Ingeniería Química]. [Chimborazo, Ecuador] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo .

- Strong, G. y England, K. 2015. Beer Judge Certification Program. Guía de Estilos. Edición en Español. España. 108 pp .
- Suárez, M. 2013. Cerveza: Componentes y propiedades. [Tesis de Maestría] . [Oviedo, España] Universidad de Oviedo.
- Suárez-Machín, C., Garrido-Carralero, NA. y Guevara-Rodríguez, CA. 2016. Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. Revista ICIDCA. Sobre los Derivados de la caña de Azúcar, 50(1): 20-28 .
- Terán, S. 2017. Evaluación de la utilización de amaranto (*amaranthus spp*) como abjuntó y dos cepas de levadura (*saccharomyces cerevisiae*) en la fabricación de cerveza. [Tesis de grado] . [Quito, Ecuador] Escuela Politécnica Nacional.
- Tirado Vera, JW. y Zalazar Rosado, GM. 2018. Banano (cavendish gigante) de rechazo como sustitución parcial de cebada en la calidad fisicoquímica y sensorial de la cerveza artesanal. [Tesis de Grado Ingeniería Agroindustrial]. [Calceta, Ecuador] Escuela Superior Politécnica de Manabí.
- Tituana, AV. 2017. Plan de negocio para la producción y exportación de mermelada a base de mucilago de cacao en la ciudad de Quevedo hacia el mercado Canadiense. [tesis de grado Ingeniera en Negocios Internacionales]. [Quito, Ecuador] Universidad de las Américas.
- Vallejo, TC., Días, R., Morales, W., Soria, R., Baren, C. y Vera, J. 2016. Utilización del mucílago de cacao tipo nacional y trinitario, en la obtención de jalea. Revista ESPAMCIENCIA, 7(1): 51-58.