

Extracto acuoso de hierba luisa y hojas de café en una bebida con lactosuero dulce

Aqueous extract of lemon verbena and coffee leaves in a sweet whey drink

Para citar este trabajo:

Dávila, D; Pincay, G; y Espinoza, H (2024) Extracto acuoso de hierba luisa y hojas de café en una bebida con lactosuero dulce. *Reincisol*, 3(6), pp. 854-871. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)854-871](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)854-871)

Autores:

Dayhanara Brittany Dávila Olaya

Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila

Ciudad: Santo Domingo, País: Ecuador

Correo Institucional: dayhanaradavilaolaya@tsachila.edu.ec

Orcid <https://orcid.org/0009-0008-4557-184X>

Guisella Elizabeth Pincay Aguirre

Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila

Ciudad: Santo Domingo, País: Ecuador

Correo Institucional: guisellapincay@tsachila.edu.ec

Orcid <https://orcid.org/0000-0001-8755-8194>

Héctor Aníbal Espinoza Vaca

Sherydan International Group

Ciudad: Santo Domingo, País: Ecuador

Correo Institucional: hector_espinoza@sherydan.com

Orcid <https://orcid.org/0000-0003-3927-0465>

RECIBIDO: 23 junio 2024

ACEPTADO: 22 julio 2024

PUBLICADO 12 agosto 2024

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar la adición de extracto acuoso de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y hojas de café (*Coffea arabica L.*) en una bebida no carbonatada con lactosuero dulce. El estudio se basó en un solo factor, compuesto por los siguientes tratamientos: T1 (40% EA Hierba Luisa + 20% EA Hojas de café), T2 (20% EA Hierba Luisa + 40% EA Hojas de café), T3 (25% EA Hierba Luisa + 35% EA Hojas de café), y T4 (35% EA Hierba Luisa + 25% EA Hojas de café). Las variables analizadas incluyeron pH, °Brix, carbohidratos, sodio, potasio, cafeína, polifenoles totales y poder antioxidante. Estos parámetros se evaluaron utilizando un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los resultados indicaron que el extracto de hojas de café mostró valores más altos de polifenoles totales y poder antioxidante en comparación con el extracto de hierba luisa. Los análisis fisicoquímicos revelaron pH entre 4,15 y 4,56 y sólidos solubles (°Brix) entre 9,13% y 10,17%. En términos nutricionales, los carbohidratos variaron entre 8,87% y 9,57%, el sodio entre 2% y 10,667%, y el potasio fue del 0,15% para T1 y T3 y 0,14% para T2 y T4. El tratamiento T3 (25% EA Hierba Luisa + 35% EA Hojas de café) se posicionó como el mejor, en cafeína con 11,2 mg/100 g, polifenoles totales de 549 mg/L EAG y poder antioxidante de 1372 mg EAA/L. Estos resultados sugieren que T3 ofrece un balance óptimo de propiedades fisicoquímicas y funcionales.

Palabras claves: Extracto acuoso, hierba luisa, hojas de café, polifenoles totales, poder antioxidante.

Abstract

The aim of this research was to evaluate the addition of aqueous extract of lemon verbena (*Cymbopogon citratus*) and coffee leaves (*Coffea arabica L.*) in a non-carbonated beverage with sweet whey. The study was based on a single factor, composed of the following treatments: T1 (40% EA Lemon verbena + 20% EA Coffee leaves), T2 (20% EA Lemon verbena + 40% EA Coffee leaves), T3 (25% EA Lemon verbena + 35% EA Coffee leaves), and T4 (35% EA Lemon verbena + 25% EA Coffee leaves). The variables analyzed included pH, °Brix, carbohydrates, sodium, potassium, caffeine, total polyphenols and antioxidant power. These parameters were evaluated using a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and three replications. The results indicated that the coffee leaf extract showed higher values of total polyphenols and antioxidant power compared to the lemon verbena extract. Physicochemical analyses revealed pH between 4.15 and 4.56 and soluble solids (°Brix) between 9.13% and 10.17%. In nutritional terms, carbohydrates varied between 8.87% and 9.57%, sodium between 2% and 10.667%, and potassium was 0.15% for T1 and T3 and 0.14% for T2 and T4. The T3 treatment (25% EA Lemon verbena + 35% EA Coffee leaves) was positioned as the best, in caffeine with 11.2 mg/100 g, total polyphenols of 549 mg/L EAG and antioxidant power of 1372 mg EAA/L. These results suggest that T3 offers an optimal balance of physicochemical and functional properties.

Keywords: Aqueous extract, lemon verbena, coffee leaves, total polyphenols, antioxidant power.

INTRODUCCIÓN

En el dinámico sector alimenticio y de bebidas, la innovación es clave para desarrollar productos más saludables y sostenibles. Incorporar ingredientes orgánicos y plantas medicinales, como hierba luisa y hojas de café, preserva los beneficios para la salud del consumidor. La producción minimiza el procesamiento y los aditivos, alineándose con la tendencia de ofrecer productos naturales y funcionales (Barrantes & Segura, 2019). Un ejemplo es la bebida con extracto acuoso de hierba luisa y hojas de café en lactosuero dulce.

La hierba luisa, conocida como *Cymbopogon citratus*, es una planta aromática de Asia tropical con propiedades digestivas y calmantes (Rojas et al., 2020). El extracto acuoso de hierba luisa se obtiene usando agua como solvente, creando un producto natural y libre de químicos.

Las hojas de café, un subproducto de la industria cafetalera, son populares por sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Contienen ácido clorogénico, que ayuda a prevenir enfermedades cardiovasculares y el envejecimiento (Marín et al., 2018). La combinación de estos extractos en una bebida con lactosuero dulce puede ofrecer propiedades digestivas y antioxidantes. El lactosuero dulce, un subproducto de la fabricación del queso, es una fuente de proteínas y probióticos de alta calidad (Williams & Dueñas, 2021).

Este trabajo de investigación busca evaluar la adición de extracto acuoso de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y hojas de café (*Coffea arábica L.*) en una bebida no carbonatada con lactosuero, y sus propiedades funcionales y nutricionales. Se revisará la literatura sobre los ingredientes para asegurar un producto de alto valor nutricional, realizando experimentos a nivel de laboratorio para analizar el efecto de las variables independientes sobre las variables respuesta de la bebida.

La investigación requerirá un enfoque interdisciplinario que abarque la química de los ingredientes, tecnología de alimentos y estudios previos que respalden los beneficios de la bebida. La optimización de la formulación, el proceso de producción y el análisis de la estabilidad serán aspectos clave en el desarrollo de esta innovadora bebida.

MATERIALES Y METODOS

En la presente investigación se realizó un estudio experimental en el que se manipuló un factor con cuatro niveles, cada uno representando combinaciones específicas de porcentajes de extracto acuoso de hierba luisa y hojas de café arábico, generando tratamientos únicos. Estos tratamientos se evaluaron a través de análisis fisicoquímicos, nutricionales y funcionales, y los resultados fueron analizados mediante estadística inferencial para determinar significación y tendencias. Para la evaluación de los datos referentes a las características fisicoquímicas, nutricionales y funcionales de la bebida no carbonatada se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones por cada uno.

El enfoque de la presente investigación es mixto, combinando los paradigmas cuantitativo y cualitativo. En el ámbito cuantitativo, se utilizó la estadística inferencial para determinar los efectos principales derivados de la combinación de los extractos acuosos de hierba luisa y hojas de café arábico en la bebida. En el enfoque cualitativo, se recurrió a datos de investigaciones similares para respaldar los resultados obtenidos y formular conclusiones fundamentadas. Además, se integró la investigación documental, utilizando información secundaria de repositorios universitarios, revistas científicas y libros, para respaldar y fundamentar los resultados experimentales, permitiendo construir nuevo conocimiento y generar perspectivas sobre el tema de estudio.

La hierba luisa utilizada en la investigación se obtuvo del huerto familiar "Olaya Campos" de la parroquia Valle Hermoso de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, mientras que las hojas de café (*Coffea arábica* L.) fueron donadas por el Sr. Marco Guillén, propietario de Otorga Café, en la parroquia San José de Alluriquín, también en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. El lactosuero dulce se obtuvo del proceso de elaboración de queso fresco realizado en la Planta de Procesos del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila.

La mezcla de los extractos acuosos correspondió al 60% del producto final, con una base de lactosuero dulce al 15%, mientras que el 25% restante lo conformaron los demás insumos especificados en el diagrama de flujo. Los instrumentos utilizados en la fase experimental incluyeron un potenciómetro, refractómetro digital,

espectrofotómetro y cromatógrafo líquido (HPLC), los cuales fueron esenciales para la realización de los análisis fisicoquímicos.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Compuesto bioactivo del extracto de las hojas de café

Los datos presentados en la tabla 4 revelan una notable variabilidad en el contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante entre los extractos acuosos estudiados. El extracto de hojas de café exhibe una concentración significativamente mayor tanto de polifenoles totales (1169 mg/L) como de poder antioxidante (2806 mg/L), expresado en equivalentes de ácido gálico y ácido ascórbico, respectivamente. Estos resultados sugieren que las hojas de café de la variedad *Coffea arabica L.*, presentan una mayor concentración de compuestos fenólicos y poseen una mayor capacidad para neutralizar radicales libres en comparación con las hojas de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*).

Tabla 1 Resultados promedios de polifenoles totales y poder antioxidante del extracto acuoso de las hojas de café (*Coffea arabica L.*) y hierba luisa (*Cymbopogon citratus*).

Parámetros	Método de ensayo	Unidades	Extracto	Resultado promedio
Polifenoles Totales	Folin Ciocalteau Espectrofotometría FRAP	mg/L EAG	Extracto de hojas de café	1169 mg/L
			Extracto de hojas de Hierba luisa	139 mg/L
Poder Antioxidante FRAP	Espectrofotometría FRAP	mg/L EAA	Extracto de hojas de café	2806 mg/L
			Extracto de hojas de Hierba luisa	245 mg/L

EAG (Equivalente a ácido gálico), **EAA** (Equivalente a ácido ascórbico).

Esta diferencia puede atribuirse a la diversidad en la composición fitoquímica de ambas plantas, siendo los compuestos fenólicos un grupo heterogéneo con estructuras y actividades biológicas variadas. Es probable que las hojas de café contengan una mayor abundancia de compuestos fenólicos con alta capacidad antioxidante, como los ácidos clorogénicos, que son característicos de este tipo de planta (Marín et al., 2018).

Marín et al. (2018) llevaron a cabo una investigación enfocada en caracterizar la composición bioactiva de las hojas de café. Aunque el estudio no cuantificó polifenoles totales ni su capacidad antioxidante, se mencionó que estas hojas presentan una alta concentración de estos compuestos bioactivos. Los autores destacaron que dicha concentración varía significativamente a lo largo del ciclo fenológico de la planta, siendo mayor durante la fase de floración. En este sentido, esta etapa se presenta como la más prometedora para el desarrollo de productos nutraceuticos a partir de hojas de café, debido a su enriquecido perfil nutricional, que incluye compuestos como cafeína, ácido clorogénico, fósforo, potasio, magnesio, nitrógeno, zinc y boro.

Es preciso señalar que el material vegetal utilizado en esta investigación correspondía a hojas colectadas durante la etapa de floración. Además, los resultados obtenidos mostraron que la concentración de los compuestos bioactivos (tabla 4) estuvo influenciada por la relación sólido-líquido empleada en el proceso de extracción, siendo de 1:8 la proporción utilizada en este caso.

Estudios previos, como el realizado por Vega et al. (2017), han cuantificado el contenido de polifenoles totales en el fruto del café arábigo, reportando una variabilidad en función del grado de tostado y la altitud de cultivo. Sus resultados indicaron concentraciones de polifenoles que fluctuaron entre 28.60 y 46.82 mg GAE/g. Si bien estos hallazgos son relevantes para el fruto del café, los resultados obtenidos en la presente investigación sugieren que las hojas de café, bajo las condiciones experimentales establecidas, presentaron concentraciones de polifenoles totales superiores. No obstante, es importante destacar que la concentración de estos compuestos bioactivos en las hojas puede verse influenciada por diversos factores intrínsecos, como la variedad del café, su etapa fenológica y las características agroecológicas del cultivo.

Mientras tanto, la capacidad antioxidante del café arábigo, medida por el método DPPH, reportó un rango entre 0.11 a 0.20 mmol TE/g (Vega et al., 2017). Además, en otros estudios se encontró una correlación positiva entre el contenido de

polifenoles totales y la actividad antioxidante en cafés puros ($R^2=0.69$) (Martínez et al., 2018). Esto sugiere que los polifenoles son los principales responsables de la capacidad antioxidante del café en todas las partes de esta planta.

Por otra parte, en la investigación de Ordóñez et al. (2020), los análisis de polifenoles totales en hierba luisa demostraron variabilidad en función de si se emplean hojas frescas o secas. Las infusiones elaboradas con hojas de hierba luisa secas presentaron contenidos de polifenoles totales que oscilaron entre 86.84 mg EAG/L y 4161,83 mg EAG/L. Con hojas comerciales se obtuvo un valor promedio de 262.38 mg EAG/L y 541,20 mg EAG/L en infusiones con hojas frescas. Estos resultados no son coincidentes con los de esta investigación donde se obtuvo un valor promedio de 139 mg EAG/L bajo las condiciones de extracción 1:8, es decir, por cada unidad de peso del material vegetal, se utilizaron 8 unidades de volumen de agua. Esta variabilidad puede deberse a factores como el método de preparación, el tipo de variedad, las condiciones de secado y factores agroecológicos de la planta.

Propiedades fisicoquímicas de la bebida no carbonatada con extracto de hojas de café, hierba luisa, y lactosuero dulce.

En la tabla 5 se presentan la distribución estadística de los resultados para los datos de las variables dependientes en estudio. Los supuestos del ANOVA (Normalidad y Homogeneidad) indicaron que los datos para la variable carbohidratos totales y potasio, presentaron una distribución normal y homogénea (Sig. ≥ 0.05), mientras que los datos para pH, °Brix, y sodio, presentaron diferencias estadísticas significativas (Sig. < 0.05).

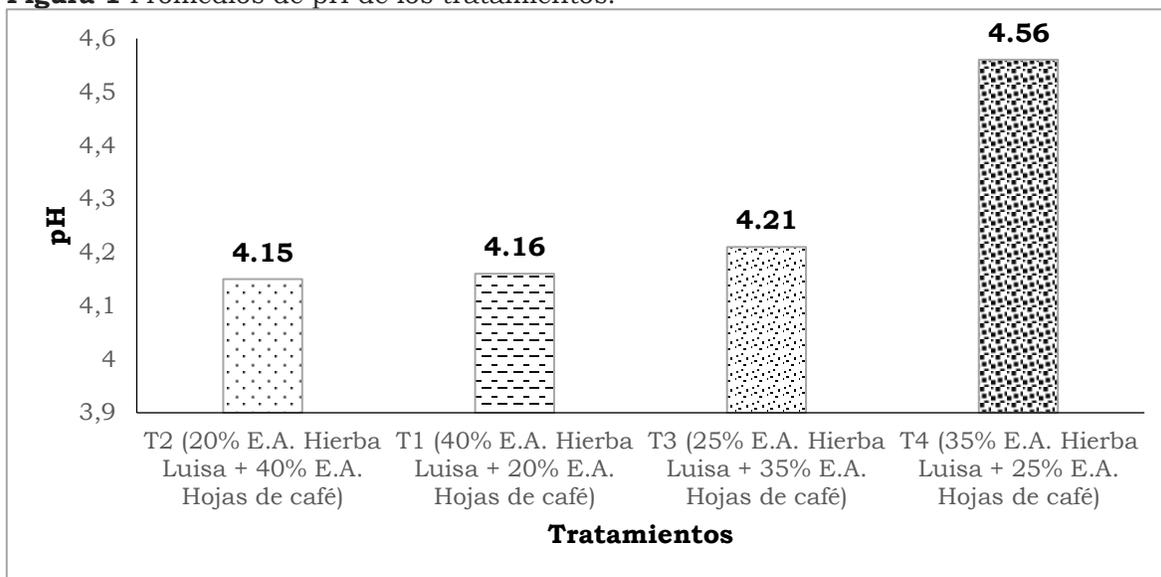
Tabla 5. Supuestos del ANOVA para las variables dependientes en estudio.

Variables dependientes	Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk)			Prueba de homogeneidad (Levene)		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH	0.650	12	0.000	---	---	---
°Brix (%)	0.776	12	0.005	---	---	---
Carbohidratos totales (%)	0.896	12	0.139	0.000	11	1.000
Sodio (%)	0.955	12	0.716	5.333	11	0.026
Potasio (%)	0.875	12	0.077	5.333	11	0.260

- pH

La prueba de Kruskal Wallis indicó diferencias estadísticas significativas (Sig. < 0.05) para las medias de pH de los tratamientos, rechazando la hipótesis nula y aceptando la alternativa que sugiere diferencias. En este sentido, en la figura xx, se aprecia una variabilidad en los valores de pH entre los tratamientos, aunque en general se mantienen dentro de un rango ligeramente ácido (entre 3.9 y 4.6). El tratamiento T4 (35% hierba luisa + 25% hojas de café) presentó el pH más alto (4.56), mientras que los tratamientos T2 y T1 mostraron los valores de pH más bajos (4.15 y 4.16, respectivamente). Esta variación en el pH puede ser atribuida a la composición química del extracto acuoso de hierba luisa y hojas de café, así como a otros componentes presentes en las muestras.

Figura 1 Promedios de pH de los tratamientos.



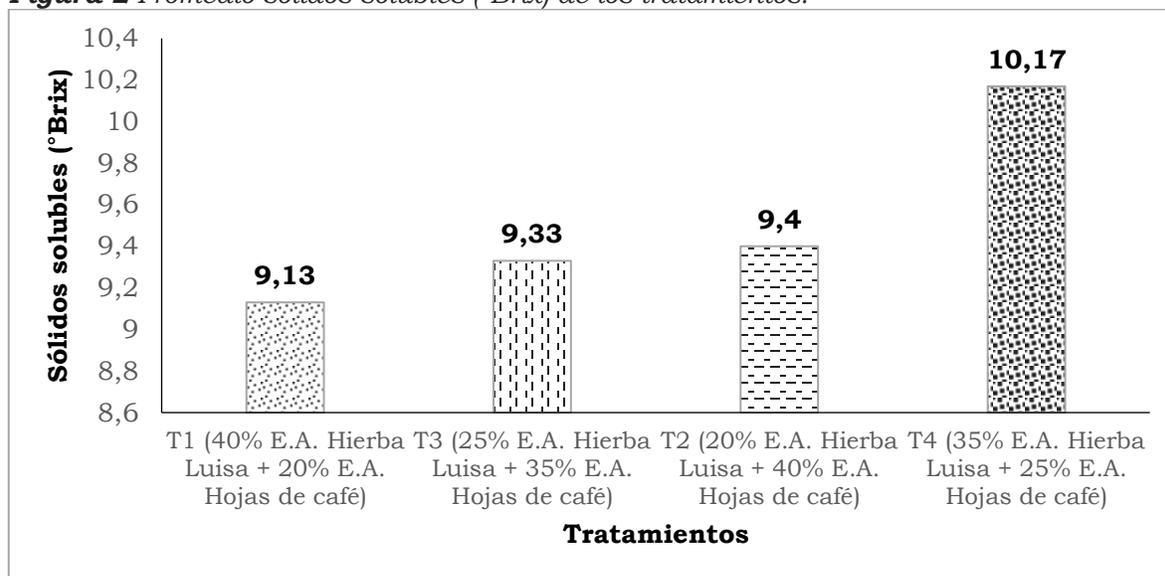
De acuerdo con la NTE INEN 2304-1 (2017), los refrescos o bebidas no carbonatadas deben mantener un pH en el rango de 2.0 a 4.5. En este sentido, tres tratamientos cumplen con los requisitos estipulados por la norma antes mencionados. Sin embargo, el tratamiento T4, con un pH de 4.56, se encuentra

ligeramente fuera del rango máximo establecido (4.5), lo que probablemente se debe al aumento en el porcentaje de extracto de hierba luisa.

- Sólidos solubles (°brix)

La prueba no paramétrica de Kruskal Wallis indicó diferencias estadísticas significativas (Sig. 0.016) para los tratamientos en relación de los sólidos solubles (°Brix), aceptado la hipótesis alternativa que sugiere diferencias. Los resultados muestran una variabilidad moderada en el contenido de sólidos solubles entre los tratamientos evaluados (figura 2). El tratamiento T4 (35% hierba luisa + 25% hojas de café) presentó el mayor contenido de sólidos solubles (10.17 °Brix), mientras que el tratamiento T1 (40% hierba luisa + 20% hojas de café) mostró el menor valor (9.13 °Brix).

Figura 2 Promedio sólidos solubles (°Brix) de los tratamientos.



En este caso, los resultados sugieren que la relación de hierba luisa influyó en el contenido total de sólidos solubles del producto final, tal y como lo muestra la tendencia presentada en la figura 2, donde al parecer el extracto acuoso de hierba

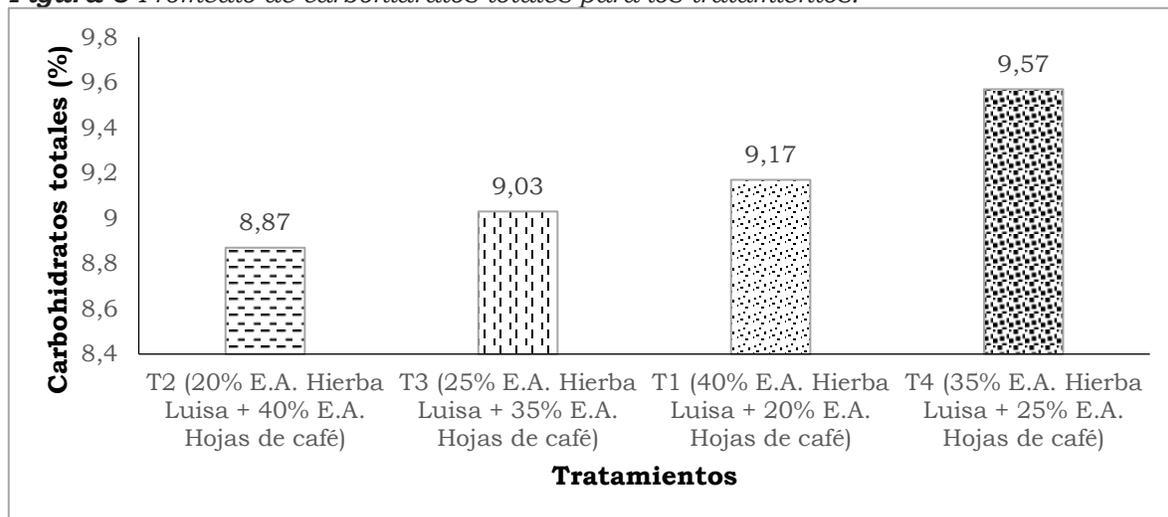
luisa aportó diferentes cantidades de azúcares y otros compuestos solubles, lo que explicaría las variaciones observadas entre los tratamientos.

En la investigación realizada por Ruiz et al. (2018), que desarrollaron una bebida refrescante de lactosuero dulce sabor a maracuyá, se obtuvieron valores de 11°Brix en sus tres tratamientos. Esto es razonable, ya que se añadió la misma cantidad de azúcar blanca en todas las formulaciones. Los valores obtenidos para los tratamientos T1, T2 y T3 están dentro del rango establecido por la normativa INEN (2017), que permite un máximo de 15% de sólidos solubles en bebidas no carbonatadas. Sin embargo, el valor más alto de T4, aunque superior a los otros tratamientos, sigue siendo aceptable según esta normativa. Este hallazgo es relevante para el desarrollo de bebidas funcionales, indicando que ajustes en la formulación pueden optimizar las propiedades del producto final.

- Carbohidratos Totales

El análisis de varianza indicó diferencias estadísticas significativas para las medias de carbohidratos totales de los tratamientos (Sig. < 0.05). El tratamiento T4 (35% hierba luisa + 25% hojas de café) presentó el mayor contenido de carbohidratos totales (9.57%), mientras que el tratamiento T1 (40% hierba luisa + 20% hojas de café) mostró el menor valor (9.13%).

Figura 3 Promedio de carbohidratos totales para los tratamientos.

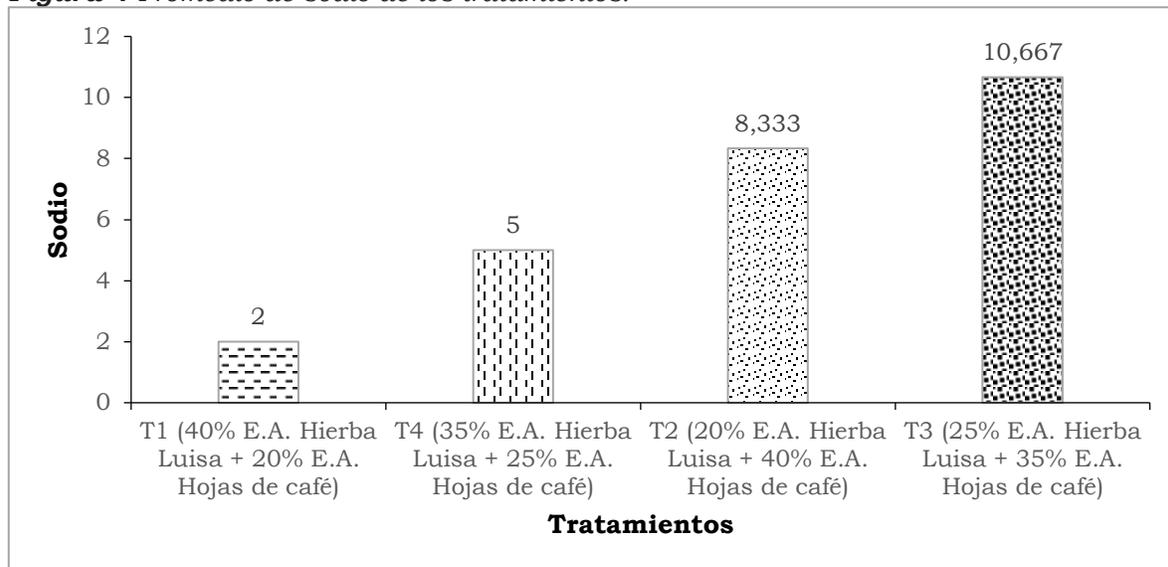


Estos resultados sugieren que, a medida que se reduce la proporción de extracto de hojas de café y se incrementa la de hierba luisa, se produce un aumento notable en el contenido de carbohidratos totales. Tamayo y Verdezoto (2022) desarrollaron una bebida a base de Jicama, a la cual realizaron análisis de carbohidratos totales, obteniendo un resultado del 8.64%. Este porcentaje es relevante, ya que clasifica a la bebida como hipertónica. Las bebidas con una concentración de carbohidratos superior al 8% se consideran hipertónicas, lo que significa que tienen una mayor concentración de solutos en comparación con los fluidos corporales.

- Sodio

El análisis de varianza indicó diferencias estadísticas significativas para las medias de carbohidratos totales de los tratamientos (Sig. < 0.05). El tratamiento T4 (35% hierba luisa + 25% hojas de café) presentó el mayor contenido de sodio (10.667 unidades), mientras que el tratamiento T1 (40% hierba luisa + 20% hojas de café) mostró el menor valor (2 unidades).

Figura 4 Promedio de sodio de los tratamientos.



En la figura 4 se observa que a medida que se reduce el porcentaje de extracto de hojas de café, la cantidad de sodio tiende a aumentar de manera significativa. En particular, el tratamiento T1, que contiene el menor porcentaje de extracto de hojas de café (20%) y el mayor de hierba luisa (40%), presenta la menor concentración de sodio. En contraste, el tratamiento T3, que tiene el mayor porcentaje de extracto

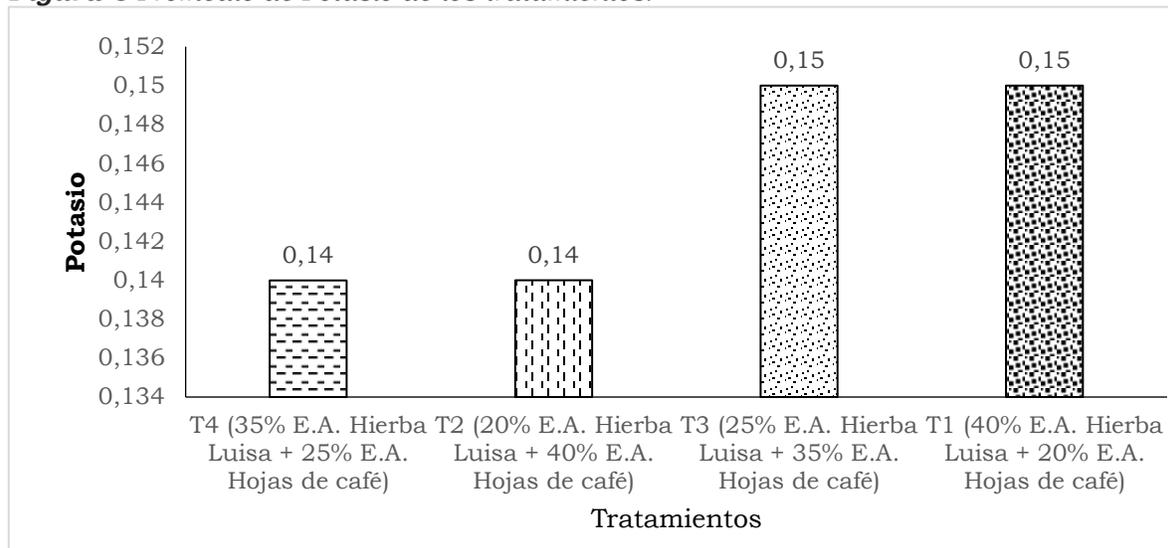
de hojas de café (35%) y el menor de hierba luisa (25%), muestra la mayor concentración de sodio. Estos hallazgos indican que el extracto de hierba luisa contribuye menos al contenido de sodio en comparación con el extracto de hojas de café.

Según el análisis realizado por Tamayo y Verdezoto (2022), la bebida de jícama desarrollada contiene 477.97 mg/kg de sodio. Este valor es significativo y cumple con los estándares de calidad y seguridad alimentaria establecidos. En comparación con otras bebidas isotónicas comerciales, el contenido de sodio de la bebida de jícama es relativamente alto. Esto sugiere que la bebida de jícama podría ser efectiva para reponer electrolitos, similar a otras bebidas diseñadas para la hidratación durante el ejercicio intenso. Además, su alto contenido de sodio puede influir en su sabor salado, lo que es un aspecto relevante para su aceptación por los consumidores.

- Potasio

La prueba de Kruskal Wallis indicó diferencias estadísticas significativas (Sig. < 0.05) para las medias de potasio de los tratamientos, rechazando la hipótesis nula y aceptando la alternativa que sugiere diferencias.

Figura 5 Promedio de Potasio de los tratamientos.



El análisis de potasio muestra que los niveles varían ligeramente entre ellos. Los tratamientos T4 y T2, que contienen 35% y 20% de extracto acuoso de hierba luisa, respectivamente, presentan un contenido de potasio del 14%. En contraste, los

tratamientos T3 y T1, con 25% y 40% de extracto acuoso de hierba luisa, muestran un leve aumento en el contenido de potasio, alcanzando el 15%.

Por otro lado, según el análisis de Molina y Tul (2021), el tratamiento más efectivo de una bebida isotónica elaborada con jugo natural de naranja presenta un nivel de potasio de 3,5 mEq/L. Este contenido es relevante, ya que el potasio es un mineral esencial para mantener el equilibrio de líquidos y electrolitos en el organismo, además de ser crucial para la función muscular y nerviosa.

Análisis de cafeína, poder antioxidante, y polifenoles totales al mejor tratamiento de la bebida no carbonatada

El análisis del tratamiento más efectivo (T3) de la bebida no carbonatada muestra un contenido de 11,2 ml/100 g de cafeína, determinado utilizando el método PEE.LASA.BR.36 NTE INEN-ISO 10481. Este nivel de cafeína puede ofrecer efectos energizantes y estimulantes a los consumidores, lo que se alinea con los beneficios que se asocian a la cafeína en productos funcionales. En cuanto a su capacidad antioxidante, la bebida presenta 1372 mg/l EAA (equivalentes de ácido ascórbico) según el método de Espectrofotometría FRAP, lo que indica una notable habilidad para neutralizar radicales libres (tabla 6). Además, los polifenoles totales alcanzan 549 mg/l EAG (equivalentes de ácido gálico), medidos mediante el método Folin-Ciocalteu, lo que resalta la presencia de compuestos bioactivos que podrían ofrecer beneficios para la salud.

Tabla 6 Análisis de cafeína, poder antioxidante y polifenoles totales aplicados en el T3 de la bebida no carbonatada como mejor tratamiento.

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	CAFEÍNA	ml/100g	11,2	-	PEE.LASA.BR.36 NTE INEN-ISO 10481
2	PODER ANTIOXIDANTE FRAP	mg/l EAA	1372	-	Espectrofotometría FRAP
3	POLIFENOLES TOTALES	mg/l EAG	549	-	Folin Ciocalteu Espectrofotometría FRAP

Al comparar estos resultados con investigaciones anteriores, Córdoba (2019) indica que la bebida funcional hecha de cáscara deshidratada de café contiene 813,3 mg·Kg⁻¹ de cafeína, representando un 84,9% del total presente en la muestra analizada. Este nivel es significativo, dado que la cafeína es un compuesto bioactivo relevante por sus efectos estimulantes en el sistema nervioso central.

En relación al contenido de polifenoles, Ore et al. (2022) informan que una bebida funcional elaborada con extracto de tallo de *Oxalis tuberosa* y jugo de *Gaultheria glomerata* presenta 1825,13 mg de ácido gálico por 100 g, lo que sugiere un alto potencial antioxidante. La correlación entre los polifenoles totales y la actividad antioxidante en esta bebida es notable, con un coeficiente de correlación de $r = 0.800$ para el método DPPH y $r = 0.795$ para el método FRAP, lo que indica que los polifenoles son los principales responsables de la actividad antioxidante observada.

Asimismo, la actividad antioxidante de la bebida funcional reportada por Ore et al. (2022) fue de 89,56% μmol de trolox por 100 g, lo que refleja una capacidad considerable para inhibir la oxidación y mitigar el estrés oxidativo en el organismo. Este hallazgo resalta que la actividad antioxidante de la bebida se debe principalmente a los compuestos fenólicos, en lugar de a la concentración de vitamina C, lo que subraya la relevancia de los polifenoles en la formulación de bebidas funcionales.

CONCLUSIÓN

El contenido de polifenoles totales en el extracto acuoso de las hojas de café se determinó en 1169 mg/l EAG, mientras que su poder antioxidante alcanzó 2806 mg/l EAA. Por otro lado, el extracto acuoso de hierba luisa mostró un contenido de polifenoles totales de 139 mg/l EAG y un poder antioxidante de 245 mg/l EAA. Estos valores son favorables en comparación con los reportados por otros autores.

Se establecieron relaciones óptimas entre el extracto acuoso de hierba luisa y las hojas de café mediante análisis fisicoquímicos (pH y °Brix) y nutricionales (carbohidratos, sodio y potasio) en la bebida no carbonatada. Los resultados del análisis fisicoquímico mostraron un pH de 4,16 para el T1, 4,15 para el T2, 4,21 para el T3 y 4,56 para el T4. En cuanto a los sólidos solubles (°Brix), se obtuvieron

valores de 9,13 en T1, 9,4 en T2, 9,33 en T3 y 10,17 en T4. En el análisis nutricional, los carbohidratos fueron de 9,17 en T1, 8,87 en T2, 9,03 en T3 y 9,57 en T4. Para el sodio, los resultados fueron 2 en T1, 8,333 en T2, 10,667 en T3 y 5 en T4. Finalmente, el potasio se registró en 0,15 para T1 y T3, y 0,14 para T2 y T4. A partir de estos análisis, el T3 fue identificado como el tratamiento óptimo para nuestra bebida.

El tratamiento que presentó las propiedades fisicoquímicas y nutricionales más destacadas, conforme a la NTE INEN 2301:2017, fue caracterizado funcionalmente mediante el análisis de polifenoles totales, poder antioxidante y cafeína. Para el mejor tratamiento (T3), se obtuvo un contenido de cafeína de 11,2 mg/100 g, un valor de polifenoles totales de 549 mg/1 EAG y un poder antioxidante de 1372 mg EAA/l.

La adición de extractos de hierba luisa y hojas de café en la bebida no carbonatada no solo mejora sus propiedades fisicoquímicas y nutricionales, sino que también potencia sus beneficios funcionales, posicionándola como una opción saludable y energizante para los consumidores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ordoñez Gomez, E. S., López Villanueva, A. E., & Reategui Diaz, D. (2020). Infusiones de plantas medicinales: Actividad antioxidante y fenoles totales. *Argroindustrial Science*, 259-266. Obtido de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/download/3225/3960>
- 2304-1, N. I. (2017). *Scribd*. Obtido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/537817176/n-te-inen-2304-1>
- Barrantes, I., & Segura, L. (Abril de 2019). Tesis de pregrado. *Modelo de negocio para la producción y comercialización de una bebida en polvo elaborada con ingredientes ricos en antioxidantes*. Universidad de Costa Rica, Alajuela. Obtido de <https://repo.sibdi.ucr.ac.cr/bitstream/123456789/18999/1/44648.pdf>
- Córdoba Porras, M. F. (2019). Elaboración de una bebida funcional a partir del aprovechamiento de la cáscara deshidratada del café como alternativa de valorización de subproductos. *Universidad de los Andes*. Obtido de

- <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/0a7364f4-f85c-4405-a1b7-977165f61f60/content>
- Marín, T., Gómez, F., Aguilar, N., Murguía, J., Trejo, L., Pastelín, M., & Castañeda, O. (13 de Agosto de 2018). Composición bioactiva de hojas de café durante un ciclo anual. *Scielo*. doi:<https://doi.org/10.35196/rfm.2018.4.365-372>
- Marín, T., Gómez, F., Aguilar, N., Murguía, J., Trejo, L., Pastelín, M., & Castañeda, O. (2018). Composición bioactiva de hojas de café durante un ciclo anual. *Rev. Fitotec. Mex.*, 41(4), 365 - 372. Obtido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v41n4/0187-7380-rfm-41-04-365.pdf>
- Molina Pérez, W. M., & Tul Ayala, W. L. (2021). Post - Grado. *Formulación y elaboración de una bebida isotónica utilizando diferentes concentraciones de sacarosa, cloruro de sodio, citrato de sodio, y citrato de potasio a partir de jugo natural de naranja*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. Obtido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8130/1/PC-002082.pdf>
- Ore Areche, F., Muñoz Ccencho, R. V., Ruiz Rodríguez, A., & Corilla Flores, D. D. (2022). Actividad antioxidante de la bebida funcional del extracto de tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. y jugo de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer tratado térmicamente. *ALFA*, 545-556. Obtido de <https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/219/573>
- Rojas, J., Arroyo, J., Palomino, M., Herrera, O., Ortiz, J., Rojas, A., . . . Hilario, J. (20 de Julio de 2020). El aceite esencial de *Cymbopogon citratus* Stapt y carvacrol: un enfoque del efecto antitumoral en el cáncer de mama inducido por 7,12-dimetilbenzo-[a]-antraceno (DMBA) en ratas hembra. *MDPI*. Obtido de <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/14/3284#>
- Ruiz Días, F., Cabrera Bustamante , F. A., Pérez Pérez, R., & Rodríguez Miranda, G. (2018). Formulación de una bebida a base de lactosuero con sabor a Maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.). *Ciencia Nor@ndina*, 88-93. doi:<https://doi.org/10.37518/2663-6360X2020v1n2p88>
- Tamayo Nieves, J. N., & Verdezoto Ortiz , P. M. (2022). Post - Grado. *Estudio de osmolalidad de una bebida a base de Jímaca (Pachyrhizus erosus)*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. Obtido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10451/1/PC-002644.pdf>

Vega, A., De León, J., & Reyes, S. (2017). Determinación del Contenido de Polifenoles Totales, Flavonoides y Actividad Antioxidante de 34 Cafés Comerciales de Panamá. *SciELO*, 29-38. Obtido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v28n4/art05.pdf>

Williams, M., & Dueñas, A. (8 de Julio de 2021). Alternativas para el aprovechamiento del lactosuero:. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, 39-49. doi:<https://doi.org/10.33936/lat%C3%A9cnica.v0i0.3490>

Conflicto de intereses

Los autores indican que esta investigación no tiene conflicto de intereses y, por tanto, acepta las normativas de la publicación en esta revista.

Con certificación de:

