

Artículo Original

APLICACIÓN DE BASE CEREAL LOCAL (ZEA MAYS L. Y ORYZA SATIVA) EN PRODUCCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL

APPLICATION OF LOCAL CEREAL BASE (ZEA MAYS L. AND ORYZA SATIVA) IN CRAFT BEER PRODUCTION

Gema María García Paz¹ <https://orcid.org/0000-0003-0906-832X>
Cristhyan Antonio Lucas Rojas¹ <https://orcid.org/0000-0002-3469-3816>
Ulbio Eduardo Alcívar Cedeño² <https://orcid.org/0000-0001-7941-6401>
Carlos Alfredo Cedeño Palacios² <https://orcid.org/0000-0002-2698-9254>
Gabriel Alfonso Burgos Briones² <https://orcid.org/0000-0002-1291-4083>
Diego Roberto Munizaga Párraga^{3*} <https://orcid.org/0000-0002-4168-3747>

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

² Departamento de Procesos Químicos, Alimentos y Biotecnología, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

³ Instituto de Investigación, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

Recibido: Septiembre 18, 2023; Revisado: Septiembre 26, 2023; Aceptado: Octubre 10, 2023

RESUMEN

Introducción:

La cerveza es la bebida alcohólica más popular del mundo y el empleo de aditivos durante su elaboración pueden mejorar las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de la misma.

Objetivo:

Evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales de la cerveza artesanal mediante la aplicación de una base cereal de maíz y arroz para la sustitución de la malta.

Materiales y Métodos:

La base cereal (maíz y arroz) se adquirió en el mercado local del cantón Portoviejo, provincia de Manabí y se realizaron dos muestras T1 y T2 comparadas con una muestra control en la cual, se determinaron los parámetros fisicoquímicos como densidad, pH y contenido alcohólico y la determinación sensorial de las muestras se realizó mediante 27 panelistas no entrenados.



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



Resultados y Discusión:

Se encontraron diferencias significativas en la densidad y en el contenido alcohólico siendo la muestra T2 la que obtuvo mejores resultados en el aspecto sensorial siendo la preferida por los panelistas encuestados.

Conclusiones:

La valoración global de la muestra B, indica que fue considerada de mayor calidad y preferencia en comparación con la muestra A. Estos resultados resaltan la importancia de la innovación en la industria cervecera, ya que la inclusión de ingredientes locales puede no solo mejorar el perfil de sabor de la cerveza, sino también contribuir a la promoción de productos locales y sostenibles.

Palabras clave: análisis fisicoquímico; artesanal; base cereal; cerveza; evaluación sensorial.

ABSTRACT

Introduction:

Beer is the most popular alcoholic beverage in the world and the use of additives during its production can improve its physicochemical and organoleptic properties.

Objective:

To evaluate the physicochemical and sensory characteristics of craft beer by applying a corn and rice cereal base for malt substitution.

Materials and Methods:

The cereal base (corn and rice) was purchased in the local market of the Portoviejo canton, province of Manabí and two samples, T1 and T2, were made compared with a control sample in which the physicochemical parameters such as density, pH and alcohol content were determined and the sensory determination of the samples was carried out by 27 untrained panelists.

Results and Discussion:

Significant differences were found in density and alcoholic content, with sample T2 being the one that obtained the best results in the sensory aspect, being the one preferred by the panelists surveyed.

Conclusions:

The overall assessment of sample B indicates that it was considered to be of higher quality and preference compared to sample A. These results highlight the importance of innovation in the beer industry, since the inclusion of local ingredients can not only improve the flavor profile of beer, but also contribute to the promotion of local and sustainable products.

Keywords: physicochemical analysis; craft; cereal base; beer; sensory evaluation.

1. INTRODUCCIÓN

La cerveza es una bebida fermentada resultante del mosto de cerveza, preparada mediante la maceración de la malta y la adición de lúpulo. Es la tercera bebida más popular del mundo después del agua y del té (Anderson y col., 2019).

La elaboración de cerveza consta de las siguientes etapas: secado de grano, malteado, molienda, producción de mosto, lupulado, fermentación, maduración y embotellado (Kucharczyk y Tuszyński, 2018).

En relación a las propiedades sensoriales, el origen del sabor de la cerveza radica en la presencia de compuestos provenientes de la materia prima y de los generados en las diferentes etapas de producción (Olaniran y col., 2017).

El tipo y la cantidad de aromas dependen en gran medida de la variedad de lúpulo y el momento de la adición, por lo tanto, contribuye a la gran variabilidad en los perfiles aromáticos de la cerveza. Las cervezas artesanales se caracterizan por una mayor complejidad de sabor y olores en comparación con las industriales (Medoro y col., 2016).

El uso de aditivos complementarios en la industria alimentaria cumple con la finalidad de mejorar la calidad fisicoquímica, características sensoriales, dinamizar el sistema productivo y en ocasiones alargar la vida útil de un producto (Suarez-Diéguez y col., 2014). En la industria cervecera, los compuestos provenientes de cada materia prima seleccionada y los compuestos generados durante las diferentes etapas del proceso productivo de la cerveza diferencian una cerveza de otra en base a sus características fisicoquímicas y su percepción sensorial en los consumidores (Olaniran y col., 2017).

En el desarrollo e investigación de nuevos alimentos, el análisis de calidad de parámetros fisicoquímicos y sensoriales son de suma importancia para la aceptación de los productos en el mercado (Pantoja y Aguirre, 2022; Olivas-Gastélum y col., 2009). El objetivo de esta investigación radicó en evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales de la cerveza artesanal mediante la aplicación de una base cereal de maíz y arroz para la sustitución de la malta.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materiales.

Para la elaboración de la cerveza se utilizaron: malta tipo pilsen/pale ale (Castle Malting S.A); lúpulo tipo EKG (East Kent Goldings); levadura tipo Kveik (Kveik Boss). La base cereal (maíz y arroz) se adquirió en el mercado local del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador.

2.2 Base cereal local complementaria

Se realizó la adición de arroz, maíz, avena como complemento a la malta tradicional y se obtuvieron 50 litros de dos cervezas de tipo Tripel Belgian (T1 y T2) y una de referencia (control), las proporciones se muestran en las tablas 1,2 y 3.

Tabla 1. Cerveza Tripel Belgian 1

| <i>Materia Prima</i> | <i>Cantidad (kg)</i> | <i>% peso</i> |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Pilsen | 9,35 | 55% |
| Maíz | 2,89 | 17% |
| Roasted Barley | 0,85 | 5% |
| Avena | 2,21 | 13% |
| Arroz | 1,70 | 10% |

Tabla 2. Cerveza Tripel Belgian 2

| <i>Materia Prima</i> | <i>Cantidad (kg)</i> | <i>% peso</i> |
|----------------------|----------------------|---------------|
| Pilsen | 9,35 | 55% |
| Maíz | 2,89 | 17% |
| Roasted Barley | 0,85 | 5% |
| Arroz | 3,81 | 23% |

Tabla 3. Cerveza Tripel Belgian de referencia

| <i>Materia Prima</i> | <i>Cantidad (kg)</i> | <i>% peso</i> |
|----------------------|----------------------|---------------|
| Pilsen | 9,35 | 55% |
| Trigo | 2,89 | 17% |
| Roasted Barley | 0,85 | 5% |
| Avena | 1 | 6% |
| Arroz | 2,82 | 17% |

2.3 Determinación de pH

La determinación del pH se realizó de acuerdo al instituto de normalización ecuatoriano en su norma NTE INEN 2 325:2002 (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2002). Se coloca en un vaso de precipitación aproximadamente 100 cm³ de muestra desgasificada y atemperada. Luego se introducen los electrodos del potenciómetro digital (Oakton pH700), se agita la muestra y se procede a leer el pH.

2.4 Determinación del grado alcohólico

La determinación del grado alcohólico se realizó por el método densímetro, el cual consiste en utilizar un alcoholímetro, para lo cual se desgasifica la muestra y se procede a introducir el alcoholímetro directamente en la muestra y se obtiene el grado alcohólico directamente sobre la muestra.

2.5 Determinación de densidad

La densidad fue determinada con un densímetro de alta precisión (Brewmaster) calibrado a 20°C, con una escala de 1,000 a 1,100. Para lo cual se procede a tomar una muestra previamente desgasificada, filtrada atemperada sobre una probeta de 500 mL, se sumerge el densímetro y se procedió a tomar la lectura. Las muestras fueron tomadas en las etapas siguientes: macerado, cocción, fermentación, madurado.

2.6 Aspectos sensoriales

La determinación sensorial de la cerveza elaborada con una base cereal local contó con 27 panelistas no entrenados. Se evaluaron las siguientes características: Dulce, amargo, alcohol, cuerpo, frutado-esteroso, di acetilo, sour-ácido, DMS, color, lúpulo. En una escala del 1 al 10 donde 1 es bajo y 10 es alto.

2.7 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se realizó utilizando el software Minitab 20.3. Se utilizó la prueba de Dunnet para los parámetros fisicoquímicos y el coeficiente de correlación de Pearson para los aspectos sensoriales de las muestras.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 pH

Los valores de pH entre la muestra y el control (tabla 4), aplicando la prueba de Dunnett (tabla 5), entre los tratamientos y el control no difieren de manera significativa ($p > 0,05$), por lo cual, la adición de la base cereal local no modifica este parámetro. Los datos obtenidos de pH cumplen parcialmente los requisitos de la NTE INEN 2262, siendo solo T1 el que se encuentra dentro del rango de 3,5 a 4,8 que establece la normativa.

Tabla 4. Determinación de pH de las muestras y el control

| <i>Muestras</i> | <i>pH</i> |
|-----------------|-------------|
| Control | 5,4 ± 0,04 |
| T1 | 4,78 ± 0,30 |
| T2 | 5,03 ± 0,08 |

Kawa-Rygielska y col., (2021) en su estudio determinaron que las cervezas artesanales obtenidas utilizando levaduras de tipo Kveik tienden a tener un pH entre 4,5 a 5,17. Como explican Guzmán-Ortiz y col., (2019), en estudio las cervezas que se han fermentado con *Sacharomyces cerevisiae* tienen pH entre 4 y 5.

Tabla 5. Pruebas simultáneas de Dunnett para la media de nivel – Media de control

| <i>Diferencia de niveles</i> | <i>Diferencia de las medias</i> | <i>EE de diferencia</i> | <i>IC de 95%</i> | <i>Valor T</i> | <i>Valor p ajustado</i> |
|------------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------|----------------|-------------------------|
| T1 - Control | -0,290 | 0,251 | (-0,947; 0,367) | -1,15 | 0,439 |
| T2 - Control | -0,245 | 0,251 | (-0,902; 0,412) | -0,97 | 0,543 |

Nivel de confianza individual = 97,19%

3.2 Alcohol

Las diferencias entre el contenido de alcohol (GL°) de las muestras y el control se muestran en la tabla 6, siendo T2 con 6,52 el que difiere de los demás con un porcentaje menor de alcohol para el control y T1 8,74 y 9,8 respectivamente. Se observa que existen diferencias significativas $p < 0,05$ y esto puede atribuirse al contenido mayor de azúcares fermentables, por la avena presente en el control y T1. Guzmán-Ortiz y col., (2019), obtuvieron valores de 6,73 % (v/v) de alcohol en la cerveza artesanal utilizando una nueva variedad de cebada. De igual manera Viteri y col., (2022), obtuvieron un grado alcohólico de 6,66 en la cerveza tipo Ale con infusión deshidratada de Jamaica. Lo que coincide con los resultados obtenidos y demuestra que las cervezas artesanales tienden a ser bebidas con un alto grado alcohólico, en comparación con las cervezas industriales que tienen un rango de 3-5 % (v/v).

Tabla 6. Contenido de alcohol

| <i>Muestras</i> | <i>Contenido de alcohol (*GL)</i> |
|-----------------|-----------------------------------|
| Control | 8,73 |
| T1 | 9,82 |
| T2 | 6,52 |

3.3 Densidad

Las densidades durante las etapas de macerado, cocción, fermentación y madurado, se muestran en la tabla 7 y se encontraron diferencias significativas $p < 0,05$ entre las muestras y las operaciones mencionadas anteriormente, tal y como se muestra en la tabla 8 de acuerdo al análisis de varianza.

Tabla 7. Densidades de las muestras y el control

| <i>Muestra</i> | <i>Macerado (g/L)</i> | <i>Cocción (g/L)</i> | <i>Fermentación (g/L)</i> | <i>Madurado (g/L)</i> |
|----------------|-----------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|
| T1 | 1,04 ± 0,00120 | 1,04 ± 0,00088 | 1,01 ± 0,00353 | 1,01 ± 0,00120 |
| T2 | 1,03 ± 0,00533 | 1,03 ± 0,00800 | 1,01 ± 0,00115 | 1,01 ± 0,00115 |
| Control | 1,04 ± 0,00058 | 1,04 ± 0,00088 | 1,02 ± 0,00067 | 1,02 ± 0,00115 |

Tabla 8. Análisis de varianza

| <i>Fuente</i> | <i>GL</i> | <i>SC Ajust.</i> | <i>MC Ajust.</i> | <i>Valor F</i> | <i>Valor p</i> |
|-------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Muestra | 2 | 0,000238 | 0,000119 | 4,16 | 0,028 |
| Operación | 3 | 0,004935 | 0,001645 | 57,66 | 0,000 |
| Muestra*operación | 6 | 0,000438 | 0,000073 | 2,56 | 0,046 |
| Error | 24 | 0,000685 | 0,000029 | - | - |
| Total | 35 | 0,006296 | - | - | - |

De acuerdo a las comparaciones realizadas por el método de Tukey con una confianza del 95% y como se puede observar en la tabla 9, existe diferencias significativas entre el control y la muestra B (T1).

En la tabla 9 y 10 se observan las comparaciones por el método de Tukey de las etapas de los procesos en los que se realizaron las mediciones de densidad y se determinó que existen diferencias significativas entre Macerado-Cocción y Fermentación-Madurado.

Tabla 9. Prueba de Tukey – Comparación de densidad de las muestras

| <i>Muestra</i> | <i>N</i> | <i>Media</i> | <i>Agrupación</i> | |
|----------------|----------|--------------|-------------------|---|
| Control | 12 | 1,02783 | A | |
| A | 12 | 1,02583 | A | B |
| B | 12 | 1,02167 | | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 10. Prueba de Tukey – Comparación densidad según operación

| <i>Operación</i> | <i>N</i> | <i>Media</i> | <i>Agrupación</i> | |
|------------------|----------|--------------|-------------------|--|
| Macerado | 9 | 1,03811 | A | |
| Cocción | 9 | 1,03533 | A | |

| | | | | |
|--------------|---|---------|--|---|
| Fermentación | 9 | 1,01511 | | B |
| Madurado | 9 | 1,01189 | | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

3.4 Aspectos sensoriales

Las correlaciones de Pearson entre las diferentes características tomadas en cuenta para los panelistas se muestran en la tabla 11, donde el rojo indica una correlación más baja y el verde la más alta correlación. Se destaca una correlación entre el amargo y el alcohol de 0,62, generalmente el amargo si está relacionado con el alcohol, por lo cual si corresponde la correlación, así mismo una correlación de 0,604 entre el lúpulo y el amargo, siendo que el lúpulo es aquel que le brinda aroma y amargor a la cerveza; también destaca una correlación de 0,504 entre el color y el cuerpo, el color es un aspecto visual bastante importante para el consumidor por lo que puede influir en la percepción del cuerpo de la cerveza.

Tabla 11. Correlaciones entre las categorías evaluadas

| | <i>Dulce</i> | <i>Amargo</i> | <i>Alcohol</i> | <i>Cuerpo</i> | <i>Frutado-Esteroso</i> |
|------------------|--------------|---------------|----------------|---------------|-------------------------|
| Amargo | 0,138 | | | | |
| Alcohol | 0,232 | 0,621 | | | |
| Cuerpo | 0,225 | 0,421 | 0,434 | | |
| Frutado-Esteroso | -0,067 | 0,057 | 0,209 | 0,068 | |
| Diacetilo | 0,312 | 0,3 | 0,313 | 0,046 | 0,292 |
| Sour-acido | 0,023 | 0,352 | 0,278 | 0,01 | 0,464 |
| DMS | -0,02 | 0,268 | 0,053 | 0,184 | 0,238 |
| Color | 0,035 | 0,296 | 0,329 | 0,504 | -0,098 |
| Lúpulo | 0,184 | 0,604 | 0,519 | 0,403 | 0,237 |

| | <i>Diacetilo</i> | <i>Sour-ácido</i> | <i>DMS</i> | <i>Color</i> |
|------------------|------------------|-------------------|------------|--------------|
| Amargo | 0,398 | | | |
| Alcohol | 0,192 | 0,179 | | |
| Cuerpo | 0,097 | 0,167 | -0,09 | |
| Frutado-Esteroso | 0,424 | 0,493 | 0,193 | 0,539 |

En las figuras 1 y 2 se muestra las correlaciones por cada una de las muestras, en las cuales se observa que la muestra A posee una correlación entre el dulce y lúpulo de 0,64 y en la muestra B la correlación entre amargo y alcohol con 0,64.

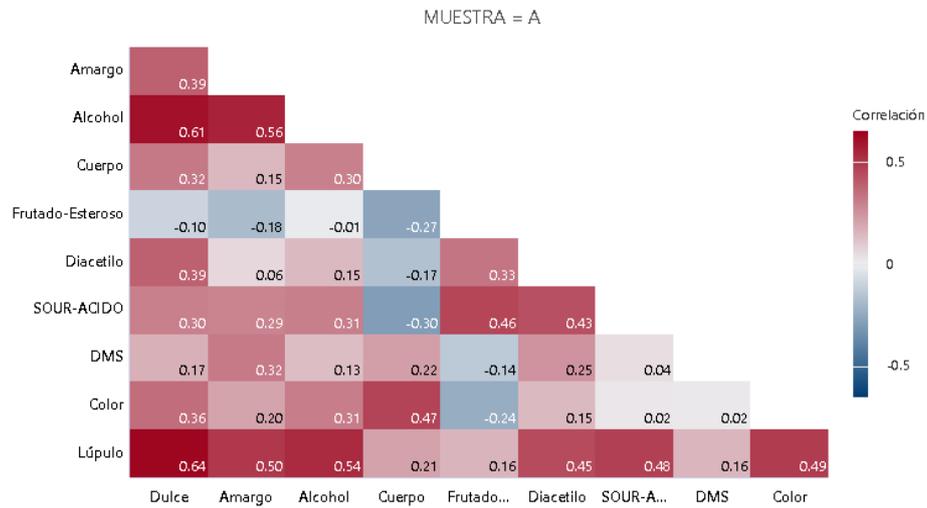


Figura 1. Correlograma de las características evaluadas por los panelistas en la muestra A

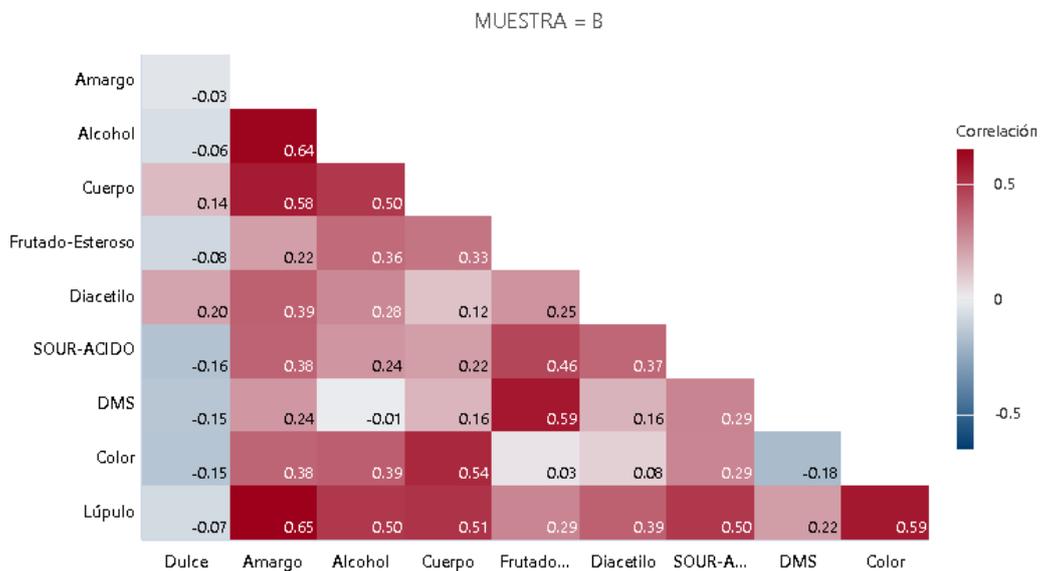


Figura 2. Correlograma de las características evaluadas por los panelistas en la muestra B

La figura 3, indica que la muestra B de cerveza obtuvo la más alta valoración global con un valor de 4,096, lo que indica que los panelistas consideran mejor opción a la muestra B. Estos resultados sugieren que la muestra B posee características sensoriales más atractivas y satisfactorias en términos de sabor, aroma y apariencia. Es probable que haya exhibido un equilibrio armonioso de sabores, una gama de aromas agradables y una apariencia visual más atractiva en comparación con la muestra A. Estas características pueden haber influido en la percepción positiva de la muestra B por parte de los panelistas. Es importante destacar que este análisis se basa únicamente en los resultados de la evaluación sensorial y no aborda otros aspectos relevantes, como el perfil nutricional, el precio o la disponibilidad de las muestras de cerveza. Por lo tanto, se recomienda realizar estudios adicionales que integren diferentes perspectivas y consideren aspectos complementarios para obtener una comprensión más completa y sólida de las preferencias y elecciones del consumidor en el contexto de la cerveza.

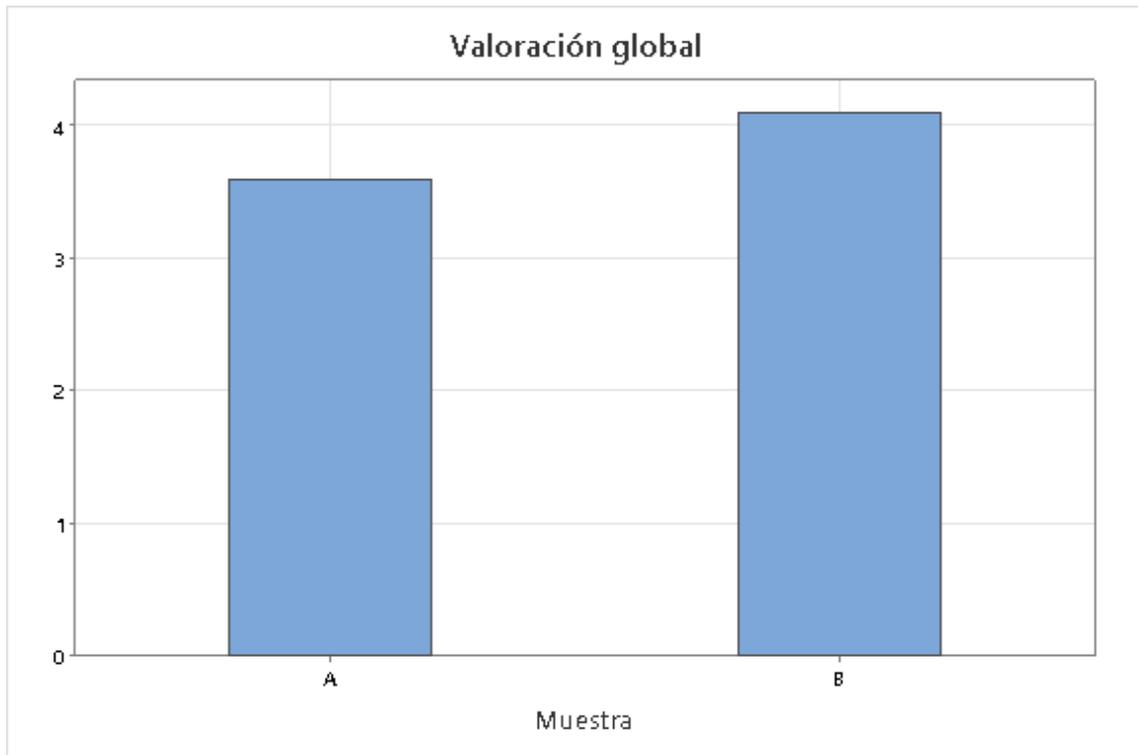


Figura 3. Media de la valoración global de los panelistas por tratamiento

4. CONCLUSIONES

La valoración global de la muestra B, indica que fue considerada de mayor calidad y preferencia en comparación con la muestra A. Estos resultados resaltan la importancia de la innovación en la industria cervecera, ya que la inclusión de ingredientes locales puede no solo mejorar el perfil de sabor de la cerveza, sino también contribuir a la promoción de productos locales y sostenibles.

REFERENCIAS

- Anderson, H., Santos, I., Hildenbrand, Z., & Schug, K., A review of the analytical methods used for beer ingredient and finished product analysis and quality control., *Analytica Chimica Acta.*, Vol. 1085, No. 1, 2019, pp. 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2019.07.061>
- Guzmán-Ortiz, F.A., Soto-Carrasquel, A., López-Perea, P., y Román-Gutiérrez, A.D., Valoración y uso de una nueva variedad de cebada para elaboración de cerveza artesanal., *Ingeniería agrícola y biosistemas*, Vol. 1, No. 11, 2019, pp. 81-95. <https://doi.org/10.5154/r.inagbi.2018.01.001>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización., NTE INEN 2 325:2002., *Bebidas alcohólicas. Cerveza, Determinación de pH*, INEN, 2002. <https://www.normalizacion.gob.ec/inen-fortalece-la-infraestructura-de-la-calidad-a-traves-de-acercamientos-con-entidades-internacionales-2/>
- Kawa-Rygielska, J., Adamenko, K., Pietrzak, W., Paszkot, J., Głowacki, A., Gasiński, A., & Leszczynski, P., The potential of traditional norwegian KVEIK yeast for brewing novel beer on the example of foreign extra stout., *Biomolecules*, Vol. 11, No. 12, 2021, pp. 1-16. <https://doi.org/10.3390/biom11121778>
-

- Kucharczyk, K., & Tuszyński, T., The effect of temperature on fermentation and beer volatiles at an industrial scale., *Journal of The Institute of Brewing*, Vol. 124, No. 3, 2018, pp. 230-235. <https://doi.org/10.1002/jib.491>
- Medoro, C., Cianciabella, M., Camilli, F., Magli, M., Gatti, E., & Predieri, S., Sensory profile of italian craft beers, beer taster expert versus sensory methods: A comparative study., *Food and Nutrition Sciences*, Vol. 7, No. 6, 2016, pp. 454-465. <https://doi.org/10.4236/fns.2016.76047>
- Olaniran, A.O., Hiralal, L., Mokoena, M.P., & Pillay, B., Flavour-active volatile compounds in beer: production, regulation and control., *Journal of The Institute of Brewing*, Vol. 123, No. 1, 2017, pp. 13-23. <https://doi.org/10.1002/jib.389>
- Olivas-Gastélum, R., Olivas-Gastélum, M., y Nevárez-Moorillón, G., Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de los alimentos., *Tecnociencia Chihuahua*, Vol. 3, No. 1, 2009, pp. 1-7. <https://vocero.uach.mx/index.php/tecnociencia/article/view/735>
- Pantoja, L., y Aguirre, E., Optimización de la formulación de la conserva de anchoveta (*Engraulis ringens J.*) en salsa tipo gourmet por evaluación sensorial., *Llamkasun*, Vol. 3, No. 2, 2022, pp. 85-99. <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v3i2.108>
- Suarez-Diéguez, T., González- Escalante, E., Reséndiz- Martínez, Y., y Sánchez-Martínez, D., La importancia de los aditivos alimentarios en los alimentos industrializados., *Educación y Salud, Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, Vol. 2, No. 4, 2014, pp. 1-5. <https://doi.org/10.29057/icsa.v2i4.752>
- Viteri, J.G., Párraga, R.C., García, J.J., Barre, R.L., y Romero, J.P., Calidad fisicoquímica 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. <https://doi.org/10.57188/manglar.2022.042>

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

- Estud. Gema María García Paz. Redacción - revisión y edición, investigación, metodología.
 - Estud. Cristhyan Antonio Lucas Rojas. Redacción – revisión y edición, investigación, metodología.
 - Dr.C. Ulbio Eduardo Alcívar Cedeño. Conceptualización y supervisión.
 - Dr.C. Carlos Alfredo Cedeño Palacios. Validación.
 - M.Sc. Gabriel Alfonso Burgos Briones. Metodología.
 - M.Sc. Diego Roberto Munizaga Párraga. Gestión de proyectos, conceptualización, supervisión.
-