

Evaluation of fermentable extracts for enrichment of brewing wort in the production of craft beer.

Evaluación de extractos fermentables para el enriquecimiento de mosto cervecero en la fabricación de cerveza artesanal.

Autores:

López-Pérez, Steven Fernando
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Egresado de la carrera de Ingeniería Química
Portoviejo-Ecuador



slopez0091@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0001-8547-0092>

Loor-Zambrano, Jorge leodan
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Egresado de la carrera de Ingeniería Química
Portoviejo-Ecuador



jloor5376@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0003-1213-9926>

Ing. Alcívar-Cedeño, Ubio Eduardo, PhD
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: 13-NOV-2024 aceptación: 13-DIC-2024 publicación: 15-DIC-2024



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

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

En la era de la innovación, la industria cervecera busca constantemente renovarse ofreciendo productos únicos y de calidad, la búsqueda de nuevas formas de enriquecer el mosto cervecero ha llevado a la adopción de técnicas innovadoras como el uso de extractos fermentables. El presente estudio se centró en evaluar tres extractos fermentables (extracto de flor de Jamaica, extracto de piña y extracto de remolacha) al adicionarlos en la etapa de fermentación; tomando en cuenta parámetros de contenido fenólico y capacidad antioxidante en el producto final. Se obtuvo el mosto en la primera etapa de fermentación de la planta cervecera OPUS BRAU del cual se obtuvieron tres tratamientos y el control. Cada uno de los extractos se agregó individualmente en cada tratamiento en una relación de 20g /L. Los compuestos fenólicos totales se evaluaron mediante el ensayo Folin-Ciocalteu, la actividad antioxidante fue determinada por los ensayos de DPPH y ABTS. La cerveza con extracto de flor de Jamaica mostro mayor contenido de fenoles totales ($1,10 \pm 0,03$ mg GAE/g) y capacidad antioxidante con respecto a los demás tratamientos, seguido de la cerveza de piña y remolacha. Sin embargo, los tres tratamientos mostraron mejoras en sus propiedades funcionales con respecto al control. Por lo tanto, la adición de extractos fermentables enriqueció el mosto cervecero, ya que aumenta la cantidad de fitoquímicos del producto final.

Palabras clave: cerveza artesanal; enriquecimiento de cerveza; extractos fermentables; actividad antioxidante



Abstract

In the era of innovation, the brewing industry is constantly seeking to renew itself by offering unique and quality products. The search for new ways to enrich the brewing wort has led to the adoption of innovative techniques such as the use of fermentable extracts. The present study focused on evaluating three fermentable extracts (hibiscus flower extract, pineapple extract, and beet extract) by adding them at the fermentation stage, taking into account phenolic content and antioxidant capacity parameters in the final product. The wort was obtained in the first fermentation stage of the OPUS BRAU brewing plant, from which three treatments and the control were obtained. Each of the extracts was added individually in each treatment at a ratio of 20g /L. Total phenolic compounds were evaluated by Folin-Ciocalteu assay, antioxidant activity was determined by DPPH and ABTS assays. The beer with hibiscus flower extract showed higher total phenolic content (1.10 ± 0.03 mg GAE/g) and antioxidant capacity with respect to the other treatments, followed by pineapple and beet beer. However, all three treatments showed improvements in their functional properties with respect to the control. Therefore, the addition of fermentable extracts enriched the brewing wort, since it increases the amount of phytochemicals in the final product.

Keywords: craft beer; beer fortification; fermentable extracts; organoleptic properties; antioxidant activity



Introducción

Al presente, la cerveza artesanal ecuatoriana es un producto de gran consumo, que usa recursos locales, turístico, e innovador. Ecuador ha ganado muchos premios en el ámbito internacional por su calidad. La fabricación de cerveza artesanal según (ASOSERV, 2020) ha generaron 1300 empleos directos al final del 2018 y que del 2017 al 2018, tuvo un crecimiento de 20% en producción, mismo que representa el 0,64% del mercado al año 2019. El enriquecimiento del mosto cervecero mejora el perfil sensorial y nutricional de la cerveza, que a su vez es considerada como una cerveza funcional. El creciente mercado de bebidas funcionales ha impactado tanto en los consumidores y maestros cerveceros, por lo que la industria cervecera busca constantemente innovar. Para que una bebida sea considerada funcional debe contener fuentes de bioactivos los cuales proporcionan beneficios específicos para la salud (Huaraca, et al. 2023). Una de las alternativas acopladas en la fabricación de cerveza artesanal es la adición de extractos con características bioactivas que proporcionen un aumento en su perfil nutricional (Castorena, et al. 2020) la ingesta de antioxidantes, refuerza las defensas del organismo contra las especies reactivas de oxígeno; causantes del estrés oxidativo.

La flor de Jamaica (*hibiscus sabdariffa l.*) es una planta anual perteneciente a la familia Malvaceae (Dhar, et al. 2015) los cálices de flor de Jamaica son característicos por su predominante color rojo, denotando su gran contenido de compuestos bioactivos, como ácidos polifenólicos, ácidos orgánicos, flavonoides, entre otros. Compuestos que ejercen actividades anticancerígenas y antiinflamatorias (Reyes et al. 2015) además presentan minerales y vitaminas. Todas estas características influyen en el producto final, desde sus propiedades organolépticas, hasta su contenido funcional. Por ejemplo, la presencia de antocianinas aportará un color llamativo al público y gran parte de su capacidad antioxidante radica en dichos compuestos.

La remolacha (*Beta vulgaris L.*) contiene considerables fuentes de polifenoles y betalainas, compuestos que poseen un alto efecto antioxidante y eliminación de radicales (Ferreira, et al. 2018), es por ello que es considerada una verdura que aporta beneficios a la salud; compuestos anticancerígenos, enfermedades asociadas al corazón, entre otros.

La piña hawaiana (*Ananas comusus*) es una fruta tropical con un sabor y aroma específico; es rica en vitaminas A y C y minerales. La piña además de ser una fruta deliciosa, también contiene compuestos bioactivos, (vitamina C, β -caroteno y compuestos fenólicos). La gran variedad de compuestos presentes tiene propiedades antiinflamatorias y antioxidantes; en la actualidad la piña es un producto con gran potencial dentro del ámbito comercial como tecnológico, debido a sus propiedades organolépticas y nutricionales (Mohd Ali, et al. 2020). La presente investigación tiene como objetivo evaluar los extractos fermentables de materias primas autóctonas con capacidad de enriquecimiento de mostos cervecero en la fabricación de cerveza artesanal como la remolacha, piña y flor de jamaica, donde el mayor interés radica



en agregar extractos que favorezcan el mosto cervecero, para posteriormente comparar las diferentes materias primas en cuanto a la producción del producto deseado.

Material y métodos

1. Obtención de extractos fermentables

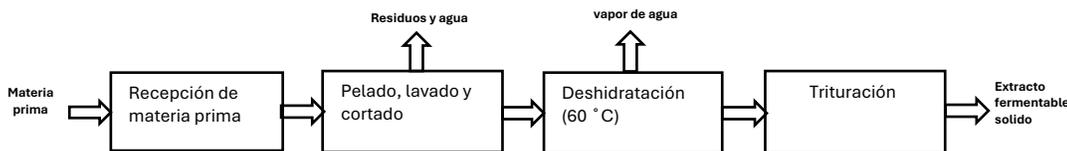


Figura 1. Diagrama de flujo de la obtención de los extractos Fermentables

Los extractos fermentables se obtuvieron mediante la deshidratación de las diferentes materias primas; las cuales fueron deshidratadas en un horno de calentamiento directo (FD-12H, Food Dehydrator, China). Las materias primas seleccionadas fueron la Remolacha (R), Piña (P) y Flor de Jamaica (J), las cuales se deshidrataron bajo condiciones de temperaturas de entre 60-70 °C, según su requerimiento. Ceballos & Jiménez (2013), estableció para R una temperatura óptima de 65 °C, en un tiempo de 12 horas para deshidratar y concentrar la mayor cantidad de sólidos solubles logrando conservar las cualidades sensoriales.

Para el extracto sólido de piña (E.P) se siguió la metodología mencionada por Hernández & Cornejo (2011), se trabajó a una temperatura de secado de 70°C.

Finalmente, en el caso de la flor de Jamaica se deshidrato los cálices en un horno de calentamiento directo a 65°C durante 24 horas, mencionado por Gutiérrez, y col. (2017). Posteriormente a su deshidratación, la muestra se pulverizó y luego fue tamizada en malla, hasta la obtención de un extracto sólido primario. El extracto se almacenó en la oscuridad a temperatura de 25°C para que pueda conservar sus propiedades, esto mencionado por García, y col., (2020).

2. Análisis Físico-Químico a los extractos fermentables

Con los extractos sólidos obtenido se procedió a determinar diferentes parámetros de control de calidad, entre los más importantes para este tipo de muestras se realizó la determinación de pH mediante el ensayo NTE INEN 2325, a su vez mediante el método de ensayo NTE INEN 2323 se realizó la determinación de acidez total, finalmente se determinó el % de humedad mediante las normas NTE INEN ISO 712.

3. Fermentación secundaria del mosto cervecero adicionando extractos fermentables

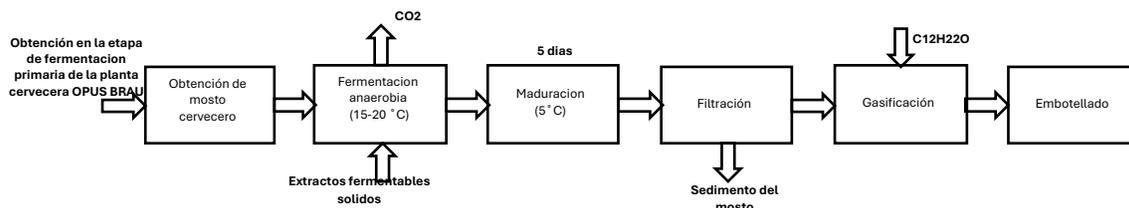


Figura 2. Diagrama de flujo de la obtención de cerveza artesanal con adición de extracto fermentable

El mosto en la primera etapa de fermentación se obtuvo de la planta cervecera OPUS BRAU, ubicada en la ciudad de Portoviejo de la provincia de Manabí.

Se aplicó la técnica utilizada por Gong, et al. (2022), con modificaciones en el tratamiento de los extractos, puesto a que en el presente estudio se agregaron extractos sólidos en la segunda fermentación. En la presente investigación se adicionaron 20 gr de cada extracto por litro de mosto preparado para los tres tratamientos; cerveza de flor de jamaica, cerveza de piña y cerveza de remolacha. cada tratamiento se dejó fermentar por 21 días a una temperatura de 18°C controlando las características de pH y densidad hasta que estas no varíen entre sí; una vez culminada la fermentación, se procede a bajar la temperatura del mosto con el fin de clarificar y posteriormente filtrar. En el proceso de gasificación se pasaron las diferentes muestras a un recipiente en donde se adicionaron 7 gramos de azúcar requerida para cada litro que se obtuvo, para posteriormente embotellar y almacenar por 14 días a una temperatura ambiental 25 °C

4. Análisis Físico-Químico de la cerveza artesanal

Los análisis realizados se basaron en la estipulado por la norma NTE INEN 2262, donde se estipulan los máximos y mínimos de las características del producto donde se toman en cuenta las características como, pH, acidez total, % de alcohol, densidad y análisis microbiológicos que incluyen E. coli y mohos y levaduras, estos dos últimos se realizaron según la norma ISO 16649-2:2011 y NTE INEN 1529-15 respectivamente.

5. Determinación de fenoles totales

El contenido de fenoles totales se determinó por el método de Folin-Cicalteu, los valores de absorbancia fueron leídos a 765 nm a través de un espectrofotómetro; técnica utilizada por Garcia, et al. (2020). Todas las mediciones se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron en mg GAE/g de extracto.

Las muestras se prepararon diluyendo 1:100 y 1:10 para los extractos y las cervezas, respectivamente. Posteriormente se añadieron 200µL de muestra, agua destilada 1,5 ml, carbonato de sodio 200 µL y 100 µL de reactivo de Folin-Cicalteu; se homogenizo y se dejó reposar en oscuridad por 40 minutos.

6. Determinación de capacidad antioxidante

La actividad antioxidante se evaluó por el método los métodos ABTS (2,2'-azino-bis- (3-etil benzotiazolin-6-sulfonato de amonio) y DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil). Los valores fueron leídos a 734 nm y 517 nm, respectivamente. Métodos utilizados por (Cordova, 2024) y (Essiedu, et al. 2021) con ciertas modificaciones.

En el análisis se utilizaron 0,30 µL de muestra (extracto o cerveza), 1 ml de ABTS y 970 µL de metanol, posteriormente se agitó en un vórtex y se dejó reposar en la oscuridad por 1 hora. El mismo procedimiento se aplicó para la preparación de muestras por DPPH. Los resultados obtenidos se expresaron en µmol de TE/g de cerveza y µmol de TE/g de extracto.

7. Pruebas hedónicas



Se realizó análisis sensorial utilizando la técnica de clasificación libre descriptiva, utilizada en el estudio de (Essiedu, et al. 2021) evaluando 4 atributos; apariencia, aroma, sabor y textura. La cantidad de 20 panelistas se estableció basándose en el trabajo investigativo de Quintero y Arias-Giraldo (2020). Los 20 catadores fueron alumnos de la carrera de Zootecnia, extensión Chone, de la Universidad Técnica de Manabí, compuesto de hombres y mujeres de edades similares (20-22 años), mismos fueron capacitados previo a la evaluación.

8. Análisis estadístico

Los resultados de los análisis obtenidos se realizaron por triplicado, los mismos fueron expresados como la Media \pm Desviación estándar.

Resultados y Análisis

Obtención de extractos

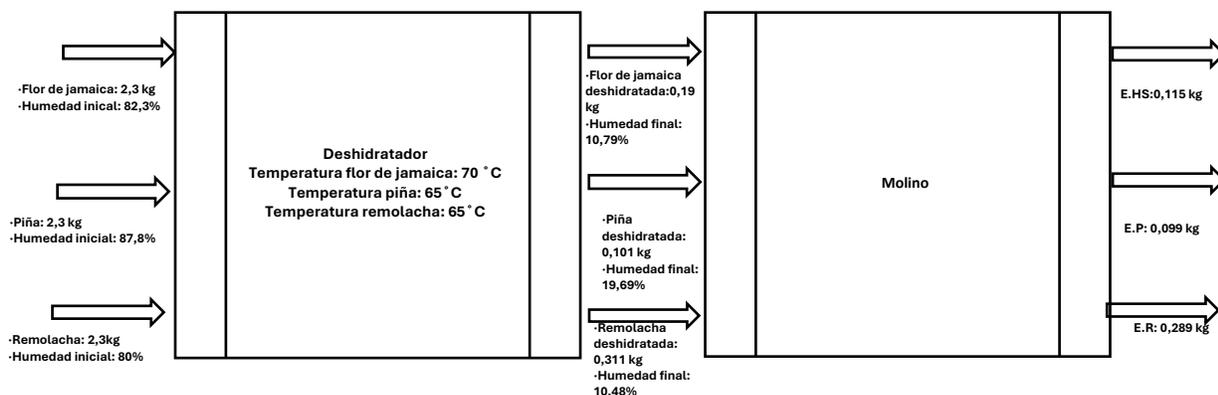


Figura 3. Diagrama de flujo para la obtención de los extractos fermentables

Tabla 1. Balance de materia de los extractos obtenidos

	Operaciones unitarias			
	Deshidratado		Molido	
Materia prima lavada y separada	Entrada (kg)	Salida (kg)	Entrada (kg)	Salida (kg)
Flor de jamaica	2,3	0,119	0,119	0,115
Piña	2,3	0,101	0,101	0,099
Remolacha	2,3	0,311	0,311	0,289

Análisis físico químicos y bromatológicos de extractos



Por otra parte, dentro de los análisis físico-químico no existe una norma en específico para las mismas, pero en este caso se determinaron las propiedades más importantes, como se observa en la Tabla 1, la muestra de Jamaica tiene el pH más ácido de todas las muestras este valor se contrasta con los de Salinas-Moreno y col. (2012) en donde su pH fue entre 2 a 2,65, este dato es de mucha importancia ya que en el proceso de elaboración de cerveza esa propiedad debe ser controlada y agregar una muestra muy ácida afectaría al producto final. por otra parte la muestra de remolacha tiene el mayor porcentaje de proteínas en relación a las otras muestras con un 11,41%, este resultado puede ser un factor muy importante debido a que esta propiedad pueda formar parte de la cerveza artesanal, aumentando sus propiedades nutricionales, finalmente el % de humedad de la muestra de piña fue de 19,69% debido a su gran porcentaje de agua en ella, este valor se ve relacionado con lo expuesto por Sol y Sanchez-Iznaga (2020), en el cual se obtuvo una humedad del 20% al 30%.

Tabla 2. Análisis Físico-Químicos y bromatológicos de los extractos fermentables

Muestra	pH	Acidez Total (%) ⁺	Proteína (%)	Humedad (%)
Jamaica	2,3	6,16	6,2	10,79
Piña	5,58	1,07	2,68	19,69
Remolacha	4,13	0,34	11,41	10,48

Símbolos; +, porcentaje de acidez m/m de ácido cítrico

Análisis de propiedades antioxidantes de extractos

En la figura 3 se muestran las propiedades antioxidantes que contienen los extractos fermentables, donde se puede apreciar que el E.HS contiene mayor contenido de polifenoles que oscilan entre 14,24±0,28 mg GAE/g de extracto, los resultados de la cantidad de polifenoles son mayores a los resultados de la investigación realizada por de (Pacheco-Coello, et al. 2020) donde obtuvieron extracto acuoso por el método de maceración, con un contenido fenólico de 10,3±0,51 mg GAE/g. Aplicando el método de extracción por ultrasonido de potencia en la investigación realizada por Garcia, et al. (2020) reportan resultados de contenido fenólico superior de 28,88±5,9 mg GAE/g.

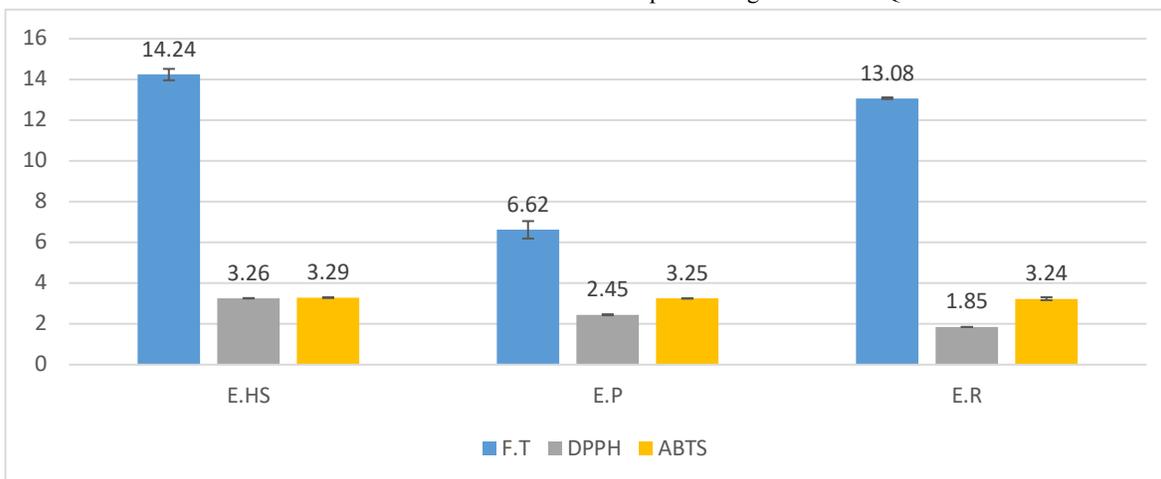


Figura 4. Propiedades antioxidantes de los extractos fermentables.

Abreviaturas: E.HS, extracto de flor de Jamaica; E.P, extracto de piña; E.R, extracto de remolacha; F.T, fenoles totales expresados en mg GAE/g de extracto; DPPH y ABTS, actividad antioxidante expresados en $\mu\text{mol TE/g}$ de extracto.

En la comparación de los extractos fermentables mostrada en la figura 3 se puede observar que a pesar de que tienen valores diferencias en su contenido fenólico, la actividad antioxidante de los tres extractos es muy similar. Sin embargo, pese a que el E.P tiene menor contenido fenólico, tiene otras características particulares que aportan a la actividad antioxidante; en este caso el contenido de ácido ascórbico con un porcentaje de actividad antioxidante de aproximadamente 38% según (Rosas, 2011; Hernández, et al., 2021)

Obtención de cerveza artesanal con extractos fermentables

Una vez obtenido el mosto de la planta cervecera OPUS BRAU nos indicaron que esta tenía una densidad de 1,050 g/ml previo a la primera fermentación (inoculación y activación de la levadura) de la misma manera se nos indicó que la fermentación se debía mantener a una temperatura de entres 15-20°C por la levadura empleada.

En la figura 4. Podemos apreciar como la densidad en la etapa de la segunda fermentación va disminuyendo con el tiempo, esto debido a que los azúcares presentes en la fermentación están siendo degradados convirtiéndose en alcohol, CO₂ u otros compuestos más ligeros. Esto es indicativo de que la cinética de fermentación se está llevando de manera adecuada.

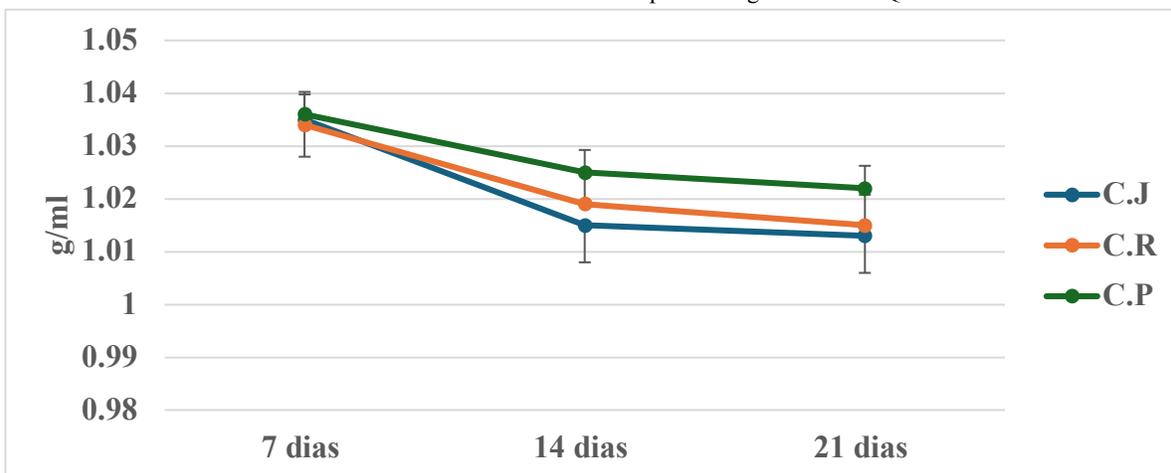


Figura 5. Determinación de densidad en la etapa de fermentación

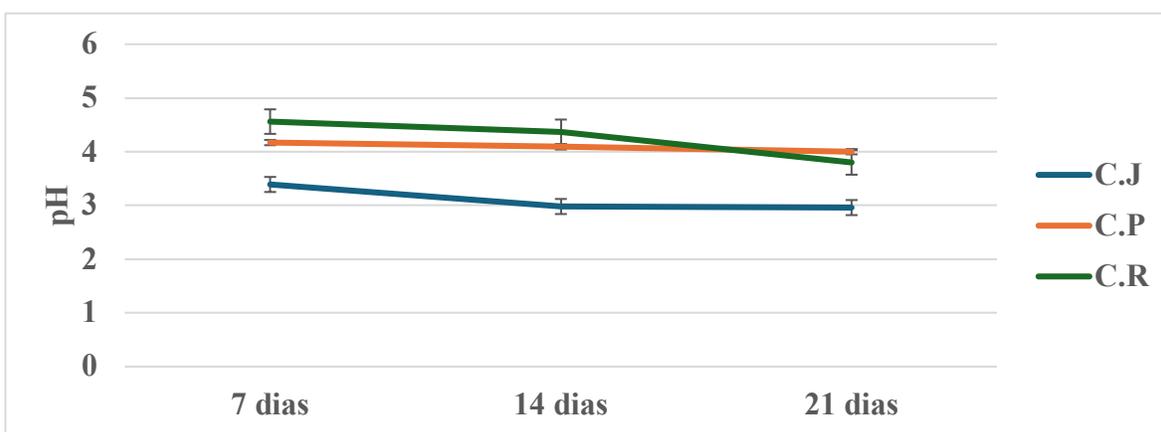


Figura 6. Determinación de pH en la etapa de fermentación

El pH y la acidez de la cerveza están estrechamente relacionados con su estabilidad microbiológica (Martínez, 2017; Essiedu, et al. 2021) en este sentido a menor pH, menos probabilidad de crecimiento de microorganismos. Así mismo, en la figura 5 y 6 se puede apreciar de que los valores de densidad y pH fueron constantes en la semana 2 y 3, indicativo de que la fermentación estaba llegando a su fin.

En la Tabla 3, se observa en los valores de pH la cerveza con el extracto de Jamaica no entra dentro de los requerimientos mínimos ya que esta indica que el producto debe tener un pH entre 3,5 y 5, esto se debe a que el extracto de esta fruta es demasiado ácido por lo que el producto no está dentro de norma, a diferencia de las muestras de Piña y Remolacha que si están dentro de especificación. Por otra parte, según la normativa la acidez Total no debe ser mayor a 0,3 por lo que en este caso todas las muestras cumplen esta propiedad, dentro de la misma norma dice que los ° de alcohol de la cerveza deben estar entre 2 a 5, debido a esto ninguna muestra está dentro de norma, esto se da a que son cervezas artesanales donde su grado alcohólico suele ser mayor.

Tabla 3. Análisis Físico-Químicos de cervezas artesanales con extractos fermentables

Cerveza con:	pH	Acidez Total(%) ⁺	Alcohol (%)	Densidad (g/ml)
Jamaica	2,92±0,01	0,1733±0,0009	8	0,9984±0,0010
Piña	4,07±0,02	0,0983±0,0006	8	0,9991±0,0003
Remolacha	3,76±0,04	0,1189±0,0243	8	0,9968±0,0049

Símbolos; +, porcentaje m/m de ácido láctico

Análisis microbiológicos de la cerveza artesanal con extractos fermentables

Por otra parte, dentro de esta norma se tienen en cuenta parámetros microbiológicos que como se observan en la Tabla 4, no existe presencia de E. Coli en ninguna de las muestras, por lo cual si cumplen con la normativa. No obstante, en los resultados de mohos y levaduras vemos un valor bastante elevado para las tres cervezas artesanales con respecto a la normativa NTE INEN 2262:2003, donde los valores máximos permisibles para cerveza pasteurizada y sin pasteurizar son 10 y 50 UFC/ml, respectivamente. Esto puede atribuirse a diferentes factores en los que destacan la filtración previa al embotellado, levaduras beneficiosas o perjudiciales, posible contaminación, entre otros.

Tabla 4. Análisis Microbiológicos de las cervezas artesanales con extracto y sin extracto

Parámetros	C. de Jamaica	C. de piña	C. de remolacha	Unidades
E.coli	Ausencia	Ausencia	Ausencia	UFC/mL
Mohos y levaduras	$3,03 \cdot 10^5 \pm 2309$	$2,90 \cdot 10^5 \pm 9865$	$5,01 \cdot 10^5 \pm 2230$	UPC/mL

Frecuentemente las cervezas artesanales presentan elevado contenido de levaduras; en el trabajo realizado por Hidalgo y Tulcanaza (2016) nos indican que la cerveza artesanal a base de malta de quinua cumple con los límites permisibles para mohos. Sin embargo, el recuento de levaduras es elevado debido a que la cerveza termina su proceso de fermentación en el embotellado. Así mismo, Recalde (2017) en su investigación muestran valores de contenido de levaduras de $6,08 \cdot 10^5$ UFC/ml, estos valores son similares a los de la presente investigación. Matías et al. (2024) en su investigación realizada en España, comparo 4 tipos de cervezas artesanales, donde presentan gran contenido de levaduras no convencionales. Sin embargo, el crecimiento de levaduras y bacterias propias del deterioro, dependen del estilo de cerveza o la fabricación de la misma.



Análisis de propiedades antioxidantes de la cerveza artesanal

En la tabla 5 se puede apreciar que método de Folin-Ciocalteu la cerveza con adición de extracto de flor de Jamaica tiene mayor contenido fenólico con respecto a las demás, de aproximadamente $1,10 \pm 0,03$ mg GAE/g de cerveza, valores aproximados de contenido fenólico se obtuvieron en la investigación de Cordova (2024) pero mayor capacidad antioxidante por el método ABTS se obtuvo en dicha investigación. Esto puede deberse a diferentes parámetros en los que destacan; la adición del extracto debido a que también utilizaron una pequeña cantidad de extracto de pitahaya, fabricación de la cerveza, entre otros. Essiedu et al. (2022) expone en su trabajo de investigación un mayor contenido de fenoles totales $1,78 \pm 0,56$ mg GAE/ g de cerveza y una actividad antioxidante de aproximadamente al 94% de inhibición de radicales por el método de D.P.P.H. El aumento de contenido fenólico y actividad antioxidante podría darse por la cantidad de extracto utilizado y la etapa de agregación del mismo; en dicha investigación agregaron 50g de extracto de flor de Jamaica en la etapa de maceración.

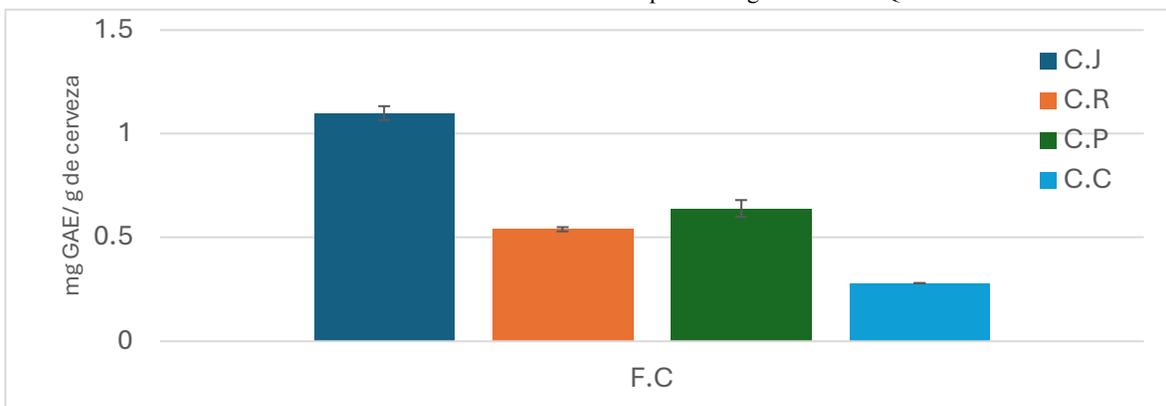
Tabla 5. Propiedades antioxidantes de la cerveza artesanal con extracto

Parámetros	C. de Jamaica	C. de remolacha	C. de piña	C. control	Unidades
Fenoles totales	$1,10 \pm 0,03$	$0,54 \pm 0,01$	$0,64 \pm 0,04$	$0,28 \pm 0,001$	mg GAE/ g de cerveza
D.P.P.H	$0,32 \pm 0,01$	$0,31 \pm 0,01$	$0,19 \pm 0,002$	$0,08 \pm 0,005$	$\mu\text{mol TE/g}$ de cerveza
ABTS	$0,425 \pm 0,004$	$0,327 \pm 0,003$	$0,354 \pm 0,003$	$0,12 \pm 0,001$	$\mu\text{mol TE/g}$ de cerveza

si bien, los extractos fermentables contenían mayor contenido fenólico y capacidad antioxidante comparándolo con el producto final, pueden llegar a disminuir por diferentes factores; la fermentación puede disminuir el contenido fenólico del mosto debido a la absorción sobre las levaduras y también a la formación de polímeros de fenoles-proteínas que se precipitan, entre otro. (Escobar, 2023). La disminución del contenido fenólico también se provoca en el proceso de maduración ya que una parte de estos compuestos se sedimentan (Escudero, 2014).

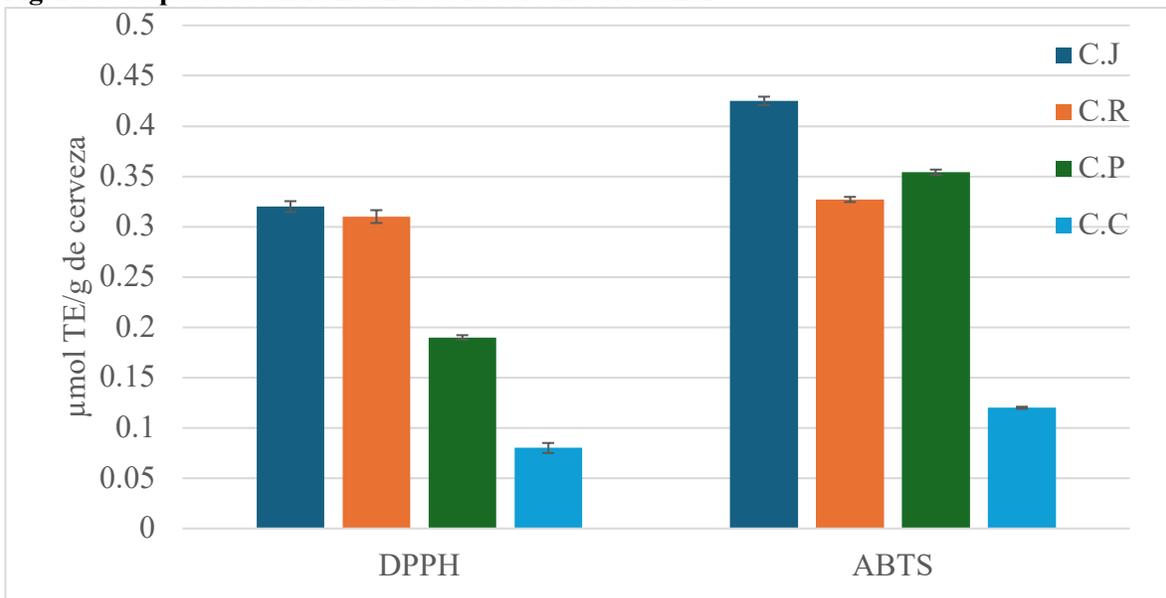
Figura 7. Fenoles totales de la cerveza artesanal





Abreviaturas: C.J, cerveza de flor de Jamaica; C.R, cerveza de remolacha; C.P, cerveza de piña; C.C, cerveza control; F.T, fenoles totales expresados en mg GAE/g de extracto

Figura 8. Capacidad antioxidante de la cerveza artesanal



Abreviaturas: C.J, cerveza de flor de Jamaica; C.R, cerveza de remolacha; C.P, cerveza de piña; C.C, cerveza control; DPPH y ABTS, actividad antioxidante expresados en $\mu\text{mol TE/g}$ de extracto.

Pruebas Hedónicas

En la (figura 9) se muestra la recopilación de los datos obtenidos de la evaluación sensorial tomando en cuenta parámetros de apariencia, aroma, sabor y textura. Donde (C.P y C.J) fueron los tratamientos más aceptados para los catadores. En términos de aroma, C.P obtuvo la mayor puntuación (84%), seguida de C.J (77%), una puntuación similar obtuvo Mendoza, et al. (2022) para una cerveza con infusión de flor de jamaica.

Otro de los atributos sensoriales evaluados fue la apariencia, donde la cerveza con mayor puntuación (82%) fue la cerveza de flor de jamaica. En cuanto al atributo del sabor los tratamientos más aceptados fueron las cervezas de piña y flor de jamaica, Essideu, et al. (2021) obtuvo una puntuación menor en el atributo del sabor para una cerveza con extracto



de flor de jamaica. Finalmente tenemos la textura, en donde se puede ver gran contraste entre las muestras, ya que cada una de ella tiene un punto de aceptación diferente. mediante los datos obtenidos en cada atributo sensorial, es evidente que la cerveza más aceptada por los tester es la cerveza con extracto de piña.

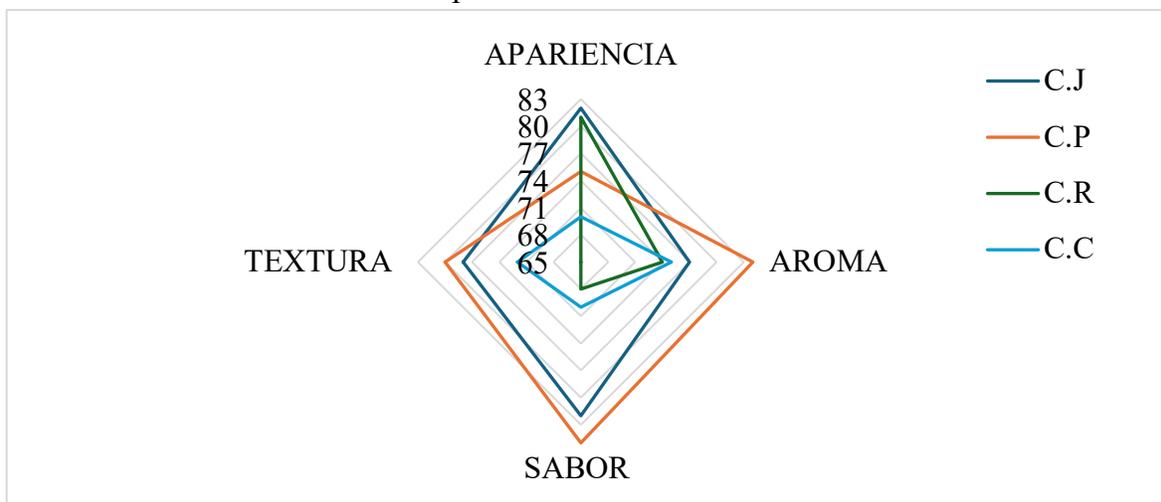


Figura 9. Pruebas hedónicas de las 4 cervezas artesanales

Conclusiones

1. La adición de extractos fermentables en el mosto cervecero influyó positivamente en el enriquecimiento del mosto cervecero, puesto que se obtienen productos funcionales de los tratamientos con adición de extractos; dónde las cervezas mostraron mayores propiedades antioxidantes (fenoles totales, capacidad antioxidante) en comparación a una cerveza sin tratar.
2. El extracto de flor de Jamaica mostró mayor contenido fenólico y capacidad antioxidantes que los demás tratamientos. siendo también una de las cervezas más aceptadas después de la cerveza con tratamiento de extracto de piña.

Referencias bibliográficas

ASOSERV. 2008. Ecuador-Revolución Cervecera. Recuperado de: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://asocerv.beer/Documentos/MembresiaAsocerv.pdf&ved=2ahUKEwj8OHEILH8AhU-TTABHSfsCnoQFnoECBgQAQ&usq=AOvVaw1UU7CPRcMQdPjIDRbskS4K>

Castorena, J., Juárez, V., Cano, M., Santiago, V., & López, O. (2020). Caracterización Físico-química de Cerveza Artesanal don Adjunto de Maíz Azul y Derivados de Caña de

- Cordova, C. (2024). Elaboración de cerveza artesanal a base de flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) y pitahaya (*Hylocereus undatus*). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Pág. 67. Recuperado de:
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/9703/TESIS.pdf;jsessionid=60D87C061B0CE3737805B6A23CAAD051?sequence=1>
- Dhar, P., Kar, C., Ojha, D., Pandey, S., & Mitra, J. (2015) Chemistry, phytotechnology, pharmacology and nutraceutical functions of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) and roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) seed oil: An overview. *Industrial Crops and Products*.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.08.064>
- Escobar, B. (2023). Estabilidad de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante, de una bebida alcohólica de cálices de Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa*). UTC. Latacunga-Ecuador. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a3acd88b-67c2-40dd-b161-d5a7164faf75/content>
- 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.
file:///C:/Users/Prett/Downloads/TESIS_Blanca_Escudero.pdf
- Essideu, J., Adadi, P., & Kovaleva, E. (2021). Production and characterization of beer supplemented with *Hibiscus sabdariffa* (Malvaceae). *Food Frontiers*.
<http://dx.doi.org/10.1002/fft2.127>
- Ferreira, R., Gonçalves, F., Lerat, C., Idrissi, T., Rodrigo, E., Correia, P., & Gonçalves, J. (2018). Extraction of Phenolic Compounds with Antioxidant Activity from Beetroot (*Beta vulgaris* L.). *Current Nutrition & Food Science*. 14. 350-357.
<http://dx.doi.org/10.2174/1573401313666170609102336>
- García-Santoyo, K. P., Ozuna-Lopez, C., & Mares-Mares, E. (2020). Extracción de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) asistida por ultrasonidos de potencia. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 5, 227-232.
<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume5/5/3/46.pdf>
- Herández, R., Ortega, E., & Ortega, I. (2021). Composición nutricional y compuestos fitoquímicos de la piña (*Ananas comosus*) y su potencial emergente para el desarrollo de alimentos funcionales. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*. 7(14). 24-28.
<http://dx.doi.org/10.29057/icap.v7i14.7232>



- Hernández, A., & Cornejo, F. (2011). Desarrollo de rodajas deshidratadas de piña. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/14795/1/Desarrollo%20de%20Rodajas%20Deshidratadas%20de%20Pi%C3%B1a.pdf>
- Hidalgo, J., & Tulcanaza, F. (2016). Industrialización de granos andinos” cerveza artesanal de quinua “atiy”. Ingeniería Agroindustrial. UTC. Latacunga. Pag. 40-60. Recuperado de: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3593>
- Huaraca, R., Casas, F., Delgado, M., Cahuana, R., & Machaca, J. (2023). Compuestos fenólicos y actividad antioxidante en una bebida funcional. Investigación en ciencias Agronómicas y Veterinarias, 19(7), 218-231. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i19.211>.
- Martínez, A., Vegara, S., Herrans-Lopez, M., Martí, N., Valero, M., Micol, V., & Saura, D. (2017). Kinetic changes of polyphenols, anthocyanins and antioxidant capacity in forced aged hibiscus ale beer. 123 (1). 58-65. <https://doi.org/10.1002/jib.387>
- Matías, B., Carro, L., & Menéndez, E. (2024). Estudio de la microbiota de cerveza artesanal producida a pequeña escala. FarmaJournal, 9(1), 41–52. <https://doi.org/10.14201/fj2024914152>
- Mendoza, J. J. G., Álava, R. C. P., & Zambrano, R. L. B. (2022). Calidad fisicoquímica y sensorial de cerveza artesanal estilo blonde ale con infusión de flor deshidratada de jamaica (Hibiscus sabdariffa). Manglar (Tumbes), 19(4), 331-339. <https://doi.org/10.57188/manglar.2022.042>
- Mohd Ali, M., Hashim, N., Abd Aziz, S., & Lasekan, Ola. (2020). Pineapple (Ananas comosus): A comprehensive review of nutritional values, volatile compounds, health benefits, and potential food products. Food Research International. 137. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109675>.
- Pacheco-Coello, F., Ramírez-Azuaje, D., Pinto-Catari, I., Peraza-Marrero, M. y Orosco-Vargas, C. (2019). Comparación de compuestos fenólicos totales en Hibiscus sabdariffa L. Venezuela. Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas, 48(3). <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v48n3.84956>
- Quintero, D. M., & Arias-Giraldo, S. (2020). Evaluación de condiciones de fabricación y calidad sensorial de cerveza artesanal tipo lager. *Journal de Ciencia E Ingeniería (Popayán)*, 12(1), 1-12. <https://doi.org/10.46571/jci.2020.1.1>



- Recalde, M. (2017). Obtención de una bebida tipo cerveza a partir de maltas de maíz (*Zea mays*) y quinua (*Chenopodium quinoa*). Pag. 33. Quito: EPN. Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17533>
- Rosas, C. (2011). Contenido de compuestos bioactivos y su contribución a la capacidad antioxidante durante la maduración de piña cv. “esmeralda”. Centro de Investigación en alimentación y desarrollo, A.C-Tesis de maestría en Ciencias. Recuperado de: https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/179/1/Rosas%20Dominguez_2011_MC.pdf
- Salinas-Moreno, Y., Zúñiga-Hernández, A. R. E., La Torre, L. B. J., Serrano-Altamirano, V., & Sánchez-Feria, C. (2012). COLOR IN CALYXES OF ROSELLE (*Hibiscus sabdariffa* L.) AND THEIR RELATIONSHIP WITH PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THEIR AQUEOUS EXTRACTS. *Revista Chapingo. Serie: Horticultura*, XVIII(3), 395-407. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2011.08.038>
- Sol, D. A., & Sanchez-Iznaga, A. L. (2020). Deshidratación combinada de la piña para su conservación. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 29(2), 74-83. <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v29n2/2071-0054-rcta-29-02-74.pdf>
- Gong, X., Yang, Q., Chen, M., Tu, J., Li, B., & Ren, F. 2022. Characterization of antioxidant activities and volatile profiles of pineapple beer during the brewing process. *Food of Nutrition*. 61, 116-128. Recuperado de: <file:///C:/Users/Prett/Downloads/2022-null.pdf>

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.

