



## Cerveza artesanal con inclusión de maíz, pulpa de piña (*Ananas comosus*) y esencia de coco (*Cocos nucifera*): Propiedades tecnológicas y sensoriales

Craft beer with corn inclusion, pineapple (*Ananas comosus*) pulp and coconut (*Cocos nucifera*) essence: Technological and sensory properties

Paola Solórzano-García<sup>1</sup>; Jhonnatan Aldas-Morejon<sup>2\*</sup>; Karol Revilla-Escobar<sup>2</sup>;  
Andrea Cortez-Espinoza<sup>1</sup>; Cecilia Párraga Álava<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, Universidad Nacional del Cuyo, Mendoza, Argentina

<sup>4</sup> Departamento Procesos Agroindustriales - Facultad Ciencias Zootécnicas - Universidad Técnica de Manabí, Chone, Manabí

ORCID de los autores

P. Solórzano-García: <https://orcid.org/0009-0003-4700-1967>

J. Aldas-Morejon: <https://orcid.org/0000-0003-3592-0563>

K. Revilla-Escobar: <https://orcid.org/0000-0002-8734-1216>

A. Cortez-Espinoza: <https://orcid.org/0009-0008-3241-6824>

C. Párraga Álava: <https://orcid.org/0000-0003-1546-111X>

### RESUMEN

La cerveza artesanal es de vital importancia ya que es creada con ingredientes naturales, proviene desde tiempo antiguos conocida en gran parte del mundo por su variedad de sabor y su excelente calidad. Por ello el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo elaborar cerveza artesanal con inclusión de maíz, pulpa de piña (*A. comosus*) y esencia de coco (*C. nucifera*) y su evaluación de las propiedades tecnológicas y sensoriales. Se empleó un Diseño Factorial A\*B+1, donde se evaluaron mezclas de cereales (cebada y maíz) y mezclas de saborizantes (pulpa de piña y esencia de coco). Como se resultados se obtuvo diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre las medias de los tratamientos, determinando que el GT1 (75% cebada + 25% maíz + 2,5% pulpa de piña + 1% esencia de coco), presentó valores similares al tratamiento testigo con una acidez total de 0,20%; grados alcohólicos de 4,95% y un color por espectrofotometría de 7,05 SRM (Método de Referencia Estándar). Además, se situó con los mejores perfiles sensoriales, según las categorías evaluadas, con un aroma suave; sabor amargo moderado; coloración dorada característica de la muestra y un mayor nivel de aceptación. Es necesario mencionar que, la utilización de nuevas materias primas, como el maíz, que en Ecuador únicamente se aprovecha el 20% para la industria alimentaria, mediante la inclusión en la formulación de cervezas se incrementa la producción y consumo de este grano, promoviendo así, nuevas alternativas que contribuyen al sector socioeconómico del país.

**Palabras clave:** bebida alcohólica; tratamientos; inclusión; catación; calidad.

### ABSTRACT

Craft beer is of vital importance because it is brewed with natural ingredients and has been known worldwide for its variety of flavour and excellent quality since ancient times. Therefore, the aim of this research work was to brew craft beer with the inclusion of corn, pineapple pulp (*A. comosus*) and coconut essence (*C. nucifera*) and its evaluation of technological and sensory properties. An A\*B+1 factorial design was used, in which cereal mixtures (barley and maize) and flavour mixtures (pineapple pulp and coconut essence) were evaluated. The results showed a significant difference ( $p < 0.05$ ) between the means of the treatments, determining that GT1 (75% barley + 25% maize + 2.5% pineapple pulp + 1% coconut essence), presented similar values to the control treatment with a total acidity of 0.20%; alcohol content of 4.95% and a colour by spectrophotometry of 7.05 SRM. In addition, it presented the best sensory profiles, according to the categories evaluated, with a mild aroma; moderate bitter taste; golden colouring characteristic of the sample and a higher level of acceptability. It is necessary to mention that the use of new raw materials, such as maize, of which only 20% is used in Ecuador for the food industry, by including it in the formulation of beers, increases the production and consumption of this grain, thus promoting new alternatives that contribute to the country's socio-economic sector.

**Keywords:** alcoholic beverage; treatments; inclusion; tasting; quality.

## 1. Introducción

La cerveza es una bebida alcohólica popular y más consumida a nivel mundial, se obtiene a partir de agua, cereal, lúpulo y levadura, actualmente la refinación de la cerveza ha conllevado un gran auge y poco a poco las grandes empresas cerveceras comenzaron a dominar el mercado (Motoki et al., 2020). Además, existen varios factores que permitieron fortalecer esta industria a nivel mundial: un aumento en la producción y una disminución en los costos de fabricación mediante el uso de métodos de elaboración innovadores, con lo que se obtuvo una maximización de las ganancias (Ciont et al., 2022).

A nivel de producción global, algunas multinacionales tienen un lugar consolidado en el mercado, sin embargo, en la última década, las cervezas artesanales por la calidad organoléptica y la versatilidad de la cerveza le han permitido la preferencia en los consumidores (Rodríguez-Saavedra, 2021). A diferencia de la cerveza convencional, estas aportan mejores beneficios para la salud debido a que tienen un contenido en compuestos fenólicos. En 2016 había más de 19 mil cervecías en el mundo y aproximadamente el 94% eran consideradas cervecías artesanales (Garduño-García et al., 2018).

El proceso de elaboración de la cerveza comienza con la preparación del mosto, que se elabora a partir de materias primas que aportan azúcar en forma de glucosa y maltosa a las levaduras que realizan la fermentación alcohólica (AF) (Cirlincione et al., 2023). La malta de cebada se utiliza principalmente para la preparación, sin embargo, se pueden agregar otros cereales como trigo (crudo o malteado), maíz, avena y arroz (Niu et al., 2018). La cerveza puede considerarse un producto nutricionalmente valioso porque los diversos componentes utilizados en el proceso de fabricación tienen efectos fisiológicos en el consumo.

Se caracteriza por un alto contenido de carbohidratos, así como por la presencia de proteínas, aminoácidos, vitaminas, ácidos orgánicos, microelementos y antioxidantes (Ciont et al., 2022). Las cervecías artesanales tradicionalmente han agregado frutas y especias al proceso de elaboración para realzar el sabor y el aroma de varios estilos de cerveza (Habschied et al., 2023). Las cervezas funcionales son cervezas no convencionales que intentan combinar un consumo moderado de bebidas alcohólicas con beneficios para la salud (Palombi et al., 2023).

El consumo moderado de cerveza proporciona beneficios para la salud debido a su valor nutricional y principalmente a su contenido bioactivo, representado por compuestos fenólicos, además, el contenido de etanol de las cervezas también se ha asociado con la prevención de enfermedades en muchos casos (Norman et al., 2020). Por otro lado, es necesario mencionar la inclusión de nuevas materias primas, como el maíz, que en Ecuador únicamente se aprovecha el 20 % para la industria alimentaria, mediante la inclusión en la formulación de cervezas se incrementaría la producción y consumo de este grano, promoviendo así, nuevas alternativas para favorecer y fortalecer la utilización de este tipo de productos (Tucumbi-Millingalli, 2022).

En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo elaborar cerveza artesanal con inclusión de maíz, pulpa de piña (*A. comosus*) y esencia de coco (*C. nucifera*) y su evaluación de las propiedades tecnológicas y sensoriales

## 2. Material y métodos

### Material

La investigación se llevó a cabo en la empresa Cervecería Artesanal "Madero" ubicada en el Recinto el Recreo del Cantón Tosagua (latitud -0.78679 y longitud -80.23473), provincia de Manabí. Los análisis fisicoquímicos y sensoriales se realizaron en los laboratorios de suelos y bromatología de la finca Experimental "La María", de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicada en el km 7 vía Quevedo – El Empalme, en la longitud occidental de 79°32'24" y latitud sur de 1°05'18", a una altura de 75msmm.

### Diseño de la investigación

Se aplicó un diseño factorial AxB+1 (Tabla 1), donde el Factor A= mezclas de cereales, Factor B= mezclas de saborizantes, con 3 repeticiones, obteniendo un total de 12 unidades experimentales. Para determinar diferencia entre la media de los tratamientos, se utilizó la prueba de múltiples rangos Tukey ( $p < 0,05$ ), mediante los softwares estadísticos InfoStat y Statgraphics.

### Propiedades tecnológicas

#### Determinación de °Brix

Para la determinación de los grados Brix (°Bx) se realizó por lectura directa de un refractómetro, marca ATAGO 238.

#### Determinación de pH

Se determinó de acuerdo a la "NTE INEN 2325: 2002. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determina-

ción de pH". Para el cual se tomó 100 ml de los tratamientos (cerveza desgasificada) a 20 °C, luego por lectura directa de un potenciómetro (HI981031) se obtuvo los resultados.

**Tabla 1**

Tratamientos de la investigación

Tratamientos	Descripción
T1	75% cebada + 25% maíz + 2,50% pulpa de piña + 1,00% esencia de coco
T2	75% cebada + 25% maíz + 1,25% pulpa de piña + 0,50% esencia de coco
T3	50% cebada + 50% maíz + 2,50% pulpa de piña + 1,00% esencia de coco
T4	50% cebada + 50% maíz + 1,25% pulpa de piña + 0,50% esencia de coco
Testigo	Cebada 100%

#### Determinación de acidez titulable

Se realizó de acuerdo a método utilizado por Heredia-Hara (2022), donde se empleó 50 ml de cerveza en un vaso de precipitación de 100 ml, luego se ajustó la temperatura a 20°C, seguido con movimiento constante, se agrega la solución de NaOH 0,1 N hasta obtener un pH de 8,20, para el cálculo se empleó como ácido predominante de la muestra el ácido láctico.

#### Determinación de grados alcohólicos

Se realizó según lo establecido por "NTE INEN 2322:2002. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de alcohol". Donde en una probeta se colocó 150 ml de muestra, luego se introdujo el alcoholímetro (North Mountain Supply) dejando que este flote en el centro, obteniendo así la graduación alcohólica de la muestra.

#### Color por espectrofotometría

Se utilizaron celdas de 10 mm a las cuales se adicionarán 10 ml de muestra, evitando que se formen burbujas de aire, luego para que el espectrofotómetro este calibrado y en blanco se agrega una celda con agua destilada y posteriormente se mide con una medición de longitud de onda única de la absorbancia a 430 nm sin turbidez, finalmente se obtiene la medición de color en unidades del Método de Referencia Estándar (SRM).

#### Propiedades sensoriales

Se seleccionó aleatoriamente 75 catadores no entrenado para que evalúen los parámetros (aroma, sabor, color y aceptabilidad) de acuerdo a las categorías sensoriales. Luego se aplicó la

prueba de Kruskal Wallis para datos no paramétricos, a fin de determinar diferencia significativa ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 2**

Categorías sensoriales evaluadas a los tratamientos

Categorías	Intensidad
Aroma	3 – 4 Fuerte
	2 – 3 Intenso
	1 – 2 Suave
Sabor	3 – 4 Amargo
	2 – 3 Astringente
	1 – 2 Suave
Color	3 – 4 Amargo
	2 – 3 Astringente
	1 – 2 Suave
Aceptabilidad	3 – 4 Muy bueno
	2 – 3 Bueno
	1 – 2 Malo

#### Proceso de elaboración de la cerveza artesanal

Con respecto a la materia prima, se empleó los dos cereales, lúpulo, levaduras S-04, pulpa de piña y esencia de coco. A continuación, se colocó el maíz y la cebada en un molino con el fin de obtener partículas pequeñas, seguido se colocaron a maceración los diferentes tratamientos, se agregaron 7 L de agua y se elevó la temperatura a 60 °C por un periodo de 20 min, se dejó reposar durante 30 min y finalmente se vuelve a elevar la temperatura a 75 °C por 10 min. Luego de la maceración se separó el mosto líquido de los restos de malta, para llevar a cabo esta operación se utilizaron 5 L de agua purificada. Después, se realizó el proceso de cocción, donde al iniciar se agregó las cantidades establecidas de los ingredientes, cabe mencionar que el lúpulo, se agregaron en tres partes, el primero a los 20 min se adicionó 35 g con la finalidad de aportar el amargor característico de la cerveza, a los 50 min se agregó 35 g a fin de conferir el sabor y a los 80 min se le adicionó 35 g para contribuir en el aroma. En la siguiente etapa, se enfrió hasta obtener una temperatura de 17 °C y seguido se inició el proceso de fermentación, donde se activaron 6 g de levadura S-04 con agua purificada a 34°C y 1 g de azúcar para cada tratamiento, después se adicionó la levadura y se mezcló, finalmente los recipientes se colocaron en un habitáculo oscuro con una temperatura controlada. Cabe mencionar que durante el proceso fermentativo (día 1, día 3, día 6, día 9 y día 12), se controló los °Brix y pH.

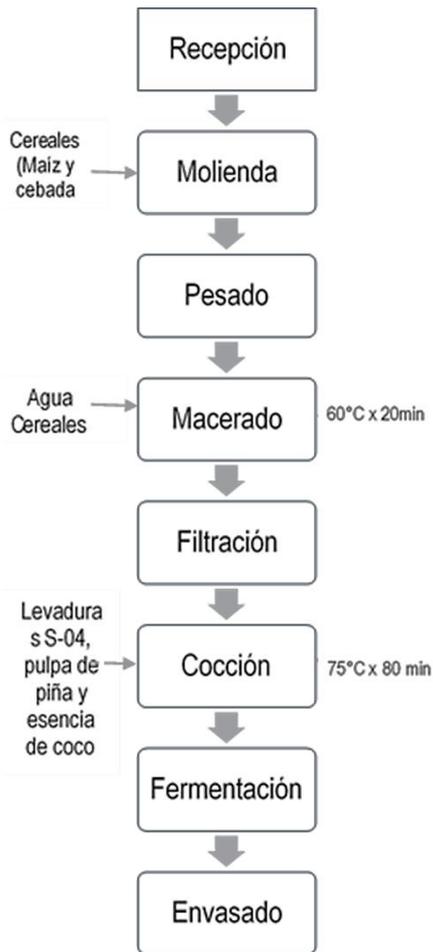


Figura 1. Flujograma del proceso de elaboración de cerveza artesanal

### 3. Resultados y discusión

#### Resultados de °Brix y pH durante los días de fermentación

En la Figura 2 se presentan los resultados de °Brix durante los días de fermentación, donde se puede observar que los tratamientos conforme pasan los días de fermentación disminuyen la concentración de °Brix. De esta forma, se determinó que para el día 1 obtuvieron valores entre 12,30 -12,70, para el día 3 situaron un rango de 9,00 - 10,00, mientras que para el día 6 todos los tratamientos presentaron una concentración de sólidos totales de 5, en el noveno día de fermentación los valores fluctuaron de 3,00 - 3,40, sin embargo, al día 12 la concentración de °Brix fue 0. Los resultados de °Brix obtenidos en esta investigación al iniciar el proceso de fermentación, son superiores a lo reportado por Grassi et al. (2014) que obtuvieron una concentración inicial de sólidos solubles de 7,80, mientras que el contenido de azúcar residual en la bebida fue de 3,70, de esta forma, hacen énfasis que solo alrededor del 40% del azúcar contenido en el mosto se transformó en alcohol durante la fermentación. Además, Mounjouenpou

et al., (2017) mencionaron que los azúcares del mosto no se fermentan todos por igual, esto se debe al tipo de levadura utilizada.

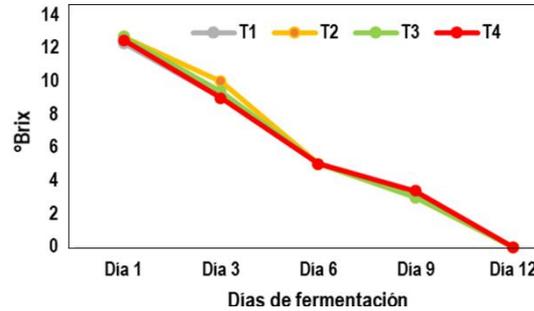


Figura 2. Resultados de los °Brix durante los días de fermentación de la cerveza artesanal.

En la Figura 3 se muestran los resultados de pH durante los días de fermentación, en el cual se denotó que la disminución de pH fue mínima, determinando que para el día 1 presentaron valores entre 4,52 - 4,97, seguido al día 3 fluctuaron entre 4,37 - 4,47, en el día 6, los tratamientos situaron valores de 4,25-4,40, luego para el día 9 los resultados alcanzaron 4,10-4,20 y finalmente en el día 12 obtuvieron valores entre 3,90-4,20. Según Pérez-Sánchez et al. (2019), durante el proceso fermentativo, el pH debe ser levemente ácido con la finalidad de que las levaduras realicen su actividad y de esta forma contribuyan a los parámetros sensoriales característicos de la cerveza y a la calidad microbiológica, además, hacen referencia que un rango adecuado de pH durante la fermentación oscila entre 4,10 a 4,30, valores que son similares a los reportados en esta investigación. Por otro lado, Tucumbi-Millingalli (2022) obtuvieron en el momento de la inoculación un valor promedio de pH de 5,64 y mencionaron al pasar las 22 h de proceso del proceso de fermentación los valores de pH descendieron. Además, un pH demasiado alto, no solo inhibe la coagulación, sino que también promueve el pardeamiento debido a la interacción entre aminoácidos y azúcares reductores (Lupano, 2013).

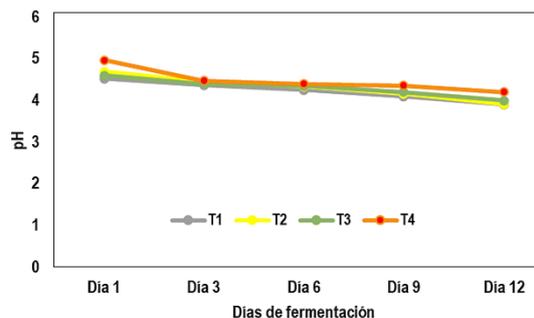


Figura 3. Resultados de los pH durante los días de fermentación de la cerveza artesanal.

### Propiedades tecnológicas

En la Tabla 3 se describen los resultados de la prueba de significación Tukey ( $p < 0,05$ ) de las variables fisicoquímicas evaluadas a los diferentes tratamientos. En cuanto a los grados alcohólicos, el T1 y el tratamiento testigo obtuvieron los mayores valores con 4,95 y 5,02 consecutivamente, sin embargo, estos valores fueron diferentes ( $p < 0,05$ ) al T2 que presentó la menor concentración (4,73). La concentración del alcohol en las cervezas está influenciada por el tipo de materia prima, en esta investigación se demostró que los tratamientos que se empleó el 50% de maíz presentaron mayores valores en grado alcohólico, sin embargo, la adición de pulpa de coco y esencia de vainilla no influyó. Los resultados se encuentran de lo establecido por Segovia-Muñoz et al., (2020) quienes obtuvieron un rango de 4,10 – 6,25 en cerveza artesanal tipo ALE, utilizando el sorgo como materia prima

Se evidenció diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en relación al color por espectrofotometría de la cerveza a partir de los diferentes tratamientos, donde los valores más alto fueron 7,05 y 6,95 para el T1 y T2; y el más bajo se estableció en el tratamiento testigo con 5,98. Los valores determinados para el color por espectrofotometría, oscilaron entre 5,98 y 7,05, siendo inferior a lo estipulado por Segobia-Muñoz (2022) que obtuvo una valoración entre 13,30 a 13,89 al adicionar centeno en la formulación de cerveza artesanal Belgian Pale Ale. De Lange (2016) hace referencia que el color de la cerveza medida por espectrofotometría (SRM y EBC) sirven para el control de calidad y dan una indicación aproximada del color visible de las cervezas. De acuerdo con Castorena-García et al. (2020) mencionaron que a la cerveza se le asigna un grado SRM que va de 2 a 40+ para calificar su intensidad de color, siendo 2 el espectro más claro y 40+ la tonalidad más oscura.

Con respecto a la acidez total, se determinó la concentración más alta en el T4 con 0,29 siendo estadísticamente diferente ( $p < 0,05$ ) del tratamiento testigo que situó el valor de acidez más

baja con 0,19. Estos resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la norma técnica ecuatoriana “NTE INEN 2262:2013” para bebidas alcohólicas, que indica un valor máximo para acidez total de 0,30; es decir el tipo de materia prima utilizada no altera el contenido de esta variable. En la investigación realizada por Quinatoa-Aguirre (2022) determinó que conforme pasa el tiempo la acidez aumenta considerablemente, obteniendo 0,33% a temperatura ambiente y 0,20% a temperatura de refrigeración en cerveza artesanal con adición de piña.

### Propiedades sensoriales

Se estableció diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en cuanto al aroma (Figura 4), observándose que el T1 y T4 con una valoración de 2 y 1,5 presentaron un aroma intenso y suave, respectivamente, en comparación al T1 que denotó un aroma fuerte según la escala de intensidad. Se demuestra que, incluir 25% de maíz, 1,5% pulpa de piña y 0,5% de esencia de coco atenúa significativamente los aromas fuertes de las cervezas. De acuerdo con Guerberoff et al. (2020), las notas características de una cerveza suelen ser frutales, florales o herbales, los olores a metal tienen relación con la oxidación de los tratamientos. Por otro lado, el lúpulo confieren el amargor, aroma y estabilidad de las cervezas (Loviso & Libkind, 2018).

Para la categoría sensorial sabor (Figura 3), al existir diferencia significativa ( $p$ -value = 0,0018), se determinó que los tratamientos incluido el testigo presentaron un sabor leve amargo con valores que oscilaron entre 2 – 3, a diferencia del tratamiento que se empleó 50% cebada + 50% maíz +2.5% pulpa de piña + 1% esencia de coco que obtuvo una valoración de 3,50 presentando una sensación astringente. Cabe mencionar que, los tratamientos situaron un sabor leve amargo característico de la cerveza, sin embargo, según Da Costa et al. (2018) los sabores amargos y astringentes puede estar influenciado por la presencia de un alto nivel de polifenoles, lo que afecta la preferencia del consumidor.

**Tabla 3**

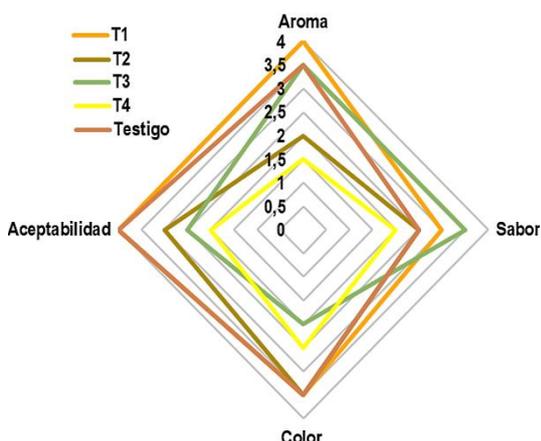
Resultados obtenidos de la caracterización fisicoquímica

Tratamientos	Acidez total	Grados alcohólicos	Color por espectrofotometría
T1	0,20 ± 0,011AB	4,95 ± 0,01C	7,05 ± 0,05D
T2	0,21 ± 0,005AB	4,73 ± 0,03A	6,95 ± 0,08D
T3	0,25 ± 0,01C	4,85 ± 0,01B	6,60 ± 0,13C
T4	0,29 ± 0,01D	4,88 ± 0,03B	6,27 ± 0,07B
Testigo	0,19 ± 0,005A	5,02 ± 0,03C	6,00 ± 0,02A

Letras distintas entre sí, muestran diferencia significativa entre la media de los tratamientos. Tukey ( $p < 0,05$ ).

También, el proceso de fermentación constituye la mayor parte de los sabores afrutados, florales y especiados, por lo que es importante el manejo cuidadoso de la levadura, temperatura y oxígeno durante esta etapa (Vieira et al., 2020).

En relación al color, no se encontró diferencia significativa (p-value: 0,4621), sin embargo, se menciona que los T1, T2 y testigo presentaron una coloración dorada (3,5) mientras que en los tratamientos 3 y 4 se determinó una tonalidad amarillenta segunda la escala de intensidad con valores de 2 y 2,5. Las categorías de color y olor están correlacionadas con la acidez (Lluglla-Ponluisa, 2020). Además, el color del producto final se debe principalmente a las diferentes materias primas utilizadas durante el proceso de elaboración (Koren et al., 2020). También, las bebidas mixtas a base de cerveza y las cervezas de frutas contienen diversos componentes colorantes disueltos (Reinoso-Cavalho et al., 2017).



**Figura 4.** Resultados de los parámetros sensoriales (aroma, sabor, color y aceptabilidad) de los tratamientos.

En el nivel de aceptabilidad, se determinó diferencia significativa (p-value 0,00621) y se observó que el T1 situó una calificación igual a la muestra testigo con un grado de aceptación por parte de los catadores de 4 correspondiendo a la categoría muy buena, mientras que al utilizar 50% de maíz los tratamientos situaron menor grado de aceptación con 2 y 2,50 (bueno). Según Hernández-Mora et al. (2022) el aroma, sabor, textura y color son algunas de las peculiaridades que distinguen la cerveza artesanal, así como también, atributos (carbonatación y espuma) que no influyen significativamente en la preferencia del consumidor.

#### 4. Conclusiones

Las variables °Brix y pH durante los días de fermentación, disminuyeron significativamente, en relación a la caracterización del producto final, los parámetros evaluados se situaron de los valores permisibles, es decir el tipo de cereal, la adición de pulpa de maracuyá y esencial de coco no alteraron los resultados. Además, se enfatiza, que el T1 (75% de cebada, 25% de maíz, 2,5% de pulpa de piña, 1% de esencia de coco) guarda mayor similitud con el tratamiento testigo que obtuvo una acidez de 0,19, 5 °GL y 6SRM.

En cuanto a los parámetros sensoriales, los catadores determinaron que el T1 (75% cebada +25% maíz + 2.5% pulpa de piña + 1% esencia de coco) presentó las mejoras categorías sensoriales, debido a que tiene un aroma suave, un sabor amargo moderado, una coloración dorada característica de la muestra y un mayor nivel de aceptación, lo cual permite obtener un producto apto, apetecible y que no implica un riesgo en la salud de los consumidores.

#### Referencias bibliográficas

- Castorena-García, J., Juárez-Pérez, V., Cano-Hernández, M., Santiago-Santiago, V., & López-Mejía, O. A. (2020). Caracterización Físico-química de Cerveza Artesanal don Adjunto de Maíz Azul y Derivados de Caña de Azúcar. *Conciencia Tecnológica*, 60. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94465715001>
- Ciont, C., Epuran, A., Kerezsi, A. D., Coldea, T. E., Mudura, E., Pasqualone, A., . . . Pop, O. L. (2022). Beer Safety: New Challenges and Future Trends within Craft and Large-Scale Production. *Foods*, 11(17), 2693. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/2Ffoods11172693>
- Cirlincione, F., Pirrone, A., Gugino, I. M., Todaro, A., Naselli, V., Nicola, F., & Balenzano, G. (2023). Technological and Organoleptic Parameters of Craft Beer Fortified with Powder of the Culinary-Medicinal Mushroom *Pleurotus eryngii*. *J. Fungi*, 9(10). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/jof9101000>
- De Lange, A. (2016). Chapter 11 - Color. *Brewing Materials and Processes*, 199-249. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-799954-8.00011-3>
- Garduño-García, A., López-Cruz, I. L., & Ruiz-García, A. (2018). Simulación del proceso de fermentación de cerveza artesanal. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 15(12), 221-232. [https://doi.org/10.1016/S1405-77323\(14\)72212-7](https://doi.org/10.1016/S1405-77323(14)72212-7)
- Grassi, S., Amigo, J. M., Bøge-Lyndgaard, C., Foschino, R., & Casiraghi, E. (2014). Beer fermentation: Monitoring of process parameters by FT-NIR and multivariate data analysis. *Food Chemistry*, 155, 279-286. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.060>
- Guerberoff, G. K., Marchesino, M. A., L. P., & Olmedo, R. H. (2020). El perfil sensorial de la cerveza como criterio de calidad y aceptación. *Nexo Agropecuario*, 8(1). [https://doi.org/file:///C:/Users/Usuario/Downloads/rgrosso,+8.+Guerberoff,+G.+52+--+59%20\(2\).pdf](https://doi.org/file:///C:/Users/Usuario/Downloads/rgrosso,+8.+Guerberoff,+G.+52+--+59%20(2).pdf)
- Habschied, K., Čosić, I., Šarić, G., Krstanović, V., & Mastanjević, K. (2023). Sensory Analysis Coupled with Gas Chromatography/Mass spectrometry Analysis in Craft Beer Evaluation. *Fermentation*, 9(8), 747. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/fermentation9080747>

- Heredia-Hara, V. P. (2022). *Evaluación de la calidad de cervezas artesanales usando métodos multivariados demodelamiento*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Hernández-Mora, Y. N., Verde-Calvo, J. R., Malpica-Sánchez, F. P., & Escalona-Buendía, H. B. (2022). Consumer Studies: Beyond Acceptability—A Case Study with Beer. *Beverages*, 8(4), 80. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/beverages8040080>
- Koren, D., Hegyesné-Vecseri, B., Kun-Farkas, G., Urbin, Á., Nyitrai, Á., & Sipos, L. (2020). How to objectively determine the color of beer? *J Food Sci Technol*, 57(3), 1183–1189. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007%2Fs13197-020-04237-4>
- Lluglla-Ponluisa, J. E. (2020). *Desarrollo de una bebida a base de harina de caña de maíz (Zea mays) y salvado de arroz (Oryza sativa) con doble fermentación*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Lupano, C. E. (2013). *Modificaciones de componentes de componentes de los alimentos: cambios químicos y bioquímicos por procesamiento y almacenamiento*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP)
- Martínez-Gómez, C. A. (2015). *Análisis prospectivo al 2020 de la industria de la cerveza artesanal en el Ecuador como generadora de crecimiento económico*. Universidad Andina Simón Bolívar. Repositorio Institucional: <http://hdl.handle.net/10644/5024>
- Motoki, K., Spence, C., & Velasco, C. (2020). Factores que influyen en la elección de la cerveza: una revisión. *Investigación Internacional de Alimentos*, 137(3). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109367>
- Mounjouenpou, P., Okouda, A., Bongse, K. A., Maboune-Tetmoun, S. A., & Agatha, T. (2017). Production technique and sensory evaluation of traditional alcoholic beverage based maize and banana. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 10, 11-15. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2017.09.003>
- Norman, M., Kaplan, M., Biff, F., Palmer, M., Margo, A., & Denke, M. (2020). Nutritional and Health Benefits of Beer. *The American Journal of the Medical Sciences*, 320, 320-326. <https://doi.org/https://doi.org/10.103327/00000441-200011000-00004>
- NTE INEN 2322:2000. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de alcohol. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- NTE INEN 2262:2013. Bebidas Alcohólicas. Requisitos. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Niu, C., Han, Y., Wang, J., Zheng, F., Liu, C., Li, Y., & Li, Q. (2018). Análisis comparativo del efecto de la proteína Z 4 de la malta de cebada y la *Pichia pastoris* recombinante sobre la estabilidad de la espuma de cerveza: papel de la N-glicosilación y la glicación. *Revista internacional de macromoléculas biológicas*, 106, 241-247. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbiomac.2017.08.001>
- Palombi, L., Tufariello, M., Durante, M., Fiore, A., Baiano, A., & Grieco, F. (2023). Assessment of the impact of unmalted cereals, hops, and yeast strains on volatolomic and olfactory profiles of Blanche craft beers: A chemometric approach. *Food Chemistry*, 416. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135783>
- Pérez-Sánchez, A., Alfonso-Fernández, H. M., Aragón-Fontes, J. C., Baltá-García, Gerardo, J., & Benítez-Cortés, I. (2019). Estudio preliminar del proceso de producción de cerveza a partir de sorgo rojo CIAP R-132 a escala de laboratorio. *Investigación y Ciencia*, 27(77), 27-37.
- Quinatoa-Aguirre, A. S. (2022). *Evaluación organoléptica y fisicoquímica de una cerveza artesanal tipo ale con adición de pulpa de maracuyá (Passiflora edulis L.)*. Universidad Agraria del Ecuador.
- Reinoso-Cavalho, F., Moors, P., Wagemans, J., & Spence, C. (2017). The Influence of Color on the Consumer's Experience of Beer. *Front. Psychol.*, 8. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02205>
- Rodríguez-Saavedra, M. C. (2021). *Cerveza artesanal: innovaciones biotecnológicas en cervecería y sobre su impacto en la microbiota y salud intestinal*. Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL). <https://doi.org/http://hdl.handle.net/10261/263763>
- Segobia-Muñoz, S. (2022). Evaluación de la adición de centeno (Secale cereale) en la formulación de cerveza artesanal Belgian Pale Ale. *Enfoque*, 13(3), 14-28. <https://doi.org/https://doi.org/10.29019/enfoqueute.830>
- Segovia-Muñoz, S., Segovia-Muñoz, A., Medina-Velázquez, D. E., & Muñoz-Muñoz, A. (2020). Evaluación del malteado y fermentación en el proceso de cerveza artesanal tipo ALE, utilizando el sorgo (*Sorghum vulgare*) como materia prima. *Revista Ingeniería e Innovación*.
- Tucumbi-Millingalli, C. I. (2022). Diseño de un proceso de elaboración de cerveza artesanal tipo Lambic sabor a capulí. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

