

ANÁLISIS DEL EFECTO DEL MALTEADO Y TOSTADO DE TRES VARIEDADES DE MAÍZ (ZEA MAYS) EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA REFRESCANTE

ANALYSIS OF THE EFFECT OF MALTING AND ROASTING OF THREE VARIETIES OF CORN (ZEA MAYS) IN THE PREPARATION OF A REFRESHING BEVERAGE

Angélica Tigre-León¹, Kassandra Abigail Mesa-Arévalo², Neyser Israel Moposita-Choto³, Favián Bayas-Morejón⁴

{rtigre@ueb.edu.ec¹, kassandrameza123@gmail.com², israelmoposita55@gmail.com³, fbayas@ueb.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 22/07/2026 / Fecha de aceptación: 28/09/2026 / Fecha de publicación: 14/10/2026

RESUMEN: El aprovechamiento del maíz local para el desarrollo de bebidas naturales representa para las zonas productoras de esta gramínea una alternativa prometedora para diversificar productos agroalimentarios con valor agregado. Procesos como el tostado y el malteado pueden suponer una amplia mejora de las propiedades físico-químicas y sensoriales, favoreciendo la aceptación por parte del consumidor y fortaleciendo el aprovechamiento sostenible de variedades de maíz. En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue estudiar el impacto del malteado y tostado de tres variedades de maíz en las características físico-químicas y sensoriales para la obtención de una bebida refrescante. De tal manera que se aplicó un diseño experimental con 18 tratamientos, considerando la variedad de maíz, el tiempo de germinación (3, 4 y 5 días) y el grado de tueste del maíz (rubio y moreno). Tras la fase experimental, los resultados mostraron diferencias significativas, destacando el tratamiento T1 que corresponde a (Guagal Mejorado INIAP-111, 3 días de germinación, tostado rubio), siendo este tratamiento el que presentó un mejor nivel de aceptación por parte de los catadores, además mostro niveles de pH, brix y acidez moderada, cumpliendo normas físico-químicas y microbiológicas ecuatorianas. Es importante indicar que varios trabajos establecen que el uso de variedades locales mediante procesos tradicionales permite el desarrollo de bebidas con identidad y potencial comercial. En definitiva, estas técnicas no solo mejoran la calidad del producto, sino que además fomentan alternativas más saludables y apoyan el desarrollo

¹Universidad Estatal de Bolívar, <https://orcid.org/0000-0003-2984-9457>

²Universidad Estatal de Bolívar, <https://orcid.org/0000-0003-4618-3132>

³Universidad Estatal de Bolívar, <https://orcid.org/0000-0003-1240-7038>

⁴Carrera de Agroindustrias; Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente; Centro de Investigación en Microbiología Aplicada, Biotecnología y Fitoquímica (CIMABiF); Universidad Estatal de Bolívar; CP: 020150. Guaranda, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-2920-7155>

agroindustrial local. Se sugieren estudios adicionales con otras variedades y técnicas de fermentación para potenciar la innovación alimentaria.

Palabras clave: bebida refrescante, características sensoriales, malteado, maíz, tostado

ABSTRACT: The use of local corn varieties for the development of natural beverages represents a promising alternative for corn-producing regions to diversify value-added agri-food products. Processes such as roasting and malting can significantly improve the physicochemical and sensory properties of these beverages, increasing consumer acceptance and strengthening the sustainable use of corn varieties. In this context, the objective of this study was to investigate the impact of malting and roasting three corn varieties on their physicochemical and sensory characteristics for the production of a refreshing beverage. An experimental design with 18 treatments was applied, considering the corn variety, germination time (3, 4, and 5 days), and roasting level (light and dark). Following the experimental phase, the results showed significant differences, with treatment T1 (Guagal Mejorado INIAP-111, 3 days of germination, light roast) standing out. This treatment exhibited the highest level of acceptance among the tasters and also showed moderate pH, Brix, and acidity levels, meeting Ecuadorian physicochemical and microbiological standards. It is important to note that several studies have established that the use of local varieties through traditional processes allows for the development of beverages with a distinct identity and commercial potential. Ultimately, these techniques not only improve product quality but also promote healthier alternatives and support local agro-industrial development. Further studies with other varieties and fermentation techniques are suggested to enhance food innovation.

Keywords: malted, maize, refreshing beverage, sensory characteristics, toasted

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es uno de los cultivos más representativos y esenciales a nivel mundial, en América Latina, ha sido históricamente un alimento básico y símbolo de identidad de los pueblos originarios (1, 2). En la actualidad, constituye una materia prima estratégica en la agroindustria por su versatilidad en la elaboración de productos alimenticios y no alimenticios (3). A pesar de su gran potencial, su aprovechamiento en la formulación de bebidas naturales aún es limitado frente al uso masivo de ingredientes artificiales por parte de la industria (4).

En Ecuador, el cultivo de maíz representa un pilar importante en la producción agrícola nacional. En particular, la provincia de Bolívar destaca como una de las principales zonas productoras en la región andina, tanto por su superficie cultivada como por el número de agricultores involucrados (5). Las variedades locales, como Guagal mejorado INIAP-111, Mishqui Sara INIAP-103 y el Morocho Blanco, poseen características agronómicas y composicionales valiosas que pueden ser aprovechadas para el desarrollo de productos innovadores y con identidad territorial (6).

El maíz, a pesar de ser uno de los cereales más cultivados y nutritivos, presenta una escasa utilización en la industria alimentaria, especialmente en la elaboración de bebidas. La alta

demanda del mercado por productos económicos ha llevado a las industrias a priorizar materias primas sintéticas, como acidulantes y saborizantes, con afectación al uso de recursos naturales como el maíz (7).

El malteado es un proceso que transforma granos de maíz y otros cereales mediante la germinación controlada, lo que afecta sus propiedades físico-químicas y sensoriales (8). Este proceso incluye etapas como el remojo, la germinación, el secado y el tostado, que influyen en la disponibilidad de nutrientes y el efecto Maillard del tostado permite el desarrollo de sabores y aromas característicos mediante la formación de melanoidinas y compuestos volátiles. También modifica proteínas, aporta capacidad antioxidante, y bajo calentamiento excesivo reduce la disponibilidad de lisina (9, 10).

Así también, los granos experimentan cambios debido a la activación y síntesis de enzimas hidrolíticas, principalmente α -amilasa y β -amilasa. La α -amilasa hidroliza los enlaces α (1-4) del almidón, generando dextrinas y reduciendo la viscosidad, mientras que la β -amilasa libera maltosa, el principal azúcar fermentable para la elaboración de cerveza. Paralelamente, otras enzimas, como α -glucosidasa y enzimas desramificantes, contribuyen a la conversión parcial del almidón en azúcares simples. Estos procesos provocan la degradación progresiva de los gránulos de almidón, la formación de poros, cambios en su estructura cristalina y un incremento en la temperatura de gelatinización, mejorando la disponibilidad de carbohidratos fermentables para las etapas posteriores de maceración y fermentación (11).

Sin embargo, se carece de información específica sobre cómo diferentes variedades de maíz impactan estas características en productos elaborados. Por lo tanto, es crucial abordar esta problemática para determinar si el malteado de diversas variedades de maíz puede optimizarse para crear una bebida

Aunque el maíz ha sido tradicionalmente subutilizado en bebidas naturales, no existen estudios que evalúen sistemáticamente cómo las técnicas de malteado y tostado afectan sus propiedades sensoriales en este tipo de aplicaciones. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue analizar el efecto del malteado y tostado de tres variedades de maíz (*Zea mays*) en la elaboración de una bebida refrescante.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo de entre los meses de enero y mayo del 2025 en el Complejo Agroindustrial, así como en el Laboratorio de la Dirección de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, provincia de Bolívar, Ecuador.

El estudio adoptó un diseño experimental con un enfoque factorial $A \times B \times C$, en el que se consideraron tres factores: variedad de maíz (Guagal Mejorado INIAP-111, Mishqui Sara INIAP-103 y Morocho Blanco), tiempo de germinación (3, 4 y 5 días) y tipo de tostado (claro y oscuro), lo que dio como resultado un total de 18 tratamientos con dos réplicas cada uno, para un total de 36 unidades experimentales. Ver tabla 1.

ANÁLISIS DEL EFECTO DEL MALTEADO Y TOSTADO DE TRES VARIEDADES DE MAÍZ (ZEA MAYS) EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA REFRESCANTE

Tabla 1. Factores de estudio.

Factor	Código	Nivel
Variedad de maíz	A	a1: Maíz Guagal mejorado INIAP-111 a2: Maíz Mishqui sara INIAP-103 a3: Maíz Blanco (Morocho)
Tiempo de Germinación	B	b1 :3 días b2: 4 días b3: 5 días
Condiciones del tostado (Color)	C	c1: Rubio c2: Moreno

La población correspondía a todas las combinaciones posibles de las tres variedades de maíz en las condiciones de germinación y tostado mencionadas anteriormente. La muestra consistió en los tratamientos derivados del diseño factorial.

Procedimiento de elaboración de la bebida refrescante

La bebida refrescante a base de tres variedades de maíz malteado y tostado se elaboró mediante el siguiente diagrama de proceso con su respectiva descripción de cada proceso:

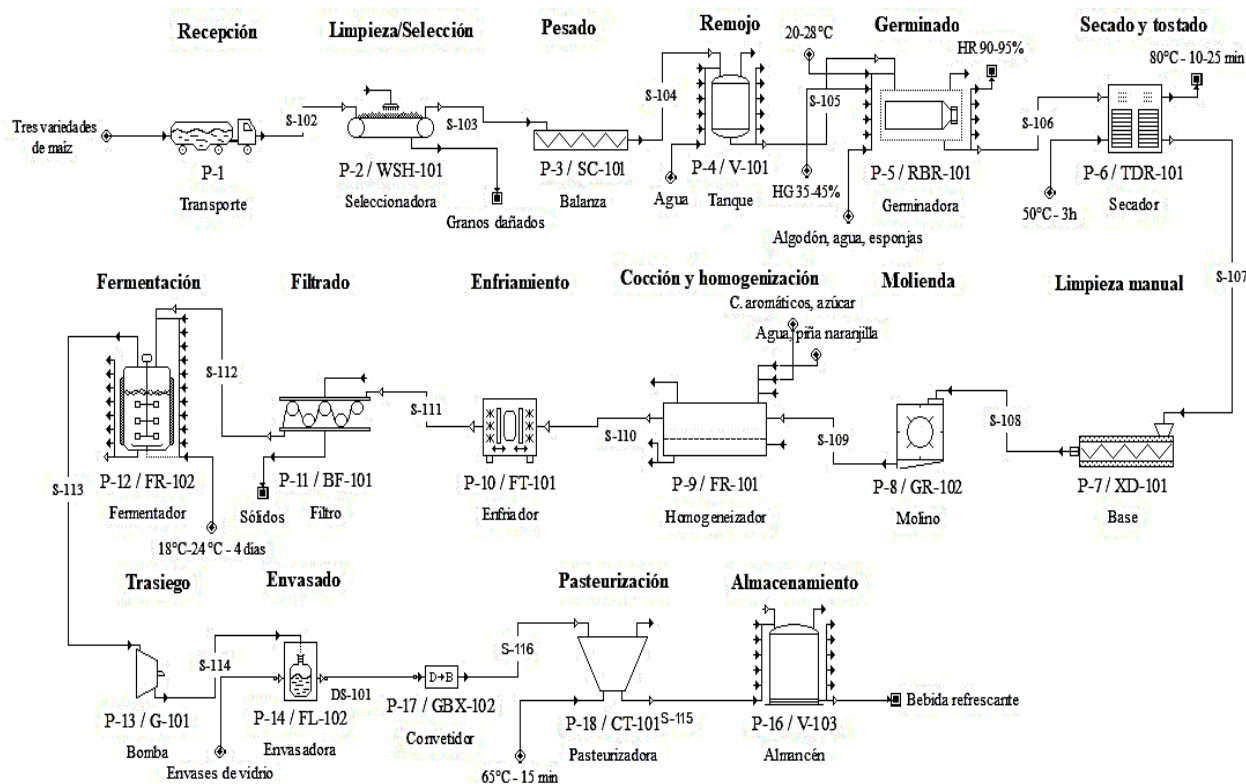


Figura 1. Diagrama de procesos para la obtención de la bebida refrescante a partir de maíz malteado y tostado

Nota: SuperPro Designer

Los granos de maíz se seleccionaron y limpiaron manualmente, luego se remojaron en agua purificada durante 12 horas para iniciar la germinación, que se llevó a cabo durante 3, 4 y 5 días en condiciones controladas utilizando algodón y esponjas hidropónicas. Después de la germinación, los granos se secaron a 50 °C y se tostaron a 80 °C durante diferentes períodos de tiempo para obtener dos niveles de color. A continuación, se molieron y se mezclaron con un jarabe aromático elaborado con frutas, hierbas y azúcar, cocido a 80 °C. Tras enfriar y filtrar la mezcla, se dejó fermentar durante cuatro días. Por último, la bebida se trasegó, se embotelló en botellas esterilizadas y se pasteurizó antes de almacenarla en refrigeración.

Análisis físico-químicos

Para evaluar las propiedades físico-químicas del refresco, se realizaron análisis de pH, acidez titulable y grados Brix. El pH se determinó utilizando un potenciómetro calibrado, según las directrices de la norma NTE INEN-ISO 1842 (12). La acidez titulable se determinó mediante titulación ácido-base con hidróxido de sodio 0,1 N e indicador fenolftaleína, según la norma NTE INEN 381 (13) siguiendo la ecuación 1.

$$\% \text{ de acidez} = \frac{N * V * F}{M} * 100$$

Los sólidos solubles se midieron con un refractómetro manual (brixómetro), aplicando la norma NTE INEN-ISO 2173 (14), asegurándose de que las muestras estuvieran a temperatura ambiente. Estos análisis permitieron comparar la calidad de los diferentes tratamientos obtenidos mediante el malteado y tostado de las tres variedades de maíz.

Análisis sensorial

Para este análisis se aplicó un análisis sensorial a cada uno de los tratamientos obtenidos a partir de un diseño factorial AxBxC (3x3x2), estableciéndose 18 tratamientos. Cada tratamiento se elaboró en dos réplicas independientes, que correspondió a repeticiones completas del proceso tecnológico (réplicas verdaderas), dando un total de 36 unidades experimentales. Estos análisis se realizaron con el propósito de evaluar la aceptación del producto obtenido desde la perspectiva del consumidor. Para lo cual, se empleó una ficha de cata estructurada en donde se consideró cinco atributos: olor, sabor, color, fluidez y aceptabilidad general. La evaluación se realizó con la colaboración de 30 catadores no entrenados. Durante estas pruebas se controlaron las condiciones de iluminación, presentación de las muestras y temperatura ambiente las cuales fueron codificadas aleatoriamente para evitar sesgos en la evaluación.

Análisis bromatológico

Se siguieron métodos estándar recomendados por la AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (15) para alimentos:

Proteína cruda (%): Método Dumas.

Grasa cruda (%): Extracción Soxhlet.

Fibra bruta (%): Digestión ácida y básica.

Cenizas totales (%): Incineración a 550 °C.

Extracto libre de nitrógeno (ELN) (%): Por diferencia (100 % - suma de los demás componentes).

Análisis microbiológicos

El tratamiento con mejor aceptación sensorial se sometió a análisis microbiológicos para verificar su seguridad, según la norma NTE INEN 2304 (16) para bebidas no carbonatadas. Para el análisis de detección y cuantificación de coliformes fecales, coliformes totales, mohos y levaduras, se utilizaron cajas petrifilm. Para lo cual las muestras se prepararon mediante dilución en agua tamponada estéril y se sembraron en condiciones asépticas. Las cajas petrifilm se incubaron a 35 °C durante 24 horas para los coliformes y a 28 °C durante 48 horas para los mohos y las levaduras.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante ADEVA (Análisis de Varianza) de tres vías con pruebas de comparación múltiple (Tukey, $p < 0,05$), esto permite comparar simultáneamente más de tres tratamientos, para la corrida de datos se utilizó el software Statgraphics y InfoStat versión libre.

RESULTADOS

Los resultados bajo condiciones de malteado y tostado influyeron de forma significativa en las propiedades físicas, químicas y sensoriales de la bebida obtenida. El malteado durante tres días expresó ser el tiempo óptimo en las tres variedades de maíz estudiadas, logrando una adecuada activación enzimática sin que el grano pierda su calidad. Durante este periodo, las radículas alcanzaron su desarrollo ideal permitiendo la transformación de almidones en azúcares simples. En contraste, los tiempos de germinación de 4 y 5 días incrementaron la humedad del grano y redujeron su estabilidad del mismo durante el tostado.

Con los que respecta al tostado rubio, este fue el más favorable, debido a que permitió conservar las características organolépticas del maíz y generó un color dorado claro y más atractivo visualmente. Además, no se detectaron sabores inadecuados ni compuestos indeseables asociados al efecto de Maillard, como sí ocurrió de forma parcial en los tratamientos con tostado moreno, en los cuales se mostraron notas sensoriales más intensas y menos agradables. La combinación más adecuada fue: variedad Guagal Mejorado INIAP-111, malteado de 3 días y tostado rubio (T1), dado a que permitió obtener granos con buenas características tecnológicas para la elaboración de la bebida y un equilibrio adecuado entre calidad sensorial y parámetros físico-químicos.

Análisis físico-químicos

Los resultados obtenidos para el nivel de pH indicaron valores de entre 3,43 y 3,67 en los diferentes tratamientos. En donde el tratamiento T1 (Guagal Mejorado INIAP-111, 3 días de germinación y tostado rubio) mostró un valor de pH de 3,65, que se mantienen dentro del rango permitido por la NTE INEN 2304 (16) que es de 2,0 a 4,5.

En cuanto a la acidez titulable, los valores mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos. Es así que los valores más altos se encontraron en los tratamientos con mayor tiempo de germinación y tostado marrón (T1, T3, T4, T10), lo que indica una mayor formación de ácidos orgánicos y degradación de carbohidratos.

Los sólidos solubles (°Brix) oscilaron entre 8 y 14 °Brix. El tratamiento T1 fue el que presentó el valor más alto, lo que sugiere una mayor concentración de azúcares fermentables, producidos por la hidrólisis del almidón durante la germinación, ver tabla 2.

Tabla 2. Resultados físico-químicos de los tratamientos.

Tratamientos	Brix	pH	Acidez
1	14,00 a	3,65 a	0,36 ab
2	12,00 b	3,67 a	0,28 ab
3	12,00 b	3,58 ab	0,36 ab
4	11,30 bc	3,60 ab	0,43 a
5	10,00 cd	3,63 ab	0,25 ab
6	9,00 de	3,56 ab	0,25 ab
7	8,00 e	3,54 ab	0,21 b
8	8,00 e	3,51 ab	0,18 b
9	8,00 e	3,46 b	0,25 ab
10	8,10 e	3,51 b	0,32 ab
11	9,00 de	3,45 b	0,25 ab
12	9,00 de	3,43 b	0,25 ab
13	9,20 de	3,58 ab	0,21 b
14	9,00 de	3,62 ab	0,18 b
15	8,40 e	3,50 ab	0,18 b
16	10,00 cd	3,68 a	0,21 b
17	8,20 e	3,47 b	0,21 b
18	9,30 cd	3,66 a	0,18 b

Nota: Letras diferentes representan diferencia estadística altamente significativa

Análisis sensorial

Los resultados del análisis sensorial indicaron que el tratamiento T1 fue el que más aceptaron los catadores en todos los atributos evaluados: olor, sabor, color, fluidez y aceptabilidad general (figura 2). En particular, el color rubio obtenido con el tostado ligero se percibió como más atractivo visualmente. El sabor se describió como equilibrado, con suaves notas tostadas y un agradable dulzor natural, sin sabores residuales ni amargor.

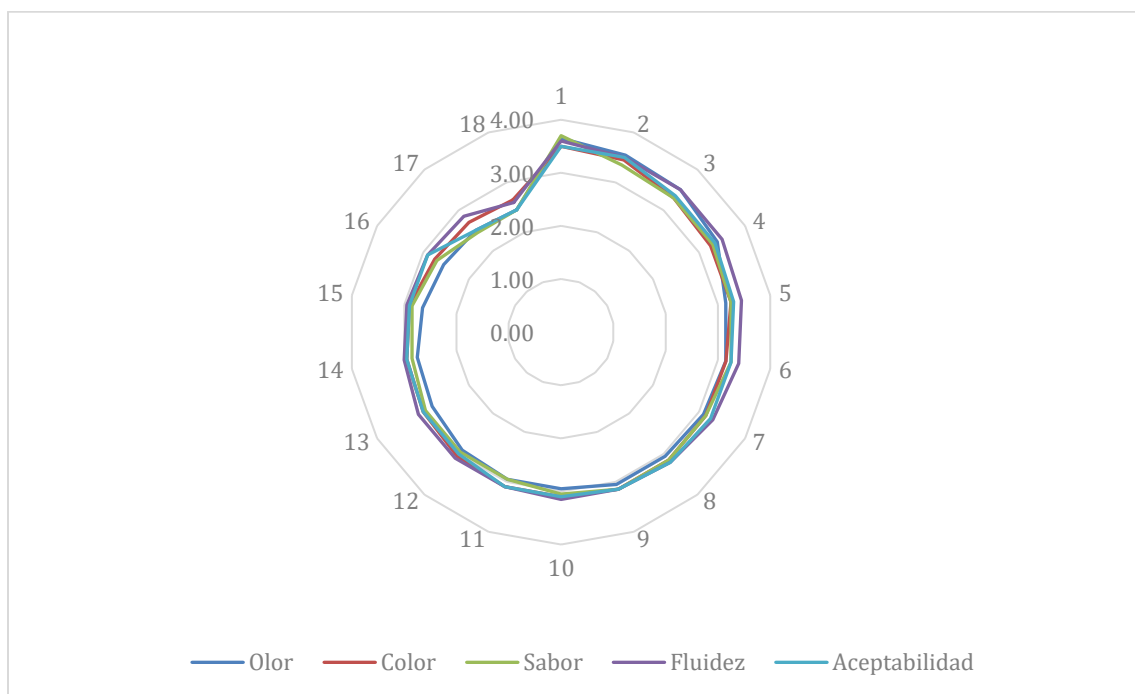


Figura 1. Diagrama radial de evaluación sensorial que determinó el mejor tratamiento.

Análisis en el mejor tratamiento (Bromatológico y Microbiológico)

Bromatológico

El análisis bromatológico se realizó únicamente en el tratamiento T1, que corresponde a la combinación de maíz Guagal Mejorado INIAP-111, con 3 días de germinación y tueste rubio, y que fue seleccionado como el más sobresaliente en los análisis físico-químico y sensorial. Este análisis permitió determinar la composición nutricional del producto final, con los siguientes valores aproximados: proteína 0,91 %, fibra bruta 0,74 %, grasa 0,85 %, cenizas 0,30 % y extracto libre de nitrógeno 7,12 %. La concentración baja de fibra y grasa, junto con un contenido moderado de proteínas, nos muestra que se trata de una bebida de fácil digestión y apropiada para el consumo frecuente. Así también, la presencia de un extracto libre de nitrógeno contribuye al sabor y la estabilidad del producto final. En definitiva, el análisis bromatológico confirma que la bebida cumple con características deseadas, lo que respalda su potencial como alternativa saludable.

Microbiológico

También se realizaron análisis microbiológicos al mejor tratamiento, que fue el que presentó una mejor aceptación sensorial. Los resultados mostraron la ausencia de coliformes totales y fecales, así como niveles de mohos y levaduras inferiores a 10 UFC/cm³, cumpliendo así los requisitos establecidos en la NTE INEN 2304 (16). Esto demuestra que el proceso de pasteurización fue efectivo y que las condiciones de fermentación y envasado se realizaron bajo estándares

higiénicos adecuados. Además, estos resultados garantizan la seguridad del producto final, que es apto para su consumo y posible comercialización.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este trabajo evidenciaron que el malteado durante tres días y el tostado rubio produjeron una bebida con mejores características sensoriales y físico-químicas. En donde se pone en contexto que estos resultados son similares a los informados por Paredes et al. (17), quienes observaron que un tostado moderado favorece el desarrollo de compuestos aromáticos sin que estos afecten la calidad del cereal. Sin embargo, en la presente investigación el tratamiento T1 presentó un mayor contenido de sólidos solubles (14 °Brix), superior al informado en bibliografía, posiblemente debido a la combinación de la variedad Guagal Mejorado INIAP-111 y el tiempo de germinación empleado.

Los valores de pH obtenidos (3,43–3,68) fueron similares a los reportados por López (18), quien describe rangos entre 3,4 y 3,7 en bebidas fermentadas de cereales. La ligera disminución observada en algunos tratamientos puede atribuirse al incremento de ácidos orgánicos producido durante la germinación.

La acidez titulable fue mayor en los tratamientos con mayor tiempo de germinación y tostado oscuro. Moreira-Vera et al. (19) describieron una tendencia similar; sin embargo, los valores obtenidos en este estudio fueron ligeramente inferiores, posiblemente debido a las condiciones controladas de fermentación empleadas.

El tratamiento T1 alcanzó 14 °Brix, mientras que los demás tratamientos variaron entre 8 y 12 °Brix. Estos valores fueron superiores a los reportados por García (20), quien obtuvo concentraciones menores en bebidas elaboradas con cereales malteados. Esta diferencia probablemente se relaciona con la mayor eficiencia de hidrólisis del almidón obtenida durante los tres días de germinación.

El tratamiento T1 presentó mayor aceptación sensorial que el resto de tratamientos. Este comportamiento coincide con Osorio y Pabón (21), quienes reportaron que los cereales sometidos a tostado ligero presentan perfiles aromáticos más agradables. Sin embargo, en el presente estudio también se observó un mayor contenido de sólidos solubles y una acidez moderada, lo que probablemente contribuyó a mejorar la percepción de dulzor y equilibrio del producto (22).

El contenido de proteína (0,91 %) fue ligeramente inferior al informado por Urango (23), probablemente porque el producto desarrollado corresponde a una bebida diluida y no a una harina malteada concentrada.

La ausencia de coliformes y el bajo recuento de mohos y levaduras evidencian que el proceso de pasteurización fue efectivo. Estos resultados son consistentes con los reportados por otros estudios realizados en bebidas malteadas elaboradas bajo buenas prácticas de manufactura.

CONCLUSIONES

El malteado y el tostado influyeron significativamente en la calidad fisicoquímica, sensorial y microbiológica de la bebida refrescante a base de maíz. Entre los tratamientos evaluados, T1 (Guagal Mejorado INIAP-111, 3 días de germinación y tostado ligero) mostró el mejor desempeño general, alcanzando un pH, °Brix y acidez óptimos, así como la mayor aceptación sensorial. El desempeño superior de este tratamiento se atribuye a la actividad enzimática adecuada durante la germinación y a la preservación de los compuestos de sabor y aroma deseables mediante el tostado ligero. Además, T1 cumplió con los requisitos microbiológicos establecidos por la norma ecuatoriana NTE INEN 2304, lo que confirma su seguridad y potencial para la producción agroindustrial de bebidas funcionales de valor agregado.

AGRADECIMIENTOS (OPCIONAL)

Los autores agradecemos a la Universidad estatal de Bolívar que, a través de la carrera de Agroindustria, laboratorios de investigación y al Centro de Investigación en Microbiología Aplicada, Biotecnología y Fitoquímica (CIMABIF) permitieron el buen desarrollo de este trabajo.

CONTRIBUCIONES DE AUTOR (OPCIONAL)

Todos los autores han contribuido en el desarrollo de este trabajo y redacción del artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guacho, E. (2014). *Caracterización agro-morfológica del maíz (zea mays l.) De la localidad san josé de chazo*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/08837053-6324-4cd6-89c4-d629154686e2>.
2. Carrasco Vargas W, Montero Flores P, Cobos Mora F, Gómez Villalva J, (2023). Historia del maíz desde tiempos ancestrales hasta la actualidad. Zenodo. doi:10.5281/zenodo.10002071.
3. Cuví, Y & Vega, B. (2023). Validación de la respuesta productiva de maíz suave (*Zea mays* L.) variedad Iniap 111 en dos densidades de siembra y cinco niveles de fertilización nitrogenada en la granja Laguacoto III, cantón guaranda, provincia Bolívar. Tesis, Universidad Estatal de Bolívar. Pp 147. <https://dspace.ueb.edu.ec/items/ea6f0ba4-1887-4012-a20a-fe1711694aa4>.
4. Caviedes, M. (2018). *Producción de semilla de maíz duro en el Ecuador: retos y oportunidades*. Ithaca, Nueva York, Estados Unidos: Universidad San Francisco de Quito. doi:<https://doi.org/10.18272/aci.v11i1.1100>
5. Morales, T. (2021). Caracterización de razas de maíz (*Zea mays* L.) Procedentes del banco de germoplasma del Iniap, en el cantón cotacachi, provincia de imbabura. Ibarra: Universidad Técnica del Norte. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11610>.

6. Zambrano, J., Velásquez, J., Peñaherrera, D., Sangoquiza, C., Cartagena, Y., Villacrés, E., . . . Yáñez, C. (2021). *Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana*. Quito-Ecuador: INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5796>
7. Sariths, A., Venkata, A., Nagula, S., & Umarani, E. (2020). Importancia nutricional y valor añadido del maíz. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino-INTA. <https://repositorio7.inta.gob.ar/items/71b145d7-ee55-46e2-8738-3a94c2a377bb/full>.
8. Ponce, C., Torija, E., Matallana, C., & Pintado, C. (2020). Interés de los germinados y su Seguridad Alimentaria. *Nutricion clinica y dietetica hospitalaria*, 40(1), 62-73. doi:10.12873/401ponce
9. Serna, L., Pabon, O., & Quintana, J. (2019). Efectos de la Fuerza Iónica y el Tiempo de Remojo de Legumbres Secas sobre sus Propiedades Tecnofuncionales. *Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira*, 30(2), 201-210. doi:http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000200201
10. Tamanna N, Mahmood N. Food processing and Maillard reaction products: Effect on human health and nutrition. *Int J Food Sci*. 2017;2017:5267624. doi:10.1155/2017/5267624.
11. Contreras-Jiménez B, Del Real A, Millan-Malo BM, Gaytán-Martínez M, Morales-Sánchez E, Rodríguez-García ME. Physicochemical changes in barley starch during malting. *J Inst Brew*. 2019;125(1):10-18. doi:10.1002/jib.547.
12. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 1842:2013. Productos vegetales y de frutas, Determinación de pH (IDT). Quito (EC): INEN; 2013.
13. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 381:1986. Conservas vegetales. Determinación de acidez titulable. Método potenciométrico de referencia. Quito (EC): INEN; 1986.
14. International Organization for Standardization (ISO). ISO 2173:2003. Fruit and vegetable products, Determination of soluble solids, Refractometric method. 2nd ed. Geneva (CH): ISO; 2003.
15. Baur, F.J., Ensminger, L.G. The Association of Official Analytical Chemists (AOAC). *J Am Oil Chem Soc* **54**, 171–172 (1977). <https://doi.org/10.1007/BF02670789>.
16. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2304:2017. Refrescos o bebidas no carbonatadas. Requisitos. Primera revisión. Quito (EC): INEN; 2017.
17. Paredes, J., Barrigas, D., Muñoz, F., Pineda, J., & Pineda, C. (2022). Desarrollo de un bioproceso para la producción de malta a partir de maíz. *Revista Biorrefineria*. <https://www.cebaecuador.org/wp-content/uploads/2022/01/18.pdf>
18. López, C. (2019). Detección y selección de metabolitos bioquímicos como marcadores de calidad en el proceso cervecero. Universidad Autónoma de Nuevo León. <http://eprints.uanl.mx/19737/>.
19. Moreira Vera, D., Ormaza, G., & Quiroz, K. (2021). *Efectos del malteado y variedad de maiz en las características fícoquímicas y sensoriales en una bebida refrescante*. *Yachasum*, 4 (7). <https://editorialibkn.com/index.php/Yachasun/article/view/85>.

20. García, U. (2021). Sistema de malteado y evolucion de la malteria I. Tarma-Peru: ESCYM. <https://aetcm.es/wp-content/uploads/2024/09/2021-229-SISTEMAS-DE-MALTEADO-Y-EVOLUCION-DE-LA-MALTERIA-PARTE-I.pdf>
21. Osorio, V., & Pabon, J. (2022). Efecto de las temperaturas y tiempos de tueste en la calidad sensorial del café. *Revista Cenicafe*, 73(1), 24-37. doi:<https://doi.org/10.38141/10778/73102>
22. Severiano, P. (2021). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Revistas UNAM*. 7 (19). <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
23. Urango, L. (2018). Componentes del maiz en la nutricion humana. Quito-Ecuador: Universidad de Antioquia. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/biogenesis/article/download/336229/20791758/>