

**Artículo Original**

**AGREGADO E INSUMOS EN SEGUNDA FERMENTACIÓN  
DE CERVEZA ARTESANAL**

**AGGREGATE AND INPUTS IN SECONDARY FERMENTATION  
OF CRAFT BEER**

Medine Bazelais<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0000-6619-2437>  
Gema Angélica Aguaiza Anchundia<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0000-1000-9816>  
Diego Roberto Munizaga Párraga<sup>2\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4168-3747>  
Gabriel Alfonso Burgos Briones<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1291-4083>  
Ulbio Eduardo Alcívar Cedeño<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7941-6401>

<sup>1</sup> Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

<sup>2</sup> Instituto de Investigación, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

<sup>3</sup> Departamento de Procesos Químicos, Alimentos y Biotecnología, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

Recibido: Octubre 25, 2023; Revisado: Noviembre 14, 2023; Enero 15, 2024

**RESUMEN**

**Introducción:**

La cerveza es la bebida alcohólica más consumida globalmente, elaborada tradicionalmente con malta, lúpulo, agua y levadura. Se resalta el dinamismo en el sector de cervecerías artesanales, con productores que buscan diferenciarse mediante la incorporación de ingredientes distintivos como frutas y especias.

**Objetivo:**

Determinar los parámetros fisicoquímicos que influyen en la segunda fermentación de la cerveza artesanal, comparándolos con la norma INEN 2262, (2013), y el nivel de aceptación de estos productos a través del análisis sensorial.

**Materiales y Métodos:**

En este estudio se realizaron análisis utilizando cuatro tipos de frutas: guayaba, carambola, ovo verde, y mango (*Psidium guajava L*, *Averrhoa carambola L*, *Spondias purpúrea L*, y *Mangifera indica*), agregadas a una cerveza negra estilo tripel durante su maduración. Se evaluaron diferentes parámetros incluyendo °Brix, pH, densidad, grado



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: Diego R. Munizaga, Email: [diego.munizaga@utm.edu.ec](mailto:diego.munizaga@utm.edu.ec)



alcohólico, color y aceptabilidad sensorial. La investigación utilizó una metodología experimental con un enfoque mixto, empleando técnicas documentales y experimentales para recopilar la información necesaria.

### **Resultados y Discusión:**

Los resultados revelaron que las muestras cumplían con los estándares establecidos por la norma INEN 2262, (2013). La adición de frutas parece haber aumentado la fermentación, disminuyendo la densidad y los azúcares, aumentando el contenido de alcohol. El pH no fue afectado significativamente. En el análisis sensorial, las muestras no difirieron significativamente, pero la muestra C fue la más aceptada y la D la menos agradable.

### **Conclusiones:**

La adición de frutas en la segunda fermentación de la cerveza demostró ser una alternativa viable que mejora el sabor sin afectar significativamente los parámetros fisicoquímicos.

**Palabras clave:** análisis fisicoquímicos; análisis sensorial; cerveza artesanal.

## **ABSTRACT**

### **Introduction:**

Beer is the most widely consumed alcoholic beverage globally, traditionally brewed with malt, hops, water and yeast. The dynamism in the craft brewery sector is noteworthy with producers seeking to differentiate themselves by incorporating distinctive ingredients such as fruits and spices.

### **Objective:**

To determine the physicochemical parameters that influence the second fermentation of craft beer, comparing them with the INEN 2262, (2013) standard, and the level of acceptance of these products through sensory analysis.

### **Materials and Methods:**

In this study, analyses were performed using four types of fruits: guava, carambola, green ovo, and mango (*Psidium guajava L*, *Averrhoa carambola L*, *Spondias purpurea L*, and *Mangifera indica*), added to a tripel-style black beer during its maturation. Different parameters were evaluated including °Brix, pH, density, alcohol content, color, and sensory acceptability. The research was conducted using an experimental methodology with a mixed approach, employing documentary and experimental techniques to collect the necessary information.

### **Results and Discussion:**

The results revealed that the samples complied with the standards established by INEN 2262, (2013). The addition of fruit seems to have increased fermentation, decreasing the density and sugars, increasing the alcohol content. The pH was not significantly affected. In the sensory analysis, the samples did not differ significantly, but sample C was the most acceptable and sample D the least pleasant.

### **Conclusions:**

The addition of fruits in the second fermentation of beer proved to be a viable alternative that improves flavor without significantly affecting physicochemical parameters.

---

**Keywords:** physicochemical analysis; sensory analysis; craft beer.

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha evidenciado un importante crecimiento de las cervecerías artesanales independientes. Los fabricantes de cerveza artesanal han respondido a esto con la introducción de una combinación novedosa de cereales crudos o malteados y han modificado los sabores y el gusto de la cerveza con la adición de frutas, especias, entre otros (Villacreces y col., 2022). Se define cerveza como una bebida alcohólica compuesta por cuatro ingredientes básicos: malta, lúpulo, agua y levadura (Nogueira y Mora, 2021). Existen dos tipos de fermentaciones: baja y alta. Las cervezas de fermentación baja (cervezas lager) se producen utilizando la especie híbrida *Saccharomyces pastorianus* a bajas temperaturas, entre 5 y 15 °C; *S. pastorianus*, además, exhibe alta resistencia a diversos factores de estrés, lo que la hace muy útil para la producción de cerveza a nivel industrial (Sannino y col., 2019). Y la fermentación alta (cervezas ale) por lo regular son producidas con cepas domesticadas de la especie *Saccharomyces cerevisiae*, es un proceso que ocurre generalmente entre los 18 y 24 °C (Burini y col., 2021). La cerveza Tripel belga se distingue como una variedad prominente dentro de las cervezas tipo Ale de fermentación alta. Caracterizada por su coloración que varía de un amarillo intenso a un ámbar pálido, y en ciertos casos, alcanza tonalidades de cobre oscuro (Strong y England, 2021). Considerando estos factores, se justifica la exploración de una nueva formulación mixta con la levadura kveik, de estilo tripel belga y con la adición de frutas tropicales ecuatorianas como la guayaba (*Psidium guajava*), carambola (*Averrhoa carambola*), ovo (*Solanum betaceum*) y mango (*Mangifera indica*) en la segunda fermentación, de manera de obtener un producto diferenciado para el mercado consumidor. Cabe resaltar que la norma NTE INEN 2262 (2013), establece los valores máximos y mínimos para pH, porcentaje alcohólico y porcentaje de acidez que son los parámetros marcados en la norma. Concretamente, la norma especifica que el contenido alcohólico a 20°C debe situarse entre un mínimo de 2,0% y un máximo de 5,0% (volumen/volumen), la acidez total, expresada como ácido láctico, no debe superar el 0,3% (masa/masa), y el pH debe mantenerse en un rango de 3,5 a 5,0.

Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo determinar los parámetros fisicoquímicos que influyen en la segunda fermentación de la cerveza artesanal, comparándolos con la norma NTE INEN 2262 (2013), y el nivel de aceptación de estos productos a través del análisis sensorial.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo experimental de la presente investigación se adoptó un enfoque mixto. Se tomaron como referencia tres parámetros críticos: el pH, la densidad y el grado Brix. Como parte de la metodología investigativa se realizaron análisis sensoriales en función de una tabla hedónica tomados de la literatura científica para la valoración de cervezas y medir las propiedades organolépticas en cada uno de los agregados utilizados. El panel sensorial contó con la participación de 12 jueces no capacitados de ambos sexos, mayores de 18 años, estudiantes y profesores de la Universidad Técnica de Manabí. La

---

selección de 12 jueces para el panel sensorial se basó en criterios de representatividad y diversidad, buscando obtener una evaluación integral y equilibrada.

### **2.1. Análisis fisicoquímico**

Se realizaron análisis fisicoquímicos de cervezas, evaluando parámetros como pH, densidad, grado Brix, dulzura, amargura, perfil frutado-esteroso, alcohol, color y cuerpo. Los análisis se efectuaron en triplicado para garantizar la precisión (Pereira y col., 2020).

#### **2.1.1. Medición de pH**

La medición del pH de las muestras de cerveza se llevó a cabo utilizando un potenciómetro calibrado con tampón de pH 4 y 7, equipado con termómetros digitales para garantizar la precisión de las lecturas a diferentes temperaturas. Cada muestra analizada tenía un volumen de 150 mL (Da Cunha y col., 2023).

#### **2.1.2. Medición de densidad**

Se empleó un densímetro de precisión fabricado por Brewmasters, con una resolución de 0,001 g/cm<sup>3</sup> y escalas para la gravedad específica que varían de 1,000 a 1,100 g/cm<sup>3</sup>. Este instrumento también permite la determinación directa del grado Brix y el potencial alcohólico de la cerveza (Álvarez y Jaimes, 2019).

#### **2.1.3. Medición de grado brix**

El grado brix fue evaluado con la medición de la densidad en la tabla de conversión entre la densidad específica y grados brix. Cabe destacar que, si se refiere correctamente, esta propiedad depende de la naturaleza del sistema y no del investigador (Correa y col., 2021).

### **2.2 Análisis sensorial**

Los atributos sensoriales evaluados para muestras de estilos de cerveza artesanal fueron dulce, amargo, alcohol, frutado-esteroso, color y cuerpo. Se utilizó una escala hedónica de cuatro puntos (1 a 3=bajo, 4 a 5=medio bajo a medio, 5 a 7=medio a moderado, 7 a 10=medio a alto). Las escalas hedónicas se aplican en el análisis sensorial de diferentes matrices alimentarias (Dos Santos y col., 2022).

### **2.3 Análisis estadístico**

Los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos y sensoriales se analizaron estadísticamente. Para ello, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el software *Microsoft Excel*. Posteriormente, para la comparación de medias entre las muestras, se aplicó la prueba de Tukey, estableciendo un nivel de significancia del 5%. Este método de análisis es ampliamente aceptado para la evaluación de diferencias significativas entre grupos en estudios similares al presente (Lemoine y col., 2021).

---

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis fisicoquímico

En la Tabla 1 se puede observar una representación resumida de los tres factores analizados durante el periodo de la segunda fermentación para cada una de las muestras de cerveza.

**Tabla 1.** Resultados de parámetros fisicoquímicos de muestras de cerveza

<i>Muestras</i>	<i>pH</i>	<i>Densidad</i>	<i>•Brix</i>	<i>Referencias</i>
X	4,78	1,018	4,58	-
A	4,65b±0,02	1,015a±0,00	3,8b±0,04	-
B	4,51b±0,08	1,016a±0,00	4,0b±0,23	-
C	4,74b±0,04	1,015a±0,00	3,7b±0,14	-
D	4,14a±0,016	1,013b±0,00	3,4a±0,16	-
<b>Comparación con otros autores</b>				
Cerveza + mango	-	-	8,4 -9	(Correa y col., 2021)
Cervezas puras de malta	3,8 - 4,7	-	-	(Venturini y Cereda, 2001)
Cerveza + mango	-	1,011 - 1,013	-	(Gasínski y col., 2020)
Cerveza + Carambola	-	1,011 - 1,012	-	(Pal y col., 2022)
Cerveza + Chicozapote	-	-	6 - 6,25	(Santos y col., 2022)
Cerveza + Ciruela	3,8	-	-	(Fanari y col., 2019)
Cerveza + Arroz y Guanábana	-	-	5,8 - 7	(Alves y col., 2020)
Cerveza Pilsen	-	-	5,3 -6	(Leitão y Pereira, 2016)

Media ± desviación estándar. X=muestra sin agregado de fruta; A=muestra de guayaba; B=muestra de mango; C=muestra de carambola; D=muestra de ovo verde. Letras iguales en la misma columna no son significativas por la prueba de medias de Tukey ( $p < 0,05$ ), esto indica que, dentro de cada columna, los valores marcados con la misma letra (a, b) no presentan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey para la comparación de medias, con un nivel de significancia de  $p < 0,05$ .

En primer lugar, se consideró al pH para analizar su influencia en el proceso de la segunda fermentación y caracterizar la composición del producto final. Durante la fermentación secundaria, el pH de los frutos tuvo un impacto directo en las variaciones del pH de la cerveza. En efecto, con los resultados obtenidos se puede observar que las muestras tuvieron pH por debajo del pH de la cerveza, que en un inicio fue de 4,78. Sin embargo; cabe recalcar que la muestra C tuvo el mayor valor con 4,7 mientras que la menor fue la D con un valor de 4,14, mostrando valores no mayores a 4,7, siendo de fundamental importancia, ya que mantiene las muestras libres de microorganismos

patógenos, y evita una mayor contaminación (Hoffmann, 2001). Por otra parte, se observa una variación en la densidad de las muestras, la cual oscila entre 1,013 y 1,018 g/cm<sup>3</sup>. De manera destacada, la muestra X, que no contiene agregados de frutas, presenta la densidad más elevada.

Las muestras con agregados de frutas tienen valores de °Brix más bajos, que van desde 3,4 a 4,0, en comparación con la muestra X sin agregados de frutas, que tiene un valor de 4,58. Se confirmó además que no existen diferencias estadísticamente significativas en los grados Brix entre las muestras A, B, y C en comparación con la muestra D, como se evidencia en la Tabla 1.

La fenomenología de la elaboración de cerveza con aditivos frutales se revela en los parámetros fisicoquímicos presentados en la Tabla 1. La influencia de distintas frutas en el pH de la cerveza puede ser interpretada a través de su contenido intrínseco de ácidos orgánicos y azúcares naturales, los cuales alteran la acidez y la densidad del producto final.

Para una comprensión más profunda de los factores que influyen el pH, la densidad y el contenido en Brix de la cerveza, se realizaron análisis de varianza (ANOVA). Los detalles de estos análisis se presentan en las Tablas 2, 3 y 4 a continuación.

**Tabla 2.** ANOVA para el análisis de pH

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado medio</i>	<i>F</i>
Entre las muestras	0,838	3	0,279	32,822
Dentro de las muestras	0,102080555	12	0,008506713	-
Total	0,939699305	15	-	-

**Tabla 3.** ANOVA para el análisis de la densidad

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado medio</i>	<i>F</i>
Entre las muestras	0,000	3	0,000	7,324
Dentro de las muestras	4,80555E-06	12	4,00462E-07	-
Total	1,36042E-05	15	-	-

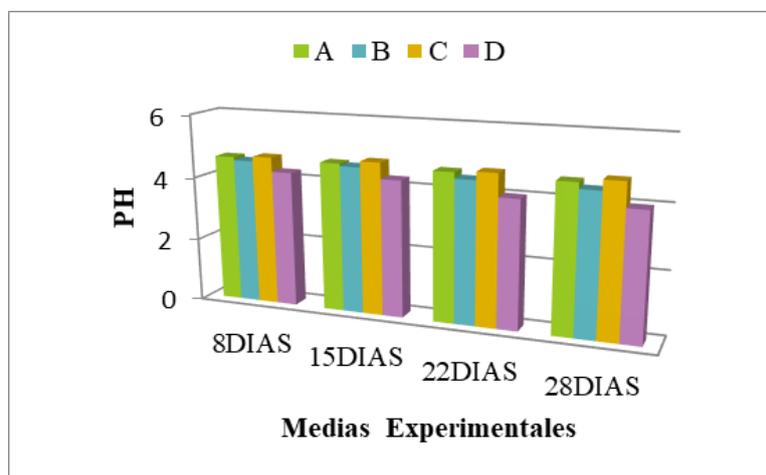
**Tabla 4.** ANOVA para el análisis Brix

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado medio</i>	<i>F</i>
Entre las muestras	0,558	3	0,186	7,262
Dentro de las muestras	0,307491666	12	0,025624306	-
Total	0,865715978	15	-	-

Los cálculos ANOVA mostrados anteriormente indican que el análisis de pH demuestra un impacto significativo de las frutas, con una variabilidad mucho mayor entre las muestras en comparación con la variabilidad interna, lo que indica que las diferencias

son atribuibles a las frutas añadidas. En cuanto a la densidad, aunque hay diferencias significativas, estas son relativamente menores, sugiriendo una influencia menos pronunciada de las frutas en este aspecto. Finalmente, los grados Brix también muestran diferencias notables debido a la fermentación de los azúcares de las frutas, alterando este parámetro.

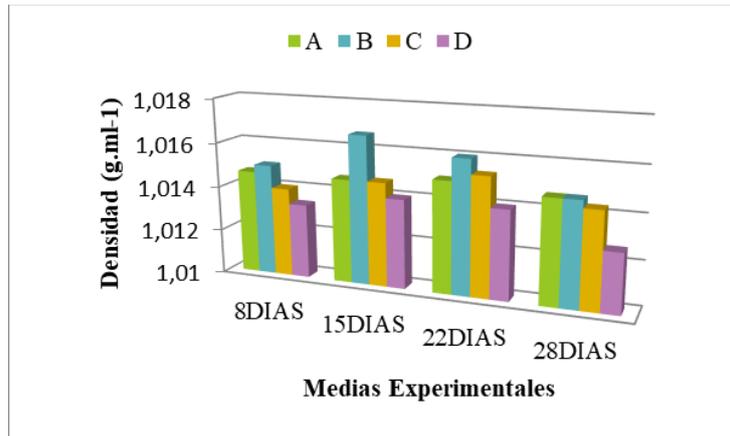
Como indica la Figura 1, en general, todas las muestras presentan valores de pH ligeramente inferiores al de la cerveza sin agregado de frutas. La muestra de A muestra una ligera disminución en el pH a lo largo del tiempo. A los ocho días, el pH es de 4,647, y disminuye gradualmente a 4,620 a los veintiocho días. La muestra B también presenta una disminución en el pH a medida que avanza el tiempo. Por otra parte, la C tiene valores ligeramente superiores a las otras muestras en todos los periodos de tiempo. El pH inicial a los ocho días fue 4,704, y se mantiene relativamente estable alrededor de 4,720 a los veintidós y veintiocho días. Cabe mencionar que la muestra D muestra un pH más bajo en todos los periodos de tiempo analizados. Con un valor de 4,267 a los ocho días, y disminuye progresivamente a 3,983 a los veintiocho días.



**Figura 1.** Evolución del pH promedio durante el periodo de fermentación para cada muestra.

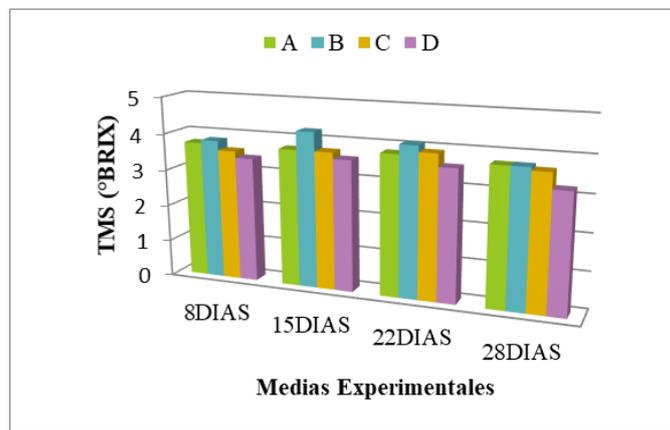
Leyenda: A = Muestra con guayaba; B = Muestra con mango; C = Muestra con carambola;  
D = Muestra con ovo verde

Los valores de densidad relativa en la Figura 2 durante los primeros ocho días, presentan similitud en cada una de las muestras estando cercanos a los 1,015 g/cm<sup>3</sup>. Además, mide directamente el grado Brix y el potencial de alcohol de la cerveza. Esto indica que la fermentación inicial ha tenido lugar y la mayoría de los azúcares fermentables se han convertido en alcohol y dióxido de carbono. A los quince días, se observaron diferencias significativas entre las muestras ( $p < 0,05$ ). Siendo la que mayor variación presentó la muestra B que alcanzó una densidad de 1,016 g/cm<sup>3</sup>. Estos valores sugieren que la adición de frutas puede haber estimulado una mayor fermentación, lo que se traduce en un mayor grado de alcohol.



**Figura 2.** Datos de las medias de densidad, obtenidas durante los días de fermentación de cada una de las muestras

En la Figura 3, se señalaron los valores de grados brix encontrados durante los 28 días de la segunda fermentación. Se observa que, a los ocho días, todas las muestras con agregados de frutas tienen un grado brix inferior al de la muestra sin frutas, esto indica que la adición de frutas puede haber disminuido el contenido de azúcares en la cerveza.



**Figura 3.** Datos de las medias de grado brix, obtenidas durante los días de fermentación de cada una de las muestras

A lo largo de los quince días, los grados B de las muestras con agregados mostraron variaciones. En algunas muestras se observa un aumento en el contenido de azúcares, esta adición en general puede estar relacionado con la fermentación de los azúcares presentes en las frutas. De acuerdo con los datos de la Tabla 1, los grados Brix obtenidos en las muestras A, B, C y D no muestran diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ). Esto sugiere que, a pesar del uso de diferentes frutas en las muestras, no se observó un impacto diferencial claro en los valores de Brix que pudiera atribuirse directamente a la variedad de fruta utilizada. Los valores oscilan entre 3,4 y 4,58 grados Brix, lo que indica una variación menor de la esperada y sugiere que otros factores podrían estar influyendo en el contenido de azúcar, tales como la concentración inicial de azúcares en las muestras o la eficiencia del proceso de fermentación. Es importante tener en cuenta que estas observaciones no son generales y pueden variar según las frutas utilizadas y condiciones específicas de fermentación.

### 3.2 Análisis sensorial

La Tabla 5 presenta el resultado de los atributos sensoriales promedio de las diferentes muestras de cervezas. La calidad de la cerveza regularmente se evalúa por su perfil sensorial. El análisis sensorial es el examen de los atributos de la cerveza mediante los sentidos (vista, olfato, gusto y tacto) obteniendo datos cuantificables y objetivos (Guerberoff y col., 2020). En el atributo sensorial “dulzura” no mostraron diferencias significativas entre muestras ( $p < 0,05$ ), cabe recalcar que, según las medias analizadas, la C se encuentra con un valor encima de los demás, mientras que la D con el valor más bajo.

**Tabla 5.** Valores promedio de aceptación de catadores para muestras de cerveza

<i>Muestra</i>	<i>Dulce</i>	<i>Amargo</i>	<i>Alcohol</i>	<i>Cuerpo</i>	<i>Frutado-esteroso</i>	<i>Color</i>
A	1,21a±0,12	3,35b±0,52	2,57c±0,57	2,9b±0,36	3,11b±0,76	5,42d±0,29
B	1,58a±0,68	3,22b±0,57	2,68c±0,39	2,86b±0,41	4,32c±0,38	5,24d±0,16
C	1,92a±0,00	3,28b±0,48	3,05c±0,41	2,9b±0,26	4,62c±0,69	5,58d±0,17
D	1,03a±0,34	3,92b±0,16	2,67c±0,65	2,75b±0,54	2,82b±0,63	4,92d±0,44

Media ± desviación estándar. A=muestra de guayaba; B=muestra de mango; C=muestra de carambola; D=muestra de ovo verde. Letras iguales en la misma columna no son significativas por la prueba de medias de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Una vez analizados los valores sensoriales en cada una de las variedades de cerveza, se establece que, en función del criterio de los catadores participantes en el estudio, la muestra D (ovo verde), fue la de menor agrado, debido a que la consideraron demasiado ácida por lo que al beberla no fue muy agradable su ingesta. También los catadores mencionaron, según su percepción, que la cerveza con mayor alcohol fue la de la muestra A (guayaba), aunque en función de la densidad, la de mayor grado de alcohol fue la muestra D.

En investigaciones complementarias, como la realizada por Marín y col., (2021), se llevaron a cabo pruebas organolépticas en cervezas de frutas. Estas cervezas se obtuvieron mediante la adición de mostos de uva Lambrusco en diferentes concentraciones (5,10, y 20%). Este agregado, según ellos, impactó significativamente tanto en los descriptores olfativos como gustativos, siendo descrito como más astringente, afrutado y ácido.

En la Figura 4, se observa que todas las muestras tienen un perfil dulce bajo y un perfil amargo moderado. Las muestras A, B y C tienen un cuerpo y alcohol moderados, mientras que la muestra D tiene un cuerpo bajo y un contenido de alcohol moderado. En cuanto al sabor frutado-esteroso, todas las muestras con agregados de frutas tienen valores moderados a altos, siendo la muestra C la que tiene el valor más alto. En términos de color, todas las muestras tienen valores similares, con la muestra D siendo ligeramente más clara que las demás.

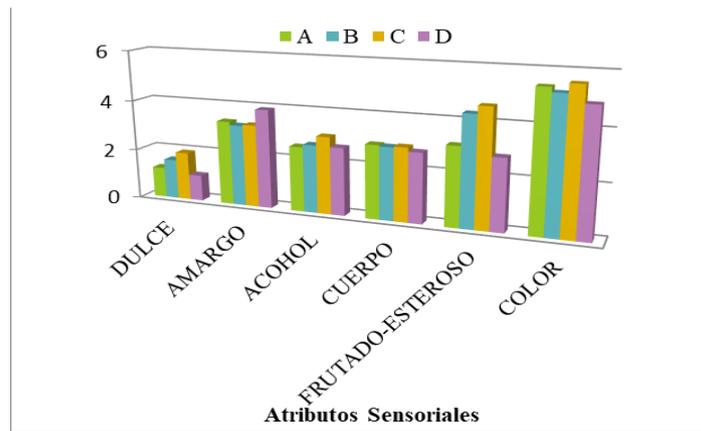


Figura 4. Resúmenes datos de las medias de los atributos sensoriales, para muestras de cerveza

#### 4. CONCLUSIONES

1. Las muestras de cerveza estaban dentro de los estándares establecidos por la norma INEN 2262, (2013), norma ecuatoriana que rige los parámetros físicos y químicos que debe cumplir la cerveza para ser considerada apta para el consumo humano.
2. En el análisis fisicoquímico las muestras cervezas varían poco de acuerdo con la densidad inicial que fue 1,018 g/cm<sup>3</sup> antes de los agregados, después de la segunda fermentación presentaron densidades relativas entre 1,013 g/cm<sup>3</sup> a 1,016 g/cm<sup>3</sup>.
3. Las medias de pH analizadas mostraron valores no mayores a 4,7, siendo de fundamental importancia, ya que, mantiene las muestras libres de microorganismos patógenos, y evita una mayor contaminación, y el análisis sensorial obtuvo valores entre 1,03-5,58 siendo un parámetro de bajo a medio para los atributos analizados en este trabajo.
4. La adición de frutas en la segunda fermentación de la cerveza demostró ser una alternativa viable puesto que, no provocó grandes variaciones en los parámetros fisicoquímicos.

#### REFERENCIAS

- Álvarez, Y.F., y Jaimes, N.F., Estandarización para la elaboración de una cerveza artesanal a partir de la fermentación del arroz y la malta, teniendo como base inicial e innovador el cristal de la sábila., Trabajo de grado para optar el título de profesional en producción agroindustrial, Carrera Agroindustrial en la Universidad Industrial de Santander, Colombia, 2019, pp. 1-68. <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/094aa937-f0ba-4387-ac29-1a8ebb62b8a2/content>
- Alves, M.D.M., Rosa, M.D.S., Santos, P.P.A.D., Paz, M.F.D., Morato, P.N., & Fuzinato, M.M., Artisanal beer production and evaluation adding rice flakes and soursop pulp (*Annona muricata* L.), Food Science and Technology, Vol. 40, No. 2, 2020, pp. 545-549. <https://doi.org/10.1590/fst.36119>
- Burini, J.A., Eizaguirre, J.I., Loviso, C., y Libkinda, D., Levaduras no convencionales como herramientas de innovación y diferenciación en la producción de cerveza.,

- Revista Argentina de Microbiología (AAM), Vol. 53, No. 4, 2021, pp. 359-377.  
<https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.01.003>
- Correa, J., Muñoz, I.A., Núñez, J.B., Melgar, C.B., & Herrera, Y.M., Implementación de pulpa de mango en la elaboración de una cerveza artesanal. RIC, Vol. 6, N.º 4, 2021, pp. 123-127. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v6.0.3136>
- Da Cunha, A.C., Drumond, N., Barcia, M.T., Sautter, C.K., & Ballus, C.A., Production and characterization of craft beers with different additions of native fruits and agro-industrial residues: a review., *Ciência Rural*, Vol. 53, No. 9, 2023, pp. 1-11.  
<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20220194>
- Dos Santos, D.R.N., Bilac, C.A., Barbosa, T.M., & Orsi, D.C., Physicochemical characterization of craft beers produced with passion fruit (*Passiflora edulis* Sims)., *Journal of Experimental Agriculture International*, Vol. 44, No. 2, 2022, pp. 16-23.  
<https://doi.org/10.9734/jeai/2022/v44i230794>
- Fanari, M., Forteschi, M., Sanna, M., Piu, P.P., Porcu, M.C., D'hallewin, G., Secchi, N., Zinellu, M., & Pretti, L., Pilot plant production of craft fruit beer using Ohmic-treated fruit puree., *Journal of Food Processing and Preservation*, Vol. 44, No. 2, 2019, pp. 1-8. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14339>
- Gasínski, A., Kawa-Rygielska, J., Szumny, A., Czubaszek, A., Gąsior, J., & Pietrzak, W., Volatile compounds content, physicochemical parameters, and antioxidant activity of beers with addition of mango fruit (*Mangifera Indica*)., *Molecules*, Vol. 25, No. 13, 2020, pp. 1-14. <https://doi.org/10.3390/molecules25133033>
- Guerberoff, G.K., Marchesino, M.A., López, P.L., & Olmedo, R.H., El perfil sensorial de la cerveza como criterio de calidad y aceptación., *Nexo Agropecuario*, Vol. 8, No. 1, 2020, pp. 52-59. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/nexoagro/article/view/28926>
- Hoffmann, F.L., Higiene: fatores limitantes à proliferação de micro-organismos em alimentos., *Brasil Alimentos*, Vol. 9, 2001, pp. 23-30.  
<https://scholar.google.com.br/citations?user=4SvFFkcAAAAJ&hl=pt-BR>
- Leitão, A.M., & Pereira, F., Avaliação físico-química de cerveja tipo pilsen, de diferentes grupos cervejeiros, comercializadas em Itaqui., rs. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, Vol. 8, No. 2, 2016.  
<https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/91059>
- Lemoine, M.L., Fontana, U., Hurtado, J.B., Pintos, F.M., Arena, M.E., Vicente, A.R., & Rodon, L.M., Wild barberry fruit (*Berberis microphylla* G. Forst.) as a natural ingredient for beer brewing., *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, Vol. 37, No. 3, 2021, pp. 313-324. <https://doi.org/10.29393/CHJAAS37-32WBML70032>
- Marín, A.C., Baris, F., Romanini, E., Lambri, M., Montevecchi, G., & Chinnici, F., Physico-chemical and sensory characterization of a fruit beer obtained with the addition of Cv., *Lambrusco Grapes Must. Beverages*, Vol. 7, No. 2, 2021, pp. 1-18.  
<https://doi.org/10.3390/beverages7020034>
- Nogueira, O.H.C., y Mora, R.G.U., Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de cerveza artesanal., Tesis presentada en opción al Grado en Ingeniería Industrial, Carrera Ingeniería Industrial en la Universidad de Lima, Perú, 2021. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/14319>
- NTE INEN 2262. Bebidas Alcohólicas. Cerveza, Requisitos, Servicio Ecuatoriano de
-

- Normalización., Noviembre 2013. <https://www.normalizacion.gob.ec/>
- Pal, H., Kaur, R., Kumar, P., Nehra, M., Rawat, K., Grover, N., Tokusoglu, O., Sarao, L.K., Kaur, S., Malik, T., Singh, A., & Swami, R., Process parameter optimization for development of beer: Star fruit fortified approach., *Journal of Food Processing and Preservation*, Vol. 46, No. 10, 2022, pp. 1-8. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15838>
- Pereira, I.M.C., Matos Neto, J.D., Figueiredo, R.W., Carvalho, J.D.G., Figueiredo, E.A.T. de, Menezes, N.V.S., & Gaban, S.V.F., Physicochemical characterization, antioxidant activity, and sensory analysis of beers brewed with cashew peduncle (*Anacardium occidentale*) and orange peel (*Citrus sinensis*)., *Food Science and Technology*, Vol. 40, No. 3, 2020, pp. 749-755. <https://doi.org/10.1590/fst.17319>
- Sannino, C., Mezzasoma, A., Buzzini, P., & Turchetti, B., Non-conventional yeasts for producing alternative beers., *Springer Nature Switzerland AG*, Vol. 11, 2019, pp. 361-388. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-21110-3\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-21110-3_11)
- Santos, D.R.N.D., Bilac, C.A., Bonifácio, K.F., Silva, J.D.C., Gris, E.F., Barreto, L.C.L.D.S., & Orsi, D.C., Production and physicochemical characterization of craft beers with sapodilla fruit (*Manilkara Sapota L.*)., *JAFMS*, Vol. 1, No. 1, 2022, pp. 1-6. <https://manuscriptscientific.com/article/5/journal-of-agriculture-and-forest-meteorology-studies/103/1>
- Strong, G., & England, K., Beer style guidelines. Beer judge certification program (BJCP)., 2021, pp. 1-68. <https://www.bjcp.org/download/>
- Venturini, W.G.F.O., & Cereda, M.P., Cerveja. En: *Biotecnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos.*, Vol. 4, Editorial Blucher, 2001, pp. 91-144.
- Villacreces, S., Blanco, C.A., & Caballero, I., Developments and characteristics of craft beer production processes., *Food Bioscience*, Vol. 45, 2022, 101495. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101495>

## **CONFLICTO DE INTERÉS**

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

## **CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES**

- Estud. Medine Bazelais. Investigación, metodología, análisis formal, software, redacción - primera redacción, redacción - revisión y edición.
  - Estud. Gema Angélica Aguaiza Anchundia. Metodología, análisis formal, redacción - primera redacción, redacción - revisión y edición.
  - M.Sc. Diego Roberto Munizaga Párraga. Visualización, supervisión, metodología, validación.
  - M.Sc. Gabriel Alfonso Burgos Briones. Visualización, validación.
  - Dr.C. Ulbio Eduardo Alcívar Cedeño. Gestión de proyectos, conceptualización, supervisión.
-