

Artículo Original

***OBTENCIÓN DE DERIVADOS ALIMENTICIOS DULCES
(CONFITERÍA) A PARTIR DE EXTRACTO FUNCIONAL DE
CERVEZA ARTESANAL***

***OBTAINING SWEET FOOD DERIVATIVES (CONFECTIONERY) FROM
FUNCTIONAL EXTRACT OF CRAFT BEER***

Darlinton Jesús Pinargote Álava¹ <https://orcid.org/0000-0002-7483-867X>
Ulbio E. Alcívar Cedeño^{2*} <https://orcid.org/0000-0001-7941-6401>
Gabriel A. Burgos Briones² <https://orcid.org/0000-0002-1291-4083>
Carlos A. Cedeño Palacios² <https://orcid.org/0000-0002-2698-9254>
Diego R. Munizaga Párraga³ <https://orcid.org/0000-0002-4168-3747>

¹ Carrera de Ingeniería Química. Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas. Universidad Técnica de Manabí (UTM). Portoviejo, Manabí, Ecuador.

² Departamento de Procesos Químicos, Alimentos y Biotecnología, Universidad Técnica de Manabí (UTM), Portoviejo, Manabí, Ecuador.

³ Instituto de Investigación, Universidad Técnica de Manabí (UTM), Portoviejo, Manabí, Ecuador.

Recibido: Junio 26, 2024; Revisado: Julio 23, 2024; Aceptado: Septiembre 2, 2024

RESUMEN

Introducción:

La cerveza artesanal y la confitería son industrias de gran desarrollo que han despertado el auge en crear estos productos con beneficios nutricionales. Es por este motivo, que se ha analizado la viabilidad de utilizar extractos funcionales de cerveza artesanal para obtener derivados alimenticios dulces.

Objetivo:

Obtener un producto de confitería con el extracto funcional de cerveza artesanal, conservando sus características e intensificando las propiedades antioxidantes del mismo.

Materiales y Métodos:

Se aplicaron técnicas de extracciones en diferentes tipos de cervezas artesanales (Belgian Tripel (m1), Ale (m2) y Wee Heavy (m3)), continuadas la identificación del perfil de compuestos bioactivos y capacidades antioxidantes, conjuntamente, se



Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia *Creative Commons* Atribución-No Comercial 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales.

* Autor para la correspondencia: Ulbio E. Alcívar Cedeño, Email: ulbio.alcivar@utm.edu.ec



utilizaron pruebas de aplicabilidad en los productos obtenidos.

Resultados y Discusión:

Se demostró que se pueden aplicar extractos funcionales de cerveza artesanal a productos de confitería, ya que contenían compuestos fenólicos (9,215 a 754 mg EAG/L) y otros antioxidantes (2 a 13,719 $\mu\text{mol TE/mL}$), presentando beneficios nutricionales e incluso mejorando las propiedades sensoriales.

Conclusiones:

La implementación de extractos funcionales de cerveza artesanal en la confitería demuestra la innovación de productos, ya que estos extractos aparte de mejorar las características organolépticas, también aportaron propiedades antioxidantes debido a los compuestos fenólicos presentes. Estas aplicaciones dan apertura a poder desarrollar nuevos aditivos que permitan mejorar diversos productos con poca o nula nutrición.

Palabras clave: capacidad antioxidante; cerveza artesanal; confitería; extractos; innovación alimentaria.

ABSTRACT

Introduction:

Craft beer and confectionery are highly developed industries that have sparked the boom in creating these products with nutritional benefits. For this reason, the feasibility of using functional extracts of craft beer to obtain sweet food derivatives has been analyzed.

Objective:

To obtain a confectionery product with the functional extract of craft beer, preserving its characteristics and intensifying its antioxidant properties.

Materials and Methods:

Extraction techniques were applied on different types of craft beers (Belgian Tripel (m1), Ale (m2) and Wee Heavy (m2)), continued the identification of the profile of bioactive compounds and antioxidant capacities, jointly, applicability tests were used on the obtained products.

Results and Discussion:

It was demonstrated that functional extracts from craft beer can be applied to confectionery products, as they contained phenolic compounds (9,215 to 754 mg EAG/L) and other antioxidants (2 to 13,719 $\mu\text{mol TE/mL}$), presenting nutritional benefits and even improving sensory properties.

Conclusions:

The implementation of functional extracts of craft beer in confectionery demonstrates product innovation, since these extracts apart from improving organoleptic characteristics, also provided antioxidant properties due to the phenolic compounds present. These applications open the way for the development of new additives to improve various products with little or no nutrition.

Keywords: antioxidant capacity; craft beer; confectionery; extracts; food innovation.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se reporta un incremento de la industria cervecera artesanal, debido fundamentalmente al aumento de bares y de microcerveceros que promueven su consumo, es un producto principalmente a base de cebada, la que posterior a las etapas de malteo, maceración, cocción, fermentación y maduración, permite obtener un producto natural, existiendo la posibilidad de la elaboración de una gran variedad de cervezas (Viteri-Borja y col., 2022). En la elaboración de cerveza artesanal, se puede incorporar base de cereales locales malteados o sin procesar como son el trigo, cebada, arroz, centeno, maíz, avena y sorgo los cuales son consideradas de mucho beneficio para la salud (Dueñas y col., 2023).

Según Burgos y col., (2024) el término de seguridad alimentaria en los últimos años se lo ha relacionado mucho con la salud, por lo cual, reformular los productos como caramelos y golosinas es uno de los principales retos que tiene industria para mejorar su calidad nutricional, la cual se puede lograr con la adición de vitaminas, minerales u otros nutrientes que favorezcan la salud y un buen desarrollo físico y mental de los consumidores (Iglesias y col., 2022). Lo que se refuerza con lo mencionado por López y col., (2024) donde han destacado que las cervezas artesanales, independientemente de la base de cereales utilizada, presentan concentraciones superiores de vitaminas y minerales en comparación con las cervezas industriales, lo que las posiciona como candidatas idóneas para la obtención de extractos funcionales.

Los polifenoles presentan la actividad protectora de la salud más potente y variada, además, se considera que estos fitoquímicos son beneficiosos para la salud humana, principalmente debido a su actividad antioxidante (Galgowski y col., 2019). Para poder aprovechar los subproductos alimenticios de una forma eficiente es necesario caracterizarlos, para determinar su composición y propiedades, así como conocer la cantidad en la que se generan de forma que se pueda definir una tecnología adecuada para su tratamiento y aprovechamiento.

Las jaleas siguen siendo un producto que los consumidores compran con avidez, la mayoría de veces se elaboran por gelatinización, usando pectina, agar o gelatina, de una base de azúcar que contiene sacarosa y jarabe de maíz con la adición de saborizantes, ácidos y colorantes. Además, según Figueroa y Genovese, (2019), la adición de componentes bioactivos específicos puede mejorar la funcionalidad de dichos productos y su consumo podría proteger al cuerpo humano de enfermedades existente sobre todo en países industrializados.

Por lo cual, el propósito de este estudio consistió en obtener un producto de confitería con el extracto funcional de cerveza artesanal, conservando sus características e intensificando las propiedades antioxidantes del mismo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Recepción de muestras

Para explorar el potencial de la cerveza artesanal en confitería, se seleccionaron tres opciones de la Cervecería Opus Bräu en Portoviejo, Manabí, Ecuador: Belgian Tripel (m1), cerveza Ale con Frutos Rojos (m2) y cerveza Wee Heavy con Whiskey (m3). Cada una de estas cervezas, con sus características únicas, aporta un perfil sensorial

diferente a las creaciones reposteras, debido a los tipos de ingredientes utilizados en cada tipo de cerveza artesanal.

2.2. Obtención de extractos de cerveza artesanal

Para obtener los extractos de las cervezas artesanales, se empleó un rotoevaporador Buchi® con sistema de vacío y control de temperatura, siguiendo los lineamientos establecidos por Romero-Blanco y col., (2005), con el fin de eliminar el etanol y la mayor cantidad de agua posible. Se seleccionaron meticulosamente los tres tipos de cerveza artesanal mencionados con anterioridad (m1, m2 y m3), se vertieron 600 mL de cada muestra en el rotoevaporador por separado, sumergiendo el recipiente en un baño maría precalentado a 95 °C. A la par, se ajustó la velocidad de rotación a 48 min⁻¹, hasta que no exista separación cuyo proceso duró tres horas.

2.3. Determinación de compuestos fenólicos

El método Folin-Ciocalteu (F-C), descrito por Margraf y col., (2015), se utilizó como herramienta precisa para la cuantificación de compuestos fenólicos en muestras de extractos de cerveza artesanal. Su simplicidad y confiabilidad lo convirtieron en un aliado invaluable en el análisis de estas muestras.

Para llevar a cabo este método, se mezclaron un mL de muestra adecuadamente diluida con 60 mL de agua y 5 mL de reactivo de Folin-Ciocalteu (F-C). Tras una breve espera de 30 segundos, y antes de que transcurrieran 8 minutos, se incorporaron 15 mL de Na₂CO₃(carbonato de sodio). La mezcla se agitó cuidadosamente y se llevó a un volumen total de 100 mL con agua destilada. A continuación, se incubó la solución durante dos horas a una temperatura de 24 °C y, finalmente, se midió la absorbancia de la solución en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 765 nm.

2.4. Determinación de capacidad antioxidante mediante el método 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH)

Fue evaluado aplicando el método descrito por Kim y col., (2002), que se basa en el método descubierto por Brand-Williams y col., (1995). Se preparó una solución de DPPH (0,1 mmol/L), utilizando 2 mg de reactivo con 50 mL de metanol de grado HPLC en un matraz aforado, se deja reposando entre 18 a 24 horas a 25 °C en un espacio oscuro, una vez incubado el reactivo se pasa una muestra al espectrofotómetro y se diluyó con metanol hasta tener una absorbancia de 0,850 +- 0,05. Finalmente se procedió a tomar un mL de cada una de las soluciones con un mL de reactivo y se dejan incubar por 30 minutos en un medio oscuro a 25 °C, para su posterior medición en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 517 nm.

2.5. Determinación de capacidad antioxidante mediante el método 2, 2'-Azinobis-3-etil- benzo-tiazolina-6-acido sulfónico (ABTS)

Se siguió la metodología aplicada por Re y col., (1999), donde se tuvo que preparar una solución 7 mmol/L con 90,05 mg de reactivo ABTS en 25 mL de agua destilada, y una solución de persulfato de potasio (2,45 mmol/L) con 16,56 mg del reactivo y 25 mL de agua destilada, y dejar reposar entre 18-24 horas en un ambiente oscuro a 25 °C, para la determinación se diluyó la solución con metanol grado HPLC para obtener una

absorbancia de 0,736±0,05. Posteriormente se tomó un mL de cada muestra y un mL de reactivo, que se deja incubar por 30 minutos en un ambiente oscuro a 25 °C para luego realizar su medición en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 734 nm.

2.6. Obtención de jaleas y gomitas

Se siguió la metodología aplicada por Makymat (2022), donde se mezclaron 5 gramos de azúcar y 2 gramos de peptina con 20 mL de agua a 75 °C por 10 minutos. Por otra parte, se elaboró el jarabe con 9 gramos de agua, 33 gramos de azúcar y 29 gramos de glucosa que se mezclan a 90 °C por cinco minutos. Finalmente se mezclan las dos preparaciones a 85 °C por cinco minutos, pasado este tiempo se añaden sus aditivos incluyendo el extracto de cerveza 25 gramos.

2.7. Pruebas Hedónicas

Según la metodología descrita por Ramírez-Navas, (2012) llevó a cabo una evaluación sensorial para medir la satisfacción de los consumidores que participaron en la catación de las muestras de gomitas y jaleas (30 personas, cantidad tomada en cuenta según lo estimado por Ramírez-Navas, (2012) en donde se indica que la información necesaria para esta prueba es entre 3 - 100 panelistas). Esta evaluación integral abarcó una valoración de 9 puntos que permitieron obtener una puntuación detallada en cuanto a color, olor, sabor y textura de cada producto, siendo 1 la peor valoración y 9 la máxima valoración.

2.8. Análisis estadístico para los extractos de cerveza artesanal

Para evaluar las diferencias significativas entre los resultados obtenidos para los extractos de diferentes cervezas artesanales (compuestos fenólicos y capacidad antioxidante), se empleó un análisis de varianza (ANOVA) de una sola vía mediante el uso del programa *StatGraphics 11*. Este análisis estadístico robusto permitió comparar múltiples grupos de datos (concentraciones promedios obtenidas por triplicado) y determinar si las diferencias observadas en las variables medidas eran atribuibles a factores aleatorios o, por el contrario, reflejaban diferencias reales entre las muestras.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Obtención de extractos mediante el método líquido-líquido a través del rotoevaporador

Mediante pruebas por triplicado se contempla en la Tabla 1 que el volumen final de la cerveza Belgian Tripel es menor a las demás muestras, esto se da debido a las características propias de la cerveza, indicando que posiblemente se tenga una baja concentración de compuestos antioxidantes o como indican Lewis y Young, (2001), se debe a la menor presencia de agua dentro de este tipo de cerveza.

Tabla 1. Propiedades físico-químicas del extracto cerveza Belgian Tripel

<i>Volumen inicial</i>	600 mL	<i>Volumen final</i>	15 mL ± 0,4
<i>pH Inicial</i>	4,65 ± 0,02	<i>pH Final</i>	4,96 ± 0,04
<i>ρ Inicial</i>	0,93 g/mL ± 0,04	<i>ρ Final</i>	0,97 g/mL ± 0,02

Así mismo, se observó que el pH no se ve afectado en gran medida por el aumento de temperatura al momento de obtener los extractos, esto se encuentra relacionado con lo mencionado por Albán y col., (2019), donde se realizó un análisis de varios de tipos de cerveza con variaciones de temperatura para determinar si este y otros factores alteraban las propiedades de la misma, en esta investigación se determinó que la temperatura no afectó de manera significativa dentro del producto.

Por otra parte, en la Tabla 2 se observa que la cerveza Frutos Rojos presenta un mayor aumento de la densidad en comparación a los otros dos extractos de Belgian Tripel y Whiskey, dicho aumento se ve influenciado por la mayor eliminación de agua debido a la presencia de frutos rojos. Finalmente, en la Tabla 3 los valores de pH y densidad en la cerveza Whiskey, no presenta una gran variación entre sus mediciones iniciales y finales, en comparación de la Tabla 1 y Tabla 2, esto se relaciona con lo reportado por MacWilliam (1975), en donde se usaron diferentes temperaturas en el proceso de elaboración, y los valores de pH no tuvieron grandes variaciones.

Tabla 2. Propiedades físico-químicas del extracto cerveza Frutos rojos

<i>Volumen inicial</i>	600 mL	<i>Volumen final</i>	23,5 mL ± 0,25
<i>pH Inicial</i>	4,86 ± 0,11	<i>pH Final</i>	4,83 ± 0,12
<i>ρ Inicial</i>	0,96 g/mL ± 0,01	<i>ρ Final</i>	1,2g/mL ± 0,03

Tabla 3. Propiedades físico-químicas del extracto cerveza Whiskey

<i>Volumen inicial</i>	600 mL	<i>Volumen final</i>	26 mL ± 0,15
<i>pH Inicial</i>	4,79 ± 0,07	<i>pH Final</i>	4,68 ± 0,03
<i>ρ Inicial</i>	0,95 g/mL ± 0,06	<i>ρ Final</i>	0,98g/mL ± 0,02

3.1.1. Determinación de compuestos fenólicos

En la figura 1, se encuentran representados los diferentes extractos obtenidos a través del tiempo. Se puede observar que la muestra de Belgian Tripel tiene la menor concentración inicial, pero esta se vio incrementada en gran medida al aumentar el tiempo de extracción, superando a la muestra de Frutos rojos. Por otra parte, el extracto que presentó mayores concentraciones de compuestos fenólicos fue la cerveza Whiskey a un tiempo de dos horas de extracción con 754 mg EAG/ L, este valor se relaciona con lo reportado por Breda y col., (2022), donde se determinó la concentración de compuestos fenólicos en cervezas artesanales portuguesas y se obtuvieron concentraciones entre 303 y 1416 mg EAG/L. A su vez Paiva y col., (2021), reportaron con el mismo tipo de cerveza concentraciones muy cercana a las obtenidas 747 a 757 mg EAG/L, justificando los resultados obtenidos con los diferentes extractos. Este incremento se ve relacionado con la eliminación del agua en el proceso de extracción, haciendo que la concentración de fenoles totales aumente con respecto al tiempo, esto se puede sustentar ya que Petró y col., (2021), en su investigación, realizaron la medición de compuestos fenólicos a cervezas artesanales y se obtuvieron valores entre 1,81 y 3,67 mg EAG/L, valores que se relacionan con los obtenidos dentro de las muestras de una hora de extracción.



Figura 1. Concentración de compuestos fenólicos en extractos de cerveza artesanal

3.1.2. Determinación de capacidad antioxidante mediante método DPPH y ABTS

La capacidad antioxidante se puede determinar por varios métodos entre ellos se encuentran el DPPH y el ABTS, cada uno de ellos tienen sus aplicaciones y métodos de uso, la diferencia más notoria es que el método DPPH es un radical libre que puede obtenerse directamente sin una preparación previa, mientras que el ABTS tiene que ser generado tras una reacción química, enzimática o también electroquímica. En el caso del DPPH se observa (Figura 2) que todos los datos tienen valores negativos, esto se da ya que este método es mucho menos sensible y preciso en comparación del método del ABTS. También se contemplan las características de la cerveza que pueden afectar al reactivo en este método y de acuerdo con Zhao y col., (2008), la reactividad de los compuestos fenólicos depende de sus estructuras químicas. Además se encontró que Paiva y col., (2021), reportaron bajas concentraciones de capacidad antioxidante en sus cervezas, entre 0,88 a 0,53 $\mu\text{mol TE/mL}$, esto se respalda con lo reportado por Silva y col., (2022), en donde no se observaron concentraciones de antioxidantes en ciertos tipos de cerveza debido a sus propiedades.



Figura 2. Capacidad antioxidante por DPPH en los extractos de cerveza artesanal

Por otra parte, en el método del ABTS de la figura 3 se observa que se tienen valores

positivos, comprobando que el método a aplicar interfiere con las concentraciones obtenidas. En este caso se determinó que la muestra de frutos rojos a un tiempo de 1 hora posee las mayores concentraciones de capacidad antioxidantes con un valor de 13,72 $\mu\text{mol TE/mL}$, valores mucho mayores a los de Breda y col., (2022), en donde se reportaron concentraciones promedias de 3,227 $\mu\text{mol TE/mL}$. Además, puede denotarse que dentro de la investigación de Petrón y col., (2021), se obtuvieron concentraciones entre 5,392 y 8,910 $\mu\text{mol TE/mL}$, resaltando la presencia de mayores antioxidantes en los extractos obtenido debido a las propiedades de las cervezas usadas.



Figura 3. Capacidad antioxidante por ABTS en los extractos de cerveza artesanal

3.2. Pruebas Hedónicas

Como se observa en la Figura 4 y según el procedimiento referenciado en el epígrafe 2.7 del presente, explicado por Ramírez-Navas, (2012), se evaluaron mediante el instrumento de la encuesta, cuatro puntos claves con los dos productos elaborados, una jalea y gomitas; en el primer caso de las jaleas el sabor y el color fueron las características que más llamaron la atención de los catadores, mientras que la textura fue la menos valorada, dando a denotar que este extracto tiene efectos negativos en la textura de los productos evaluados.

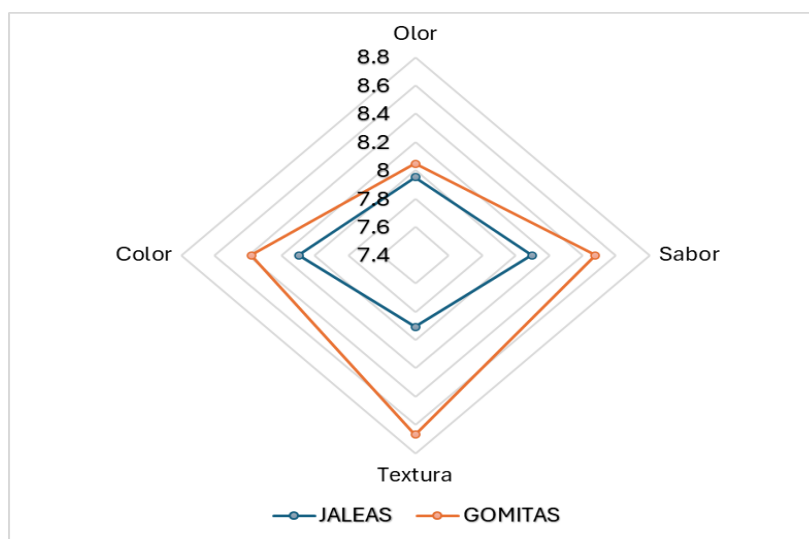


Figura 4. Prueba Hedónica a jaleas y gomitas

En el caso de las gomitas la textura tuvo una puntuación casi perfecta de 8,67 sobre la máxima calificación de 9, mientras que el parámetro menos calificado fue el olor, este parámetro es importante, ya que permite un acercamiento hacia el producto antes de consumirlo, lo que puede perder la atención en el consumidor.

Con estos parámetros se observó que el extracto funcional tiene mejores usos en la confitería como un producto centrado en gomitas y no tanto en jaleas, ya que en estos se intensifican las propiedades básicas de este producto como lo son la textura y el sabor.

3.3. Análisis estadístico para los extractos funcionales de cerveza

El análisis ANOVA reveló que la variabilidad total de los datos se puede dividir en dos componentes principales: la variabilidad entre grupos y la variabilidad dentro de grupos. La razón-F, calculada como el cociente entre el componente entre grupos y el componente dentro de grupos, en este caso es de 2,80. Sin embargo, al analizar el valor-P de la razón-F, que es mayor o igual a 0,05, no se encuentra evidencia estadísticamente significativa para afirmar que existen diferencias entre las medias de las tres variables analizadas. Esto implica que, con un nivel de confianza del 95 %, no puede concluirse que las medias de las variables sean estadísticamente distintas. En la tabla 4 se puede apreciar la parte estadística correspondiente al ANOVA establecido para la composición fenólica de las muestras, donde la razón-F, que en este caso es igual a 2,79507, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 4. Tabla ANOVA para Fenoles totales

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	319244	2	159622,	2,80	0,0811
Intra grupos	1,3706E6	24	57108,3	-	-
Total (Corr.)	1,68984E6	26	-	-	-

En la tabla 5 se expresa los resultados para la prueba de múltiples rangos de las muestras analizadas, en la cual se aprecia que no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Tabla 5. Pruebas de múltiples rangos para Fenoles totales

<i>Muestras</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Whisky	9	132,0	X
Belgian	9	186,849	XX
Frutos Rojos	9	385,148	X

En la figura 5 se muestra la distribución de datos cuantitativos para dos grupos: Belgian y Whisky. La mayoría de los datos en ambos grupos se encuentran entre 200 y 800, con una mediana similar de alrededor de 400-600. Los bigotes indican que los datos se extienden hasta 0 y 1000, con un valor atípico en el grupo Whisky por debajo del intervalo mínimo, mientras que la de Frutos Rojos no presentan valores atípicos y se encuentran dentro de los rangos permisibles en relación a las otras muestras.

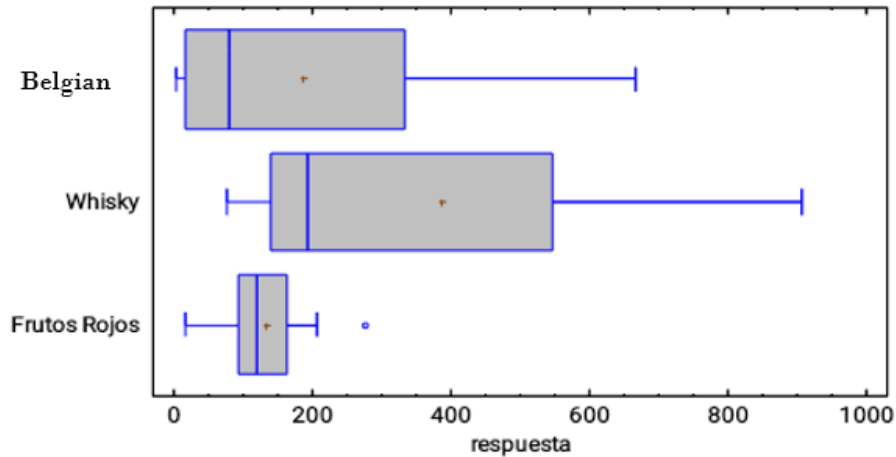


Figura 5. Gráfico de caja y bigotes de datos cuantitativos para las muestras Belgian y Whisky

Por otra parte se realizó el respectivo ANOVA a los resultados de la capacidad antioxidante por ABTS y no por DPPH debido a los resultados negativos que se presentaron. Se observa en la Tabla 5 que si existe una diferencia significativa en los resultados obtenidos ya que el valor-P es menor a 0,05. En la Tabla 6 se observa que existe una diferencia significativa entre las muestras Belgian – Whisky y Whisky - Frutos Rojos , dando como denominador la muestra Whisky que posee características diferentes a las de los otros extractos. Se procedió a trabajar con el extracto de la muestra Whisky a tres horas de extracción, ya que esta muestra se diferencia significativamente entre los demás extractos (Frutos rojos y Belgian Tripel) y a su vez posee una mayor cantidad de compuestos fenólicos que son de interés en la investigación, ya que se espera transmitir estas propiedades a los productos de confitería.

En la tabla 6 se muestra el resultado del ANOVA sobre la capacidad antioxidante por ABTS, donde la razón-F, que en este caso es igual a 15,0085, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 6. Tabla ANOVA capacidad antioxidante por ABTS

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	2973,42	2	1486,71	15,01	0,0001
Intra grupos	2377,39	24	99,0578	-	-
Total (Corr.)	5350,81	26	-	-	-

En la tabla 7 se expresa los resultados para la prueba de múltiples rangos de las muestras analizadas, en la cual se aprecia no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Tabla 7. Pruebas de múltiples rangos capacidad antioxidante por ABTS

<i>Muestras</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Whisky	9	-15,545	X
Belgium	9	6,24267	X
Frutos Rojos	9	7,16167	X

4. CONCLUSIONES

1. El control de los parámetros de extracción es clave para obtener un extracto funcional con las mejores características, siempre teniendo en cuenta que estos productos van a variar sus concentraciones y consistencia según el tipo de cerveza artesanal que se vaya a utilizar en el proceso.
2. La implementación de extractos funcionales de cerveza artesanal en la confitería demuestra la innovación de productos, ya que estos extractos aparte de mejorar las características organolépticas, también aportaron propiedades antioxidantes debido a los compuestos fenólicos presentes.
3. El análisis estadístico por ANOVA describió que para la capacidad antioxidante por ABTS, el valor de razón F = 15,01, el valor P = 0,0001, lo cual determinó que existe una diferencia estadísticamente significativa para las muestras evaluadas. Mientras que el ANOVA para la composición fenólica arrojó resultados como el valor de razón F = 2,80, el valor P = 0,0811, lo cual determinó que no existe una diferencia estadísticamente significativa para las muestras evaluadas.
4. Se demostró que se pueden aplicar extractos funcionales de cerveza artesanal a productos de confitería, ya que contenían compuestos fenólicos (9,215 a 754 mg EAG/ L) y otros antioxidantes (2 a 13,719 $\mu\text{mol TE/mL}$), presentando beneficios nutricionales e incluso mejorando las propiedades sensoriales.

REFERENCIAS

- Albán, A.A., Carrasco, R.A., Castillo, C., Mena Núñez, C.A., y Tafur Rojas A.A., Diseño del proceso productivo de cerveza artesanal de miel para la empresa d' calidad trabajo., Proyecto de Investigación de la Universidad de Piura, Perú, 2019. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4283>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M., & Berset, C., Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity., *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, Vol. 28, No. 1, 1995, pp. 25-30. [https://doi.org/10.1016/s0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/s0023-6438(95)80008-5)
- Breda, C., Barros, A.I., & Gouvinhas, I., Characterization of bioactive compounds and

- antioxidant capacity of Portuguese craft beers., *International Journal of Gastronomy and Food Science*, Vol. 27, 2022, 100473. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100473>
- Burgos, G., Montes, J., Pinargote, E., y Cedeño, C., Plan de seguridad alimentaria en una empresa productora y comercializadora de dulces artesanales., *Revista Científica Guacamaya*, Vol. 8, No. 2, 2024, pp. 36-48. <https://doi.org/10.48204/j.guacamaya.v8n2.a5011>
- Dueñas, E.N., Burgos, G.A., Alcívar, U.E., y Munizaga, D. R., Cinética de secado para malta procesada y base cereal local para cerveza artesanal., *Centro Azúcar*, Vol. 50, No 4, 2023, e1045. http://centrozucar.uclv.edu.cu/index.php/centro_azucar/article/view/777
- Figuroa, L.E., & Genovese, D.B., Fruit jellies enriched with dietary fibre: Development and characterization of a novel functional food product., *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie/Food Science & Technology*, Vol. 111, 2019, pp. 423-428. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.031>
- Galgowski, C., Fischer, B., Simionatto, E., Guedes, A., & de Cordova, C.M.M., Antioxidant potential of the propolis of melipona quadrifasciata as a preservative for craft beer., *Revista Virtual de Química*, Vol. 11, No. 6, 2019, pp. 1872-1881. <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20190130>
- Iglesias, D., Febles, K.B., Escandell, J., Arencibia, A., Elaboración artesanal de caramelos masticables tipo goma con adición de miel de abeja (*Apis Mellifera*)., *Tecnología Química*, Vol. 42, No. 2, 2022, pp. 174-192. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852022000200174
- Kim, Y.K., Guo, Q., & Packer, L., Free radical scavenging activity of red ginseng aqueous extracts., *Toxicology*, Vol. 172, No. 2, 2002, pp. 149-156. [https://doi.org/10.1016/S0300-483X\(01\)00585-6](https://doi.org/10.1016/S0300-483X(01)00585-6)
- Lewis, M., & Young, T., *Malting Biochemistry*., *Brewing*., Springer US, Boston, MA, 2001, pp. 191- 204. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0729-1_11
- López, C.A., Palma, Y.M., Alcívar, U.E., Burgos, G.A., y Munizaga, D.R., Extracto funcional de cerveza artesanal como ingrediente innovador en la industria repostería., *Centro Azúcar*, Vol. 51, No 3, 2024, e1073. http://centrozucar.uclv.edu.cu/index.php/centro_azucar/article/view/806
- MacWilliam, I.C., Ph in malting and brewing-a review., *Journal of The Institute of Brewing*, Vol. 81, No. 1, 1975, pp. 65-70. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.1975.tb03663.x>
- Makymat., Gomititas con pectina., 2022, pp. 1-2. <https://makymat.com/v2/wp-content/uploads/2022/11/Gomititas-con-Pectina-Makymat-2.pdf>
- Margraf, T., Karnopp, A.R., Deliberali, N., & Granato, D., Comparison between folin-ciocalteu and prussian blue assays to estimate the total phenolic content of juices and teas using 96-well microplates., *Food Science*, Vol. 80, No. 11, 2015, pp. 2397-2403. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13077>
- Paiva, R.A.M., Mutz, Y.S., & Conte-Junior, C.A., A Review on the obtaining of functional beers by addition of non-cereal adjuncts rich in antioxidant compounds., *Antioxidants*, Vol. 10, No. 9, 2021, 1332. <https://doi.org/10.3390/antiox10091332>
- Petrón, M., Andrés, A., Esteban, G., & Timón, M., Study of antioxidant activity and
-

- phenolic compounds of extracts obtained from different craft beer by-products., *Journal of Cereal Science*, Vol. 98, 2021, 103162. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103162>
- Silva, S., Oliveira, A.I., Cruz, A., Oliveira, R.F., Almeida, R., & Pinho, C., Physicochemical Properties and Antioxidant Activity of Portuguese Craft Beers and Raw Materials., *Molecules/Molecules Online/Molecules Annual*, Vol. 27, No. 22, 2022, 8007. <https://doi.org/10.3390/molecules27228007>
- Viteri-Borja, J.G., Párraga, R.C., García, J.J., Barre, R.L., y Romero, J.P., Calidad físicoquímica y sensorial de cerveza artesanal estilo blonde ale con infusión de flor deshidratada de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*)., *Manglar*, Vol. 19, No. 4, 2022, pp. 331-339. <http://dx.doi.org/10.57188/manglar.2022.042>
- Ramírez-Navas, J.S., Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor., *Revista Recitela*, Vol. 12, No. 1, 2012, pp. 83-102. <https://docs.google.com/file/d/0B476jnP8wnvhR2t4TFBYTWpFVDQ/edit?resourcekey=0-7tXXdt4h45PLEXO70VFkxQ>
- Re, R., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice, C., Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay., *Free Radical Biology and Medicine*, Vol. 26. No. 9-10, 1999, pp. 1231-1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Zhao, H., Fan, W., Dong, J., Lu, J., Jian, C., Shan, L., Lin, Y., & Kong, W., Evaluation of antioxidant activities and total phenolic contents of typical malting barley varieties., *Food Chemistry*, Vol. 107, No. 1, 2008, pp. 296-304. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.018>

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

- Estud. Darlinton Jesús Pinargote Álava. Redacción-revisión y edición, investigación, metodología.
 - Dr.C. Ulbio E. Alcívar Cedeño. Gestión de proyectos, conceptualización, supervisión.
 - M.Sc. Gabriel A. Burgos Briones. Validación.
 - Dr.C. Carlos A. Cedeño Palacios. Validación.
 - M.Sc. Diego R. Munizaga Párraga. Supervisión.
-