

Bebida de kombucha con sabor a guayaba (*Psidium guajava*): Compuestos antioxidantes, fisicoquímicos y aceptabilidad sensorial

Guava-flavored kombucha drink (*Psidium guajava*): antioxidants, physicochemical compounds and sensory acceptability

Ingri Victoria Saltos Barre¹; Jordan Javier García Mendoza^{1, 2*}
José Patricio Muñoz Murillo^{1, 2}; Luis Iván Basurto Cedeño¹

1 Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Agrociencias. Sitio las Animas vía Boyacá, Chone, Ecuador.

2 Grupo de Investigación: Industrialización de Productos y Subproductos Agroindustriales "IPSA", Facultad de Agrociencias, Universidad Técnica de Manabí. Chone, Ecuador.

* Autor correspondiente: jgarcia4408@utm.edu.ec (J. J. García Mendoza).

ORCID de los autores:

J. J. García Mendoza: <http://orcid.org/0000-0002-1204-580X>

J. P. Muñoz Murillo: <http://orcid.org/0000-0002-9161-685X>

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar los compuestos antioxidantes, fisicoquímicos y sensoriales en una bebida de kombucha sabor a guayaba. Se aplicó un diseño completamente al azar con arreglo factorial, el factor en estudio correspondió a las concentraciones de fruta de guayaba al 10%, 20%, 30% y 40%. Se establecieron 5 tratamientos incluido un control. Se utilizó análisis de varianza, prueba de Dunnett y Kruskal Wallis al 5% de significancia. Se evaluaron parámetros de perfil funcional, fisicoquímicos, microbiológicos, colorimetría, sensoriales, estabilidad probiótica y levaduras. Se presentaron excelentes resultados en cuanto a fenoles totales ($200,23 \pm 0,36 - 242,36 \pm 1,52$ mg ácido gálico equivalente/100 mL) y antioxidantes ($85,85 \pm 1,92 - 132,08 \pm 1,25$ (DPPH); $206,05 \pm 4,61 - 317,01 \pm 3,01$ (ABTS) $\mu\text{mol trolox equivalente}/100$ mL). El atributo aroma presentó significancia estadística ($p < 0,05$), mientras que, color, sabor y apariencia general fueron no significativos ($p > 0,05$). Los tratamientos con factor en estudio presentaron inestabilidad en el conteo de levaduras. Todas las formulaciones cumplieron con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos exigidos en la norma internacional DUS 2037 "Kombucha-Specification". Se demostró que un 40% de fruta de guayaba aumentó el contenido de compuestos bioactivos en la bebida de kombucha.

Palabras clave: antioxidantes; guayaba; kombucha; levaduras; sensorial.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the antioxidant, physicochemical and sensory compounds in a guava-flavored kombucha drink. A completely randomized design with a factorial arrangement was applied, the factor under study corresponded to guava fruit concentrations at 10%, 20%, 30% and 40%. Five treatments were established including a control. Analysis of variance, Dunnett test and Kruskal Wallis at 5% significance were used. Functional profile, physicochemical, microbiological, colorimetric, sensory, probiotic stability and yeast parameters were evaluated. Excellent results were presented regarding total phenols ($200.23 \pm 0.36 - 242.36 \pm 1.52$ mg gallic acid equivalent/100 mL) and antioxidants ($85.85 \pm 1.92 - 132.08 \pm 1.25$ (DPPH); $206.05 \pm 4.61 - 317.01 \pm 3.01$ (ABTS) $\mu\text{mol trolox equivalent}/100$ mL). The aroma attribute presented statistical significance ($p < 0.05$), while color, flavor and general appearance were not significant ($p > 0.05$). The treatments with the study factor presented instability in the yeast count. All formulations met the physicochemical and microbiological requirements demanded in the international standard DUS 2037 "Kombucha-Specification". 40% guava fruit was shown to increase the content of bioactive compounds in kombucha drink.

Keywords: antioxidants; guava; kombucha; yeasts; sensory.

Recibido: 24-01-2025.

Aceptado: 10-05-2025.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRODUCCIÓN

El consumo de alimentos con declaraciones de propiedades saludables entre los consumidores está aumentando como una forma de abordar las enfermedades crónicas prevalentes relacionadas con la dieta y mejorar la salud. Los productos alimenticios fermentados suelen encajar en esta categoría. Kombucha, un té fermentado, se consume ampliamente en todo el mundo por su combinación específica de compuestos probióticos, fitoquímicos, flavonoides, polifenoles, aminoácidos, ácido fólico y metabolitos (Yaowei et al., 2022).

La kombucha es agua de té azucarada fermentada con una asociación simbiótica de bacterias del ácido acético y levaduras que forman el "hongo del té (Kombucha)" (Campos et al., 2021). En su proceso de producción se utiliza principalmente té verde y negro, es consumida tradicionalmente en China, Rusia, Alemania y Medio Oriente (Xiaotong et al., 2022). Es una bebida ligeramente dulce y ligeramente ácida, puede prevenir varios tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares, promover la función hepática y estimular el sistema inmunológico (Zhou et al., 2019). De acuerdo con Freitas et al. (2022) el campo académico a lo largo de los años ha buscado información sobre la kombucha, sus aspectos sensoriales y propiedades funcionales, en donde se ha evaluado el uso de materias primas alternativas en reemplazo de los ingredientes tradicionalmente empleados en la producción de la bebida, como el uso de otros microorganismos para reemplazar el SCOBY, infusiones e incluso jugos de frutas, sin embargo, las infusiones de vegetales, especias, jugos, frutas, hierbas y hojas en la producción de kombucha es un vasto campo que aún no se ha explorado en su totalidad.

La guayaba (*Psidium guajava*) es originario de América, pertenece a la familia de las Mirtáceas (Myrtales: Myrtaceae) y actualmente se cultiva en todo el mundo (Yam et al., 2010; Vargas et al., 2018). En Ecuador sus principales zonas de cultivo se encuentran en las provincias de Tungurahua y Pastaza, donde su producción es durante todo el año, siendo octubre y enero los meses de mayor cosecha de la fruta (Villalba, 2022). El país cuenta con una producción de aproximadamente 40 toneladas por ha/año, la cual es destinada al mercado local e internacional (Negrete, 2021). Es una fruta tropical de alto valor, por su poder antioxidante, contenido de calcio, fósforo, vitaminas A, B1 (tiamina), B2 (riboflavina) y ácido ascórbico (Estrada et al., 2018). Incluso presenta más vitaminas que muchos cítricos conocidos como la naranja o el limón, también contiene gran cantidad de nutrientes, agua, hidratos de carbono, fibra, vitamina C y potasio, y otros en menor cuantía como grasas, proteínas, vitaminas del grupo B, ácido pantoténico, folatos, magnesio, sodio, hierro, zinc, cobre, y selenio. Se ha demostrado que regula la presión arterial y mejora la circulación (Rodríguez et al., 2020).

La guayaba es una fruta con potenciales propiedades antioxidantes, vitaminas y minerales, en cuanto a la bebida de kombucha es un producto con gran aporte de nutrientes y compuestos bioactivos que puede ser combinada con otras materias primas que permitan mejorar sus atributos tanto nutricionales como a nivel sensorial. Por lo tanto, en este estudio se planteó evaluar los compuestos antioxidantes, fisicoquímicos y sensoriales en una bebida de kombucha (*Medusomyces gisevi*) sabor a guayaba (*Psidium guajava*).

METODOLOGÍA

Materias primas

Para la formulación de la bebida de Kombucha se trabajó con té negro *Camellia sinensis* comercial, sacarosa y agua, las cuales se adquirieron en el supermercado local del cantón Chone, provincia de Manabí. La Cepa (Scoby "Hongo de Kombucha") se adquirió en la tienda de alimentos orgánicos "La Molienda Sambo" ubicada en Samborondón Km 10.5/Urb. Fuentes del Río, provincia del Guayas, Ecuador. Para saborizar la bebida de Kombucha se utilizó fruta de guayaba procedente de la parroquia Convento del cantón Chone, provincia de Manabí.

Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial. El factor en estudio correspondió a las concentraciones de fruta de guayaba al 10%, 20%, 30% y 40%, más un tratamiento control, con tres réplicas por formulación respectivamente. Se obtuvo un total de 15 unidades experimentales (Tabla 1).

Unidad experimental

Las concentraciones de guayaba se obtuvieron en relación a la unidad experimental (U.E) de 4000 ml de bebida de kombucha (Tabla 2).

Tabla 1

Tratamientos en estudio del diseño experimental

Tratamientos	Factor A: % fruta de guayaba	Réplicas
T ₀	0	3
T ₁	10	3
T ₂	20	3
T ₃	30	3
T ₄	40	3

Procedimiento experimental

Se receptaron y seleccionaron frutas de guayaba con estado de madurez entre verde/amarillo sin presencia de golpes, magulladuras y hongos, se continuó con el desinfectado de las frutas con una solución de hipoclorito de sodio a 20 ppm, luego con el uso de un cuchillo de acero inoxidable se realizó el troceado de la fruta en cuatro partes por cada unidad, posteriormente se envasaron en fundas herméticas de polietileno y se almacenaron a temperatura de refrigeración de 4 °C hasta su posterior utilización.

Para el proceso de elaboración de la bebida de kombucha se tomó como referencia la metodología propuesta por Yaowei et al. (2024) con algunas modificaciones.

Tabla 2
Formulaciones de bebida de kombucha con fruta de guayaba

Materias primas	Tratamientos en estudio				
	T0 0 % guayaba	T1 10 % guayaba	T2 20 % guayaba	T3 30 % guayaba	T4 40 % guayaba
Guayaba	0,0	400 g	800 g	1,200 g	1,600 g
Sacarosa	300 g	300 g	300 g	300 g	300 g
Hongo Scoby	1 u	1 u	1 u	1 u	1 u
Ingredientes constantes					
Agua	2,500 ml	2,500 ml	2,500 ml	2,500 ml	2,500 ml
Infusión de té negro	1,000 ml	1,000 ml	1,000 ml	1,000 ml	1,000 ml
Jarabe de kombucha	500,0 ml	500 ml	500 ml	500 ml	500 ml
Total	4,000 ml	4,000 ml	4,000 ml	4,000 ml	4,000 ml

Se realizó la recepción de materias primas de acuerdo a la Tabla 2. El primer procedimiento consistió en realizar la infusión de té negro, para esta operación se tomó una olla de acero inoxidable y se añadió 1 litro de agua, posteriormente se llevó a temperatura de ebullición (100 °C), luego se retiró de la estufa (cocina industrial) y se agregó 10 bolsas de té negro por un tiempo de 15 minutos (pasado el tiempo establecido se retiran las bolsas de té). La infusión se mezcló con 2,500 ml de agua y se dejó enfriar a temperatura ambiente 28 °C.

Obtenida la infusión de té negro se adicionó 300 g de sacarosa (75 g/l) y se mezcló hasta su total disolución, este insumo se añadió en relación a la cantidad de litros de la U.E.

La infusión templada se transvasó en recipientes de vidrio cristalizados de boca ancha con capacidad de 8 litros previamente esterilizados, luego se añadió 500 ml de jarabe de kombucha (Starter) y se mezcló durante 1 minuto, seguido se agregó una unidad de disco de Scoby (hongo de té) y posteriormente con el fin de permitir el ingreso de oxígeno en la bebida, los frascos fueron cubierto con tela de lienzo y reforzadas con ligas alrededor de la circunferencia del envase.

Se dio paso a la primera fermentación de la bebida de kombucha, para esta operación se dejó fermentar el producto durante 10 días a temperatura de 20 - 25 °C, este proceso se realizó en una cámara de fermentación oscura para impedir el ingreso de luz. Transcurrido el tiempo de fermentación se retiró el hongo del té (Scoby). Luego la bebida se decantó en frascos de vidrio esterilizados con capacidad de 6 litros, posteriormente de acuerdo con cada tratamiento establecido en la Tabla 2 se añadieron los porcentajes de fruta de guayaba (10%, 20%, 30% y 40 %). Se continuó con la segunda fermentación, se dejó fermentar la bebida de kombucha con fruta de guayaba por un tiempo de 5 días a temperatura de 20 - 25 °C, en este proceso los frascos de vidrio fueron sellados con su respectiva tapa, a las cuales se les instaló un sistema de evacuación de gases (air lock) por la presencia de dióxido de carbono que se genera en la bebida. Transcurrida la segunda fermentación se procedió con el envasado de la kombucha, para ello, se retiró la fruta de guayaba, luego se tomó un embudo y un lienzo para filtrar la bebida, la cual se envasó en botellas de vidrio esterilizadas con capacidad de 200 ml.

Los productos experimentales de bebida de kombucha sabor a guayaba se almacenaron en refrigeración a temperatura de 4 °C por 72 horas hasta su posterior análisis de laboratorio.

Análisis de laboratorio

En la bebida de kombucha con fruta de guayaba se realizaron los siguientes análisis.

Funcionales: la actividad antioxidante se determinó por medio de los métodos espectrofotométricos (ABTS y DPPH) y fenoles totales mediante el método de ensayo espectrofotométrico (Folin-Ciocalteu).

Fisicoquímicos: azúcares reductores (NTE INEN 358), pH (NTE INEN-ISO 1842) y contenido alcohólico (NTE INEN 1340).

Colorimetría: se analizó el color de los productos experimentales mediante el método instrumental colorímetro CR-400 Konica Minolta, previamente calibrado. Se evaluaron parámetros de L* (luminosidad) a* (saturación) y b* (tono).

Microbiológicos: se analizó la calidad microbiológica con los ensayos: mesófilos aerobios (NTE INEN 1529-5), coliformes (NTEN INEN 1529-7), *Staphylococcus aureus* (NTE INEN 1529-14), *Escherichia coli* y *Salmonella* (ISO 16649-2: 2011).

Estabilidad probiótica y levaduras: se evaluó el comportamiento de bacterias ácido lácticas según el método de ensayo (Man, Rogosa y Sharpe). La presencia de levaduras se determinó por medio del método de ensayo (NTE INEN 1529-10). Para la evaluación de ambos microorganismos se tomaron muestras cada 15 días por un tiempo de 60 días.

Análisis sensorial

Participaron 70 panelistas no entrenados, a los que se les entregó las muestras en vasos transparentes, codificadas y en orden aleatorio, más un test hedónico con escala de 7 puntos, siendo 1 la aceptación más baja y 7 la aceptación más alta. Para el respectivo enjuague bucal entre muestras se les facilitó un vaso con agua. Los catadores evaluaron los atributos: aroma, sabor, color y apariencia general.

Análisis estadístico

Para el procesamiento de los datos se utilizó el software estadístico Minitab 18.

Análisis de varianza (ANOVA): para verificar la diferencia significativa entre los tratamientos.

Prueba de Dunnett: para medir la magnitud de las diferencias significativas entre los tratamientos en estudio frente al tratamiento control con un nivel de significancia del 5% y 95% de confianza.

Prueba de contraste Kruskal Wallis: estadística no paramétrica que se aplicó a los datos de perfil sensorial con un nivel de 5 % de significancia.

Los resultados se expresaron en media \pm desviación estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de compuestos funcionales, fisicoquímicos y colorimetría en la bebida de kombucha

Los resultados de análisis de varianza para las variables de perfil funcional, fisicoquímicos y colorimetría detallados en la Tabla 3, demostraron que todos los tratamientos presentaron significancia estadística al 0,05%. Seguido se realizó la comparación de promedios según Dunnett.

Actividad antioxidante (DPPH y ABTS)

Se aplicó la prueba de comparación de promedios según Dunnett, la cual estableció que, en la variable DPPH el tratamiento T1 y T0 no fueron significativamente diferentes entre sí, no obstante, el tratamiento T2, T3 y T4 sí presentaron significancia estadística frente al tratamiento control, de igual forma, la variable ABTS presentó los mismos resultados.

Al adicionar 10 % de fruta de guayaba en la bebida de kombucha no se genera un aumento significativo de antioxidantes, sin embargo, al añadir concentraciones mayores de 20%, 30% y 40% los niveles de antioxidante aumentan en el producto terminado. Esto se debe probablemente a que, durante la segunda fermentación se genera una maceración de la fruta junto con el alcohol presente en la bebida, lo cual permite que las propiedades de la fruta se transfieran al líquido de la kombucha. Es decir, que entre mayor sea su concentración de guayaba mayor serán los niveles de actividad antioxidante en la bebida de kombucha.

El tratamiento con mayor contenido de antioxidantes tanto en DPPH y ABTS fue el tratamiento T4 con $132,08 \pm 1,25 - 317,01 \pm 3,01$ $\mu\text{mol Trolox equivalente/ 100 mL}$, a diferencia del tratamiento control que presentó niveles inferiores entre $85,85 \pm 1,92 - 206,05 \pm 4,61$ $\mu\text{mol Trolox equivalente/ 100 mL}$. Yurista et al. (2018) determinaron un contenido de 35,62% de actividad antioxidante en bebida de kombucha sabor a manzana variedad Fuji. Al contrario, Li et al. (2022) lograron determinar un porcentaje de actividad antioxidante de $23,68 \pm 2,25$ (ABTS) en una bebida de kombucha saborizada con fruta de uva, de acuerdo con el autor, al añadir frutas al producto fermentado las propiedades de la bebida pueden aumentar significativamente.

Fenoles totales

La prueba de Dunnett estableció que, el tratamiento T1, T2, T3 y T4 sí presentaron significancia estadística frente al tratamiento control. Lo cual indicó que las concentraciones entre 10, 20, 30 y 40 % de guayaba aumentan los niveles de fenoles totales en la bebida de kombucha. De acuerdo con los resultados el tratamiento con mayor contenido de fenoles totales fue la formulación del T4 con $242,36 \pm 1,52$ mg ácido gálico equivalente/100 mL, en menor valor se encontró al tratamiento control con $200,23 \pm 0,36$ mg ácido gálico equivalente/100 mL. La fruta de guayaba puede aportar un valor significativo de fenoles totales en la bebida de kombucha. Sornkayazit et al. (2024) demostraron que al añadir subproductos de piña (corazón + cáscara) en la bebida de kombucha el contenido fenólico total aumentó en comparación con la kombucha original cuyos resultados fueron $(0,23 \pm 0,01$ vs $0,57 \pm 0,03$ mg/mL).

En este estudio, la bebida fermentada del T0 (tratamiento control) a pesar de mantener un valor inferior de fenoles totales en comparación con los demás tratamientos en estudio, también posee una alta concentración de este compuesto bioactivo debido a las propiedades funcionales presentes en el té negro, no obstante, este valor también puede ser variable de acuerdo con el tipo de extracto que se utilice como base para la bebida de kombucha. Massoud et al. (2022) mencionan que los polifenoles y la actividad eliminadora de radicales libres de la kombucha es mayor cuando se elabora con otras variedades de té como el té verde. Sin embargo, Ruo et al. (2024) demostraron que, al reemplazar té tradicional por fuentes alternativas como residuos de regaliz, el contenido fenólico puede aumentar hasta 2,41 veces más en la bebida de kombucha.

Azúcares reductores

La prueba de Dunnett estableció que el tratamiento T0 y T1 no presentaron significancia estadística entre sí, pero los tratamientos T2, T3 y T4 sí fueron estadísticamente diferentes frente al tratamiento control (T0). Este permite corroborar que cantidades superiores al 20% de fruta de guayaba influyen de manera significativa sobre este parámetro fisicoquímico en la bebida de kombucha.

Tabla 3

Resultados de análisis de varianza para el perfil funcional, fisicoquímico y colorimétrico en la bebida de kombucha

Parámetros	Tratamientos en estudio					Sig. Dunnett
	T0 0% guayaba	T1 10% guayaba	T2 20% guayaba	T3 30% guayaba	T4 40% guayaba	
A.A DPPH	$85,85 \pm 1,92^A$	$86,91 \pm 1,94^A$	$101,35 \pm 1,45$	$102,54 \pm 0,82$	$132,08 \pm 1,25$	0,000
A.A ABTS	$206,05 \pm 4,61^A$	$208,47 \pm 4,76^A$	$243,25 \pm 3,48$	$246,12 \pm 1,98$	$317,01 \pm 3,01$	0,000
Fenoles totales	$200,23 \pm 0,36^A$	$211,65 \pm 0,86$	$212,17 \pm 0,47$	$225,84 \pm 0,63$	$242,36 \pm 1,52$	0,000
A. R	$90,52 \pm 0,01^A$	$122,91 \pm 2,64^A$	$125,35 \pm 6,83$	$146,61 \pm 9,02$	$155,23 \pm 2,71$	0,000
pH	$3,52 \pm 0,02^A$	$4,22 \pm 0,02$	$4,09 \pm 0,03$	$4,93 \pm 0,02$	$5,04 \pm 0,08$	0,000
C. A	$6,11 \pm 0,01^A$	$6,42 \pm 0,02$	$6,51 \pm 0,03$	$6,54 \pm 0,01$	$6,55 \pm 0,04$	0,000
L*	$99,09 \pm 0,02^A$	$98,83 \pm 0,61^A$	$96,10 \pm 0,02$	$97,79 \pm 0,32$	$98,69 \pm 0,49^A$	0,000
a*	$-1,46 \pm 0,19^A$	$0,93 \pm 0,01$	$0,15 \pm 0,01$	$0,36 \pm 0,21$	$0,55 \pm 0,00$	0,000
b*	$24,40 \pm 1,65^A$	$35,50 \pm 0,05$	$36,32 \pm 0,02$	$35,10 \pm 0,02$	$36,08 \pm 0,06$	0,000

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control. **A.R:** Azúcares reductores. **C.A:** contenido alcohólico.

En las formulaciones experimentales, el tratamiento con menor contenido de azúcares reductores fue el T0 con $90,52 \pm 0,01$ g/L, y en mayor valor el tratamiento T4 con $155,23 \pm 2,71$ g/L. Trovatti et al. (2021) obtuvieron una concentración de azúcares reductores totales entre 32,3 y 74,5 g L⁻¹. De acuerdo con Ri et al. (2022) los cambios en el contenido de azúcar reductor pueden aumentar en la bebida de kombucha, a medida que el azúcar, un azúcar no reductor, se degradaba y se convierte en azúcar reductor.

Sin embargo, el aumento de azúcares reductores en la bebida de kombucha con fruta de guayaba, no solo se puede deber al contenido de sacarosa presente en el sustrato inicial, sino también al azúcar total que se encuentra presente en la fruta de guayaba, según estudios reportados por Dolkar et al. (2017) esta fruta aporta un 8,50% de azúcar total, de igual forma lo corroboran Mehta et al. (2016) quienes determinaron un contenido de 7,38% en azúcares totales en diferentes variedades de frutas de guayaba.

pH

La prueba de Dunnett estableció que los tratamientos T1, T2, T3 y T4 presentaron significancia estadística frente al tratamiento control. El tratamiento que presentó menor pH fue el T0 con $3,52 \pm 0,02$ y en mayor valor la formulación 40% fruta de guayaba (T4) con un promedio de $5,04 \pm 0,08$. A excepción del tratamiento T0, los valores expuestos en este estudio se encuentran dentro del rango establecido por Neffe et al. (2017) quienes indican que un pH entre 3,6 a 6,3 es ideal para las bacterias ácido acéticas, mientras que, en el caso de las levaduras dependerá de la especie y la cepa, no obstante, en promedio se encuentra entre 4,5 – 6,5.

Contenido alcohólico

Según la prueba de Dunnett, los tratamientos T1, T2, T3 y T4 fueron significativamente diferentes frente al tratamiento control. Las diferentes concentraciones de fruta de guayaba influyeron sobre este parámetro fisicoquímico en la bebida de kombucha, esto se debió probablemente a la función que cumplen las levaduras en convertir los azúcares fermentables de la fruta en alcohol.

La formulación de bebida de kombucha que presentó menor contenido alcohólico fue el T0 con $6,11 \pm 0,01\%$, mientras que, en mayor valor se encuentra el tratamiento con 40% fruta de guayaba (T4) el cual manifestó un promedio de $6,55 \pm 0,04\%$. No obstante, todas las formulaciones se encontraron dentro del límite máximo exigido por la norma internacional DUS 2037 (2018) "Kombucha-Specification" la cual establece un rango de % de alcohol entre 0,5 – 15 (v/v). Muzaiifa

et al. (2022) determinaron un % de alcohol entre 0,60 – 1,31 v/v en kombucha con fruta del dragón (pitahaya roja).

L*, a* y b*

Se aplicó la prueba de comparación de promedios según Dunnett para los parámetros de escala CIELab. Se determinó que, para el parámetro de luminosidad (L*) el tratamiento T0, T1 y T4 no presentaron significancia estadística ($p > 0,05$) entre sí, sin embargo, los tratamientos T2 y T3 si fueron estadísticamente diferentes frente al tratamiento control. En cuanto a las coordenadas a* y b* se estableció que los tratamientos T1, T2, T3 y T4 sí presentaron significancia estadística frente al tratamiento T0. Al presentar valores cercanos a 100, todos los tratamientos presentaron una alta luminosidad (L*), mientras que, para la coordenada a* el tratamiento T0 presentó un valor negativo de $-1,46 \pm 0,19$ (verde menos intenso), a diferencia de los demás tratamientos con valores positivos entre $0,15 \pm 0,01$ – $0,93 \pm 0,01$ (rojo menos intenso), para la coordenada b*, todas las formulaciones presentaron un color amarillo de media intensidad con promedios de $24,40 \pm 1,65$ para el T0 y entre $35,10 \pm 0,02$ – $36,32 \pm 0,02$ para los demás tratamientos con fruta de guayaba.

Los resultados expuestos en esta investigación se encuentran similares a los reportados por Treviño et al. (2020) quienes obtuvieron una bebida de kombucha color ámbar con los siguientes valores L* (21,60–28,45; ligeramente oscuro) a* (1,45–4,75; + rojo) y b* (10,05–21,90; + amarillo). Lazzaroli et al. (2023) demostraron que al añadir diferentes concentraciones de hojas de olivo en la bebida de kombucha, los niveles de color varían ligeramente (L*: $97,41 \pm 0,02$ – $94,23 \pm 0,14$; a*: $-0,02 \pm 0,03$ – $-0,20 \pm 0,29$ y b*: $13,88 \pm 0,25$ – $14,41 \pm 0,23$) destacando una densidad de color entre amarillas y verdes.

Análisis de control microbiológico en la bebida de kombucha

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 4, las bebidas de kombucha presentaron ausencia de coliformes, *E. coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella*, no obstante, los tratamientos en estudio si presentaron presencia de microorganismos mesófilos aerobios. En las formulaciones T2, T3 y T4 se obtuvo menor conteo de mesófilos aerobios, mientras que, la formulación control y el T1 presentaron un valor más elevado de unidades formadoras de colonias UFC/mL, no obstante, todos los tratamientos se encontraron dentro del límite exigido por la norma internacional DUS 2037 (2018) kombucha-Specification de 100 UFC/mL para mesófilos aerobios.

Tabla 4
Resultados de análisis microbiológicos en la bebida de kombucha

Parámetros	Tratamientos en estudio				
	T0 0% guayaba	T1 10% guayaba	T2 20% guayaba	T3 30% guayaba	T4 40% guayaba
Mesófilos aerobios	7,79x10	7,12x10	1,10x10 ¹	1,24x10 ¹	1,25x10 ¹
Coliformes	0,0x10	0,0x10	0,0x10	0,0x10	0,0x10
<i>E. coli</i>	0,0x10	0,0x10	0,0x10	0,0x10	0,0x10
<i>S. aureus</i>	0,0x10	0,0x10	0,0x10	0,0x10	0,0x10
<i>Salmonella</i>	0,0x10	0,0x10	0,0x10	0,0x10	0,0x10

Análisis de estabilidad probiótica y levaduras en la bebida de kombucha

De acuerdo los resultados obtenidos en la investigación se determinó ausencia de bacterias ácido lácticas durante los días de evaluación.

En cuanto a la presencia de levaduras, se logró determinar significancia estadística en todas las formulaciones durante los distintos días evaluados, es decir, que las concentraciones de fruta de guayaba influyeron sobre este parámetro de estabilidad microbiológica.

De acuerdo con los resultados establecidos en la Figura 1, el tratamiento con mayor conteo de levaduras durante los días de evaluación fue el T4 ($4,54 \times 10^6$ UPC/mL) y en menor valor el T0 ($1,3 \times 10^3$ UPC/mL). Estos valores superan los establecidos en la norma referencial DUS 2037 (2018) "Kombucha-Specification (10 UFC/mL). Akarca (2021) determinó un contenido de levaduras entre $3,96 \pm 0,28 - 4,31 \pm 0,19$ UFC/mL en kombucha con diferentes frutas (frambuesa, mora, baya roja de Goji).

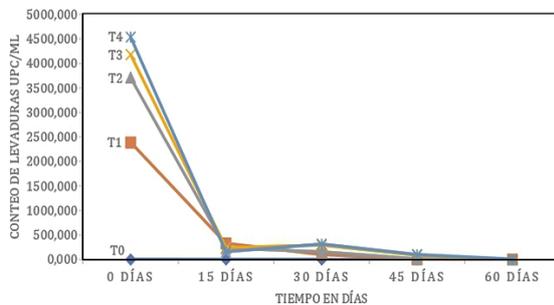


Figura 1. Estabilidad de levaduras en la bebida de kombucha.

En la estabilidad microbiológica de levaduras por tratamientos se determinó que la formulación control T0 presentó mejor estabilidad, a diferencia de los demás tratamientos con fruta de guayaba en fórmula, los cuales manifestaron inestabilidad durante todos los días de evaluación. No obstante, todas las formulaciones demostraron presencia de levaduras, esto se relaciona con lo mencionado por Abdul et al. (2021) quienes establecen que la kombucha presenta un amplio espectro de especies de levaduras (*Saccharomyces*, *Saccharomycodes*). En efecto, a medida que aumentan los niveles de fruta de guayaba, la presencia de microorganismos (levaduras) ascienden, esto es gracias a que la guayaba favorece los niveles de pH en la bebida de kombucha para el desarrollo de levaduras. De acuerdo con Neffe et al. (2017) la concentración de iones de hidrógeno es un factor que puede activar

o inhibir el desarrollo de cada especie de microorganismos en los alimentos entre ellos las levaduras.

Análisis sensorial en la bebida de kombucha

En la Tabla 5 se detallan los resultados de análisis de varianza no paramétrico aplicado en las variables de perfil sensorial de la bebida de kombucha con fruta de guayaba. Se determinó que los atributos sabor, color y apariencia general no presentaron significancia estadística entre los tratamientos ($p > 0,05$), es decir, que las concentraciones de guayaba no influyen sobre la percepción de los catadores sobre estas variables de respuesta, lo que cual indica, que estos atributos fueron considerados similares entre las formulaciones de kombucha. No obstante, el atributo aroma si presentó significancia estadística ($p < 0,05$), por lo tanto, se aplicó la prueba de comparación de promedios.

Aroma: la formulación con menor aceptación organoléptica fue el T1 con una media de calificación de $3,97 \pm 1,68$ y categoría de me disgusta poco, en cuanto al tratamiento con mayor aceptación se encuentra el T4 ($4,89 \pm 1,47$). Niveles de fruta de guayaba superiores al 20% en la formulación de la bebida de kombucha favorecieron la aceptación en aroma por parte de los catadores no entrenados, esto se pudo deber a la presencia de compuestos volátiles que se encuentran en la guayaba. De acuerdo con Cantillo et al. (2011) *Psidium guajava* posee una variedad de este tipo de compuestos (ésteres acetato, aldehídos) que van a depender del estado de madurez de la fruta.

Romano et al. (2023) determinaron que al añadir hojas y tallos de *H. sabdariffa* (jamaica) las bebidas de kombucha sabor a uva presentaron un aroma a vinagre con buena aceptación por parte del panel sensorial. Por otra parte, Dos Santos et al. (2024) lograron obtener una aceptación en aroma de 6 puntos (me gusta poco) para una kombucha con infusión de yerba de mate + miel como fuente de sacarosa.

La poca aceptación por parte de los catadores en el atributo aroma para las formulaciones de bebida de kombucha con fruta de guayaba, se puede deber a la presencia de ácidos volátiles, así lo afirman, Phung et al. (2023) quienes mencionan, que dentro de este tipo de producto pueden estar presentes el ácido decanoico y dodecanoico, los cuales frecuentemente se asocian con impactos negativos en las cualidades de aceptación sensorial de bebidas fermentadas.

Tabla 5
Resultados de análisis sensorial en la bebida de kombucha

Atributos sensoriales	Tratamientos en estudio					Sig. Kruskal W.
	T0 0% guayaba	T1 10% guayaba	T2 20% guayaba	T3 30% guayaba	T4 40% guayaba	
Sabor	4,36 ± 1,72 ^A	3,97 ± 1,68 ^A	4,39 ± 1,76 ^{AB}	4,46 ± 1,56 ^{AB}	4,89 ± 1,47 ^B	0,0193
Color	4,23 ± 1,56 ^A	4,31 ± 1,48 ^A	4,37 ± 1,57 ^A	4,30 ± 1,75 ^A	4,59 ± 1,78 ^A	0,6141
Apariencia g.	4,34 ± 1,82 ^A	4,33 ± 1,70 ^A	4,37 ± 1,84 ^A	4,59 ± 1,76 ^A	4,69 ± 1,81 ^A	0,6502
Aroma	4,66 ± 1,59 ^A	4,74 ± 1,47 ^A	4,54 ± 1,39 ^A	4,81 ± 1,49 ^A	4,54 ± 1,84 ^A	0,7756

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

CONCLUSIONES

La fruta de guayaba permitió generar un aumento significativo de compuestos funcionales en la bebida de kombucha, no obstante, concentraciones superiores al 40 % de fruta en fórmula pueden mejorar los niveles de fenoles totales y actividad antioxidante en el producto experimental.

Las formulaciones experimentales cumplieron con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos establecidos en la norma internacional DUS 2037 “Kombucha-Specification”.

Las bebidas de kombucha con fruta de guayaba, a nivel de colorimetría presentaron una alta luminosidad y amarillo de media intensidad.

En este estudio se determinó ausencia de bacterias ácidos lácticas en las bebidas de kombucha, sin embargo, en cuanto a la presencia de levaduras se logró verificar que durante los días de evaluación

microbiológica existió inestabilidad de este parámetro solo en las formulaciones de bebida con fruta de guayaba, mientras que, la formulación control fue la que presentó mejor estabilidad.

La bebida de kombucha con mayor aceptación en los atributos aroma, sabor y color fue la formulación 40 % fruta de guayaba (T4), mientras que, para la apariencia general fue el tratamiento T3, los catadores no entrenados demostraron una aceptabilidad entre ni me gusta – ni me disgusta, lo cual indicó, que las concentraciones de fruta de guayaba favorecen los atributos sensoriales en el producto fermentando. Sin embargo, es necesario realizar otros estudios con diferentes extractos y frutas que permitan mejorar la percepción del consumidor a nivel sensorial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdul, A., Ahmed, I., Rehab, I., Moustafa, A., Abou, A., & Enan, G. (2021). Chemical constitution and antimicrobial activity of kombucha fermented beverage. *Molecules*, 26(16), 1-10. <https://doi.org/10.3390/molecules26165026>
- Akarca, G. (2021). Determination of potential antimicrobial activities of some local berries fruits in kombucha tea production. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 64, 1-15. <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2021210023>
- Campos, M., Souza, D., Macedo, G., Lima, I., Mendes, A., & Castro, L. (2021). Effect of kombucha intake on the gut microbiota and obesity-related comorbidities: A systematic review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 4-19. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1995321>
- Cantillo, J., Sinuco, D., & Solarte, M. (2011). Estudio comparativo de los compuestos volátiles de tres variedades de guayaba blanca (*Psidium guajava* L) durante su maduración. *Revista Colombiana de Química*, 40(1), 79-90.
- Dolkar, D., Bakshi, P., Gupta, M., & Kher, D. (2017). Biochemical changes in guava (*Psidium guajava*) fruits during different stages of ripening. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 87(2), 257-260. <https://doi.org/10.56093/ijas.v87i2.67659>
- Dos Santos, D., Leonarskid, E., Rossoni, M., Alves, V., Passos, C., & Zanella, V. (2024). Honey-kombucha beverage with yerba maté infusion: Development, polyphenols profile, and sensory acceptance. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2024.100909>
- DUS 2037. (2018). Kombucha— Specification. En línea: https://members.wto.org/crnattachments/2018/SPS/UGA/18_5342_00_e.pdf
- Estrada, H., Restrepo, C., Saumett, H., & Pérez, L. (2018). Deshidratación osmótica y secado por aire caliente en mango, guayaba y limón para la obtención de ingredientes funcionales. *Información Tecnológica*, 29(3), 197-204. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000300197>
- Freitas, A., Sousa, P., & Wurlitzer, N. (2022). Alternative raw materials in kombucha production. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 30, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100594>
- Lazzaroli, C., Sordini, B., Daidone, L., Veneziani, G., & Esposto, S. (2023). Recovery and valorization of food industry by-products through the application of *Olea europaea* L. leaves in kombucha tea manufacturing. *Food Bioscience*, 53, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102551>
- Li, S., Zhang, Y., Gao, J., Li, T., Li, H., Mastroyannis, A., & He, S. (2022). Effect of fermentation time on physicochemical properties of kombucha produced from different teas and fruits: Comparative Study. *Journal of Food Quality*, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2022/2342954>
- Massoud, R., Jafari, R., Naghavi, N., & Khosravi, K. (2022). All aspects of antioxidant properties of kombucha drink. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 12(3), 4018 - 4027. <https://doi.org/10.33263/BRIAC123.40184027>
- Mehta, S., Singh, K., Jat, D., & Rana, D. (2016). Comparative studies of physico-chemical characteristics of various cultivars of guava (*Psidium guajava* L.) under subtropical valley condition of Garhwal Himalaya (Uttarakhand), India. *Plant Archives*, 16(1), 361-364.
- Muzaifa, M., Rohaya, S., Nilda, C., & Harahap, K. (2022). Kombucha fermentation from cascara with addition of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*): analysis of alcohol content and total soluble solid. *Advances in Biological Sciences Research*, 17, 125-129. <https://doi.org/10.2991/absr.k.220102.020>
- Neffe, K., Sionek, B., Scibisz, I., & Kolozyń, D. (2017). Acid contents and the effect of fermentation condition of Kombucha tea beverages on physicochemical, microbiological and sensory properties. *CyTA - Journal of Food*, 15(4), 601-607. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1321588>
- Negrete, C. (2021). Valoración del ácido ascórbico en una bebida de soya (*Glycine max*) y guayaba (*Psidium guajava*) aplicando tres temperaturas de pasteurización. Trabajo Experimental para optar por el título de Ingeniero Agrícola. Universidad Agraria del Ecuador.
- Phung, L., Kitwetcharoen, H., Chamnipa, N., Boonchot, N., Thanonkeo, S., & Tippayawat, P. (2023). Changes in the chemical compositions and biological properties of kombucha beverages made from black teas and pineapple peels and cores. *Scientific Reports*, 13(7859), 1-20. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34954-7>
- Ri, K., JO, K., RA, K., Suh, H., & Hong, K. (2022). Kombucha fermentation using commercial kombucha pellicle and culture broth as starter. *Food Science and Technology*, 1-7. <https://doi.org/10.1590/fst.70020>
- Rodríguez, D., Colominas, A., & Rodríguez, W. (2020). Whey beverage fermented with addition of wheat bran and guava pulp (*Psidium guajava* L.). *Tecnología Química*, 40(2), 428-441.
- Romano, G., Pinto, R., Almeida, É., Abreu, V., Pereira, R., & Fernandes, A. (2023). Kombucha based on unconventional parts of the *Hibiscus sabdariffa* L.: Microbiological, physico-chemical, antioxidant activity, cytotoxicity and sensorial characteristics. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 34, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100804>
- Ruo, X., Dan, Z., Cheng, J., Si, W., Saimaiti, A., & Si, H. (2024). Preparation and evaluation of liquorice (*Glycyrrhiza uralensis*) and ginger (*Zingiber*) officinale kombucha beverage based on antioxidant capacities, phenolic compounds and sensory qualities. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 35, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2024.100869>
- Sornkayasisit, K., Jumnainsong, A., Srijampa, S., Ruknarong, L., Buddhisa, S., & Thanonkeo, P. (2024). Immunomodulatory potentials of modified kombucha with pineapple by-products in aging: An ex vivo study. *Journal of Functional Foods*, 112, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105933>
- Treviño, M., Guerreo, A., González, R., & García, C. (2020). Production of microbial cellulose films from green tea (*Camellia Sinensis*) Kombucha with various carbon sources. *Coatings*, 10(11), 11-32. <https://doi.org/10.3390/coatings10111132>
- Trovatti, A., Cosme, D., Rodrigues, W., Gomes, R., Albano, H., & Kato, R. (2021). Microbial-physicochemical integrated analysis of kombucha fermentation. *Food Science and*

- Technology*, 148, 1-18.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111788>
- Vargas, H., Azuara, A., Lara, J., Ibarra, K., & Grifaldo, P. (2018). Picudo de la guayaba *Conotrachelus dimidiatus* (Champion) una plaga de importancia económica para el cultivo de guayaba *Psidium guajava* L en México. *Revista Mexicana de Fitosanidad*, 2(3), 25-38.
- Villalba, E. (2022). *Estudio Técnico - Económico para la instalación de una planta productora y envasadora de jugo de guayaba*. Trabajo de Titulación para optar por el título de Ingeniero Industrial. Universidad de Guayaquil.
- Xiaotong, W., Dahong, W., Hemin, W., Shiyang, J., Jinpeng, W., Yuxin, H., & Jiangfeng, Y. (2022). Chemical profile and antioxidant capacity of kombucha tea by the pure cultured kombucha. *LWT - Food Science and Technology*, 168, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113931>
- Yam, A., Villaseñor, C., Soto, M., Romantchik, E., & Peña, M. (2010). Una revisión sobre la importancia del fruto de Guayaba (*Psidium guajava* L.) y sus principales características en la postcosecha. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(4), 74-82.
- Yaowei, L., Yan, Z., Tao, Y., Regenstein, J., & Zhou, P. (2022). Functional properties and sensory characteristics of kombucha analogs prepared with alternative materials. *Trends in Food Science & Technology*, 129, 608-616. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.11.001>
- Yaowei, Y., Han, S., He, Y., Liu, R., & Zhou, P. (2024). Comprehensive evaluation of quality and bioactivity of kombucha from six major tea types in China. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 36, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2024.100910>
- Yurista, S., Zubaidah, E., & Rahmadani, N. (2018). Characteristic of physical, chemical, and microbiological kombucha from various varieties of apples. *Earth and Environmental Science*, 131, 1-10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/131/1/012040>
- Zhou, X., Tan, J., Yuanyuan, G., Yongling, L., Feng, X., Gang, L., & Ning, T. (2019). The biocontrol of postharvest decay of table grape by the application of kombucha during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 253(27), 134-139. <https://doi.org/10.1016/j.scientia.2019.04.025>