

Compuestos fenólicos y actividad antioxidante en una bebida funcional



Phenolic compounds and antioxidant activity in a functional beverage

Compostos fenólicos e atividade antioxidante em uma bebida funcional

Huaraca Aparco, Rosa; Casas Paz, Fanny Gabriela; Tapia Tadeo, Fidelia; Delgado Laime, María Del Carmen; Cahuana Lipa, Rocío; Machaca Mamani, Julio César

 Rosa Huaraca Aparco
rhuaraca@unajma.edu.pe
Universidad Nacional José María Arguedas, Perú

 Fanny Gabriela Casas Paz
fannygcasaspaz@gmail.com
Universidad Tecnológica de los Andes, Perú

 Fidelia Tapia Tadeo
ftapia@unajma.edu.pe
Universidad Nacional José María Arguedas, Perú

 María Del Carmen Delgado Laime
mcdelgado@unajma.edu.pe
Universidad Nacional José María Arguedas, Perú

 Rocío Cahuana Lipa
rcahuanal@utea.edu.pe
Universidad Tecnológica de los Andes, Perú

 Julio César Machaca Mamani
jcmachaca@unajma.edu.pe
Universidad Nacional José María Arguedas, Perú

Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ALFA

Centro de Estudios Transdisciplinarios, Bolivia
ISSN: 2664-0902
ISSN-e: 2664-0902
Periodicidad: Cuatrimestral
vol. 7, núm. 19, 2023
editor@revistaalfa.org

Recepción: 11 Noviembre 2022
Aprobación: 19 Diciembre 2022
Publicación: 30 Marzo 2023

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/540/5404020019/>

DOI: <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i19.211>

Resumen: El desarrollo de bebidas funcionales a menudo requiere un compromiso de calidad por el alto contenido de compuestos bioactivos. El objetivo del estudio fue evaluar la composición química proximal, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante en una bebida funcional a base de papaya nativa (*Carica pubescens*) y chía (*Salvia hispánica* L) edulcorada con Stevia. Las bebidas funcionales se formularon con diferentes concentraciones de T1 (PY10 %: CH1 %), T2 (PY 20 %:CH 1 %) y T3 (PY 30: CH 1 %). La composición química proximal se determinó según el método del AOAC. Los compuestos fenólicos totales fueron evaluados mediante Folin-Ciocalteu. La actividad antioxidante fue determinada a través del método del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH). Los datos de la muestra se obtuvieron por triplicado, luego fueron tabulados y evaluados a través del análisis de varianza (ANOVA), mediante la comparación de prueba de rangos múltiples y la significancia de las medias con un nivel de confianza del 95 %. En los resultados se encontró que la composición química proximal, en la formulación del tratamiento T2 (PY 20%:CH 1 %) presentó mayores porcentajes en proteína (0.32 %) y carbohidratos (3.04 %), mientras que la fibra, ceniza y grasa fueron mayores para el tratamiento T3 (PY 30: CH 1 %) mostrando diferencias entre los tratamientos. Los compuestos fenólicos totales se encontraron de 1.92 a 2.75 mg/mL. EQ Ácido Gálico. La actividad antioxidante en la bebida funcional presentó una variación entre 4,80 a 6,77 mg/mL CI50 Trolox, mostrando diferencias entre los tratamientos.

Palabras clave: Actividad antioxidante, Compuestos fenólicos, Bebida funcional, Composición química.

Abstract: The development of functional beverages often requires a commitment to quality and the high content of bioactive compounds. The objective of the study was to evaluate the proximal chemical composition, total phenolic compounds, and antioxidant activity in a functional drink made from native papaya (*Carica pubescens*) and chia (*Salvia hispánica* L).

sweetened with Stevia. The functional drinks were formulated with different concentrations of T1 (PY10%: CH1%), T2 (PY 20%:CH 1%) and T3 (PY 30: CH 1%). The proximal chemical composition was determined according to the AOAC method. Total phenolic compounds were evaluated by Folin-Ciocateu. The antioxidant activity was determined through the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) free radical method. The sample data were obtained in triplicate, then they were tabulated and evaluated through the analysis of variance (ANOVA), by comparing the multiple range test and the significance of the means with a confidence level of 95%. In the results it was found that the proximal chemical composition, in the formulation of the T2 treatment (PY 20%: CH 1%) presented higher percentages of protein (0.32%) and carbohydrates (3.04%), while fiber, ash and fat they were higher for treatment T3 (PY 30: CH1 %) showing differences between treatments. The total phenolic compounds were found from 1.92 to 2.75 mg/mL. EQ Gallic Acid. The antioxidant activity in the functional drink varied between 4.80 and 6.77 mg/mL IC50 Trolox, showing differences between the treatments.

Keywords: Antioxidant activity, phenolic compounds, functional drink, chemical composition.

Resumo: O desenvolvimento de bebidas funcionais muitas vezes requer um compromisso com a qualidade e o alto teor de compostos bioativos. O objetivo do estudo foi avaliar a composição química proximal, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante em uma bebida funcional à base de mamão (*Carica pubescens*) e chia (*Salvia hispânica L*) nativa adoçada com Stevia. As bebidas funcionais foram formuladas com diferentes concentrações de T1 (PY10%: CH1%), T2 (PY 20%:CH 1%) e T3 (PY 30: CH 1%). A composição química proximal foi determinada de acordo com o método AOAC. Os compostos fenólicos totais foram avaliados por Folin-Ciocateu. A atividade antioxidante foi determinada pelo método do radical livre 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH). Os dados amostrais foram obtidos em triplicata, tabulados e avaliados por meio da análise de variância (ANOVA), comparando-se o teste de amplitude múltipla e a significância das médias com nível de confiança de 95%. Nos resultados verificou-se que a composição química proximal, na formulação do tratamento T2 (PY 20%: CH 1%) apresentou maiores percentuais de proteína (0,32%) e carboidratos (3,04%), enquanto fibras, cinzas e gordura eles foram maiores para o tratamento T3 (PY 30: CH1 %) mostrando diferenças entre os tratamentos. Os compostos fenólicos totais encontrados variaram de 1,92 a 2,75 mg/mL. Ácido Gálico EQ. A atividade antioxidante na bebida funcional variou entre 4,80 e 6,77 mg/mL IC50 Trolox, apresentando diferenças entre os tratamentos.

Palavras-chave: Atividade antioxidante, compostos fenólicos, bebida funcional, composição química.

INTRODUCCIÓN

Durante la última década, la demanda de alimentos y bebidas funcionales ha aumentado en muchas partes del mundo (1) y la difusión de alimentos funcionales en todo el mercado (2). En la actualidad, los avances en la investigación científica apoyan la idea de que la dieta puede satisfacer las necesidades nutricionales y ejercer un papel beneficioso en algunas enfermedades (3). Los alimentos funcionales se definen como “alimentos y componentes que proporcionan un beneficio para la salud más allá de la nutrición básica” (4).

Las bebidas funcionales son la categoría más activa y popular de alimentos funcionales, debido a su conveniencia y capacidad para satisfacer las demandas de los consumidores de nutrientes deseables y compuestos bioactivos (5). Las bebidas funcionales pueden clasificarse como: a base de lácteos, a base de frutas y verduras, a base de legumbres, a base de cereales, café o té. Los rasgos de funcionalidad de estas bebidas abordan diferentes necesidades y estilos de vida: para aumentar la energía, combatir el proceso de envejecimiento, la fatiga y el estrés, o combatir enfermedades (6). En la práctica, su obtención puede ser de forma natural o de origen sintético (Heredia). Como resultado, crear bebidas funcionales a base de jugos de frutas silvestres puede ser un compromiso porque incluyen una variedad de ingredientes bioactivos, como vitaminas, antioxidantes, aminoácidos y péptidos, y cuando se consumen, pueden tener beneficios sinérgicos para la salud. Estos productos podrían considerarse como una nueva categoría de alimentos funcionales (Manzonirani). La papaya (*Carica papaya*) es una variedad de la familia *Cucurbitaceae* que se cultiva ampliamente en áreas tropicales y subtropicales y es apreciada por su jugo magro, sabor delicioso, alta digestibilidad y valor nutricional (7). Dado que la fruta contiene proteínas, grasas, carbohidratos, minerales, vitaminas y compuestos antioxidantes como fenoles y carotenoides, numerosos estudios han demostrado sus importantes beneficios para la salud (8). En consecuencia, el consumo de papaya (*Carica papaya*) se ha incrementado en los países en desarrollo (9). Las semillas de chía tienen una forma ligeramente ovular, generalmente son de color negro, gris o marrón con pequeñas manchas blancas. En el agua, las semillas de chía pueden expandirse y producir una mucosidad blanca clara. Las semillas de chía a menudo también se usan como componentes en la fabricación de ciertos productos alimenticios y sirven como espesantes, emulsionantes o estabilizadores (10-12). Las semillas de chía tienen un alto contenido de fibra y proteínas, no contienen gluten, tienen un alto contenido de ácidos grasos omega-3, son ricas en vitaminas y minerales y contienen antioxidantes (polifenoles, tocoferoles e isoflavonas) (13,14). La adición de semillas de chía como componente de las bebidas funcionales puede aumentar el contenido de energía. Al desarrollar bebidas funcionales, es importante no solo proporcionar una cantidad adecuada de compuestos bioactivos, sino también asegurar un perfil nutricional favorable, que en el caso de los productos de fruta permitiría limitar el contenido de azúcar. Para garantizar una calidad aceptable de los productos bajos en azúcar, se puede sustituir parte o la totalidad del azúcar añadido por un edulcorante bajo en calorías. Recientemente, el edulcorante natural más popular utilizado para bebidas bajas en calorías son los glucósidos de esteviol, obtenidos de las hojas de *Stevia rebaudiana*, de los cuales el rebaudiósido A es el más aceptado sensorialmente y tiene la mejor solubilidad en agua; 200 veces más dulces que la sacarosa, los glucósidos de esteviol no aportan ningún valor energético y son estables hasta los 200 °C (5,15). Los compuestos fenólicos, que se encuentran naturalmente en muchas bebidas a base de frutas, pueden afectar positiva o negativamente sus características sensoriales, con impactos importantes en el color, el gusto y el sabor percibidos y la astringencia (16).

Como han demostrado muchos investigadores, el efecto favorable a la salud de los alimentos novedosos y funcionales es la motivación predominante en las elecciones de los consumidores. Este estudio tuvo como objetivo determinar la composición química proximal, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante en una bebida funcional a base de papaya nativa (*Carica pubescens*) y chía (*Salvia hispanica* L.) edulcorada con *Stevia*. Las bebidas funcionales se formularon con diferentes concentraciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección de la muestra

Se utilizaron 5 kg de papayita nativa y 2 kg de chía en condiciones óptimas para la preparación de la bebida. Las muestras fueron recolectadas en el distrito de Talavera y Cooperativa Machupicchu perteneciente a la provincia de Andahuaylas, región Apurímac. Con clima Cwd de acuerdo a Koppens con precipitaciones media anual alrededor de 1000 mm/año, humedad relativa media de 50 % y temperatura de -5°C a 21 °C, con moderada incidencia de heladas. Los frutos se seleccionaron con los colores adecuados y sin daños en la piel. Los frutos de papayita nativa fueron lavados y triturados en una licuadora industrial. Los jugos obtenidos se tamizaron con una malla de 2 mm. Posteriormente los jugos tamizados se llevaron a congelación a -10 °C, hasta su posterior formulación de las bebidas.

Preparación de bebidas

La preparación de la bebida funcional con papayita nativa y chía, se realizaron por triplicado. Los jugos se mezclaron con agua (80:20, 90:10 y 70:30 v / v), adicionados con chía al 1% fueron adquiridos de la cooperativa de granos Machupicchu, Andahuaylas. El número de extractos se seleccionó teniendo en cuenta la dosis recomendada. Las bebidas se prepararon con edulcoración de Stevia, que contenían un 98 % de rebaudiósido A. Todos los componentes de la bebida se mezclaron, se calentaron a 80 °C, se filtraron y se envasaron en botellas de vidrio oscuro de 250 ml. La pasteurización se llevó a cabo en un pasteurizador a 85-87 °C durante 10 min.

Las muestras antes del paso de pasteurización (muestras frescas) tomadas para el análisis se congelaron a -18 °C. Las muestras pasteurizadas se almacenaron a temperatura ambiente y se analizaron en cuanto a sus componentes nutricionales, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante.

Análisis químico proximal

El contenido de humedad y cenizas de las bebidas a base de papaya nativa y chía edulcorado con Stevia se determinaron de acuerdo con la AOAC (13). La grasa total de las bebidas se estimó mediante el método de Folch (14), la proteína se determinó mediante el método micro-Kjeldahl según Melocotón y Tracy (17). Mientras que los carbohidratos totales se estimaron mediante el método del ácido fenol-sulfúrico (18). El contenido de minerales se determinó mediante el método descrito por Lowther (19).

Actividad antioxidante

La actividad antioxidante de las bebidas a base de papaya nativa (*Carica pubescens*) y chía edulcorado con Stevia se determinó utilizando el método DPPH (20). Se suspendieron quince mg de bebidas a base de papaya nativa y chía edulcorado con Stevia en 4,5 mL de metanol/ácido acético/agua (50:8:42, v / v / v), luego se agitó durante 1 min y se dejó a 80 °C durante 20 min. A continuación, se añadieron 3,9 mL de solución de radical DPPH de 25 ppm en MeOH y las muestras se dejaron en oscuridad a 25 °C. La mezcla se agitó en vortex durante 1 min y luego se filtró a través de papel filtro Whatman N°2. La absorción de las muestras se midió a 517 nm (muestra Abs517) después de 1 h de incubación en la oscuridad. Para la muestra de control (blanco), se mezclaron 500 µL de metanol con 3,9 mL de solución de radical DPPH de 25 ppm y se dejó en la oscuridad a 25 °C. Se midió la absorbancia (control Abs 517) a 517 nm empleando un espectrofotómetro (1205 Vis

Spectrophotometer UNICO, EE. UU.). Todos los análisis se realizaron por triplicado. El porcentaje de inhibición (%I) de radicales libres se calculó mediante la Ecuación (1):

$$(\% I) = \frac{Abs_{blanco} - Abs_{muestra}}{m \cdot (mL \text{ de muestra})} \cdot 100 \quad (1)$$

Contenido fenólico total (TPC)

El contenido de fenoles totales se determinó según el método de Folin-Ciocalteu descrito por Vondar et al. (19). Se mezclaron 200 μ L del extracto con 1 mL de reactivo de Folin-Ciocalteu 0,2N y 800 μ L de Na₂CO₃ (7,5 %). La mezcla se incubó durante 2 h en la oscuridad a temperatura ambiente, antes de leer la absorbancia a 760 nm utilizando un espectrofotómetro (Jenway 6405UV/VIS). Los compuestos fenólicos totales expresados en mg/g como equivalente de ácido gálico con base en el peso seco usando una curva estándar de ácido gálico.

Análisis estadístico

Todos los experimentos se realizaron por triplicado. Se utilizó la versión 25 del programa SPSS para determinar la diferencia entre las medias mediante la prueba ANOVA unidireccional y la prueba univariada para composición proximal, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante mediante DPPH. Las medias se compararon utilizando la prueba de Duncan en ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Composición proximal

La Tabla 1 muestra la composición nutricional analizada a partir de las formulaciones seleccionados que se correlacionan con los valores calculados según cada tratamiento. Las formulaciones T3 y T2, muestran contenidos mayores en proteína, carbohidratos y fibra en sus diferentes ensayos.

TABLA 1
Composición nutricional de la bebida funcional

Composición química	TRATAMIENTOS								
	T1 (PY10%: CH1%)			T2 (PY 20%:CH 1%)			T3 (PY 30: CH 1%)		
	\bar{x}	\pm	DS	\bar{x}	\pm	DS	\bar{x}	\pm	DS
Humedad %	96.26	\pm	0.02	96.57	\pm	0.04	98.04	\pm	0.05
Proteína %	0.15	\pm	0.01	0.32	\pm	0.02	0.27	\pm	0.05
Grasa %	0.18	\pm	0.02	0.22	\pm	0.04	0.27	\pm	0.05
Ceniza %	0.07	\pm	0.01	0.09	\pm	0.04	0.11	\pm	0.05
Fibra %	0.62	\pm	0.02	0.96	\pm	0.04	0.75	\pm	0.05
Carbohidratos %	1.56	\pm	0.03	3.04	\pm	0.04	2.85	\pm	0.05

Nota PY: Papaya nativa; CH: Chía

Proteína

En la Figura 1, se muestran los resultados del contenido de proteína en tres tratamientos de la bebida funcional a base de papaya nativa y chía edulcorado con Stevia. Se observó que el tratamiento T2 reportó un mayor porcentaje de proteína (0.32 ± 0.02 %) en comparación al tratamiento T3 y T1, y que esto disminuye conforme los porcentajes de concentración de la papaya nativa es menor (p -valor < 0.05).

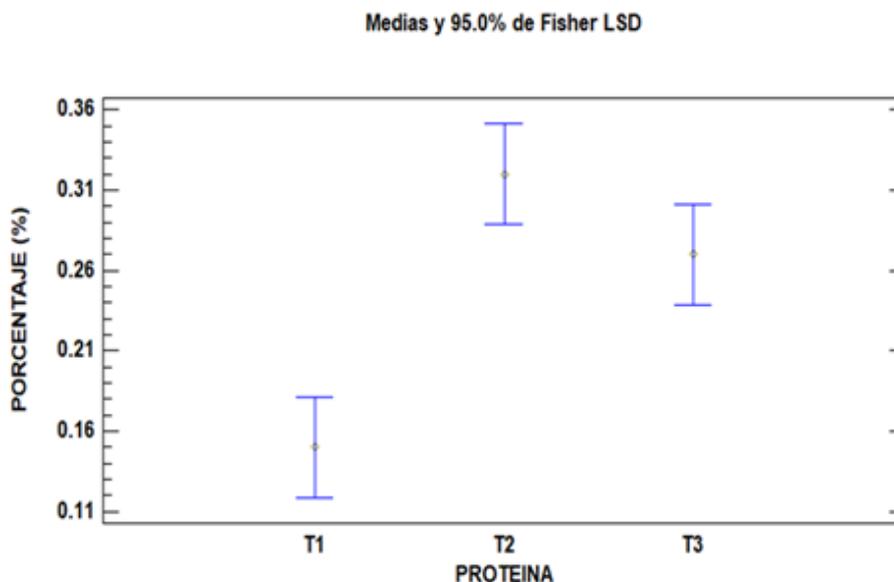


FIGURA 1
Comparación de medias para el porcentaje de proteína

Grasa

El contenido de grasa en los tratamientos de la bebida funcional a base de papaya nativa y chía edulcorado con Stevia mostró un incremento de 0.18 % a 0.27 %. Los tratamientos examinados difieren significativamente (p -value < 0.05) en el nivel de este constituyente, como se muestra en la Tabla 1.

Carbohidratos

De acuerdo a la Figura 2, se encontró que el nivel de carbohidratos en los tratamientos de la bebida funcional a base de papaya nativa y chía edulcorado con Stevia presenta una variación mostrando diferencia significativa (p -value < 0.05), del mismo modo se puede apreciar que el T2 presenta un porcentaje mayor en contenido de carbohidrato (3.04 %, $p > 0.05$) en comparación con el tratamiento T1 (1.56 %) y T2 (2.84 %) con una significancia menor a ($p < 0.05$).

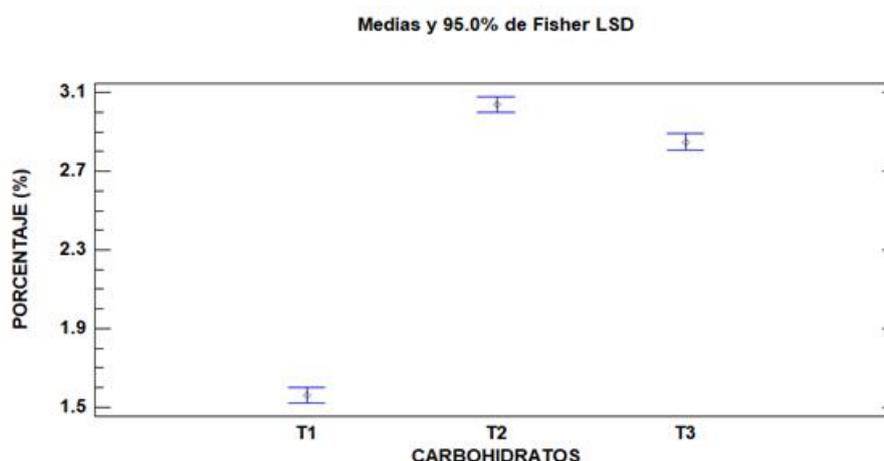


FIGURA 2
Comparación de medias para el porcentaje de carbohidratos

Fibra dietética

De acuerdo a la Tabla 1, se muestra el contenido de fibra en tres tratamientos de la bebida funcional a base de papaya nativa y chía edulcorado con Stevia. En cuanto al tratamiento T2, se observó que presenta un contenido de fibra (0,96%), en comparación con los tratamientos T1 y T2, que presentaron menores porcentajes al tratamiento T3, mostrando diferencia significativa (p -valor < 0.05) en las muestras examinadas.

Ceniza total

De acuerdo a la Tabla 1, el contenido de cenizas determinado en las formulaciones de la bebida funcional a base de papaya nativa y chía edulcorado con Stevia, fue 0.07% para tratamiento T1, 0.09% para T2 y 0.11% para el tratamiento T3. Hubo diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las muestras examinadas.

Compuestos fenólicos totales

Las formulaciones de la bebida funcional a base de papaya nativa y chía edulcorado con Stevia mostraron contenidos fenólicos totales de 1.9261 a 2.75 mg/mL, donde el tratamiento T3 reportó un mayor contenido de fenoles totales y se observó que existe ligera diferencia significativa (p -value < 0.05).

TABLA 2
Resultados de compuestos fenólicos totales de la bebida funcional a base de papaya nativa y chía edulcorado con Stevia

Tratamientos	\bar{x}	\pm DS	CV (%)	*
T1 (PY10%: CH1%)	1.9261	\pm 0.012	0.66	A
T2 (PY 20%:CH 1%)	2.3768	\pm 0.016	0.67	a,b
T3 (PY 30: CH 1%)	2.7547	\pm 0.012	0.46	B

Donde: \bar{x} es la media aritmética, DS es la desviación estándar, CV es el coeficiente de variabilidad. *Letras diferentes indica diferencia significativa, evaluada a través del test Tukey al 5 % de significancia (ver Figura 3).

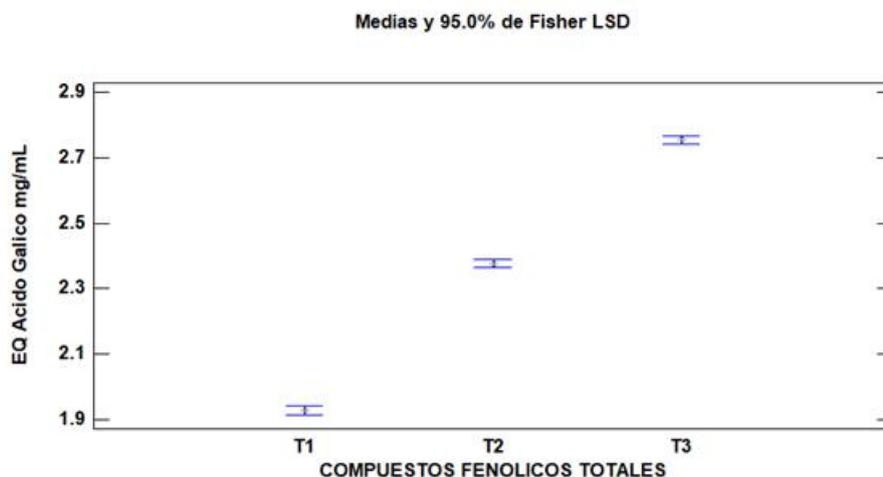


FIGURA 3
Comparación de medias para los compuestos fenólicos totales

Actividad antioxidante

En la Tabla 3 se muestra los resultados con respecto a la actividad antioxidante por DPPH. en el cual se evidencia que el tratamiento T3 presenta un contenido de (6,82 mg/mL, CI50 Trolox) mientras que los tratamientos T2 y T1 son inferiores al T3, mostrando diferencia significativa (p -value < 0.05).

TABLA 3
Resultados del contenido de antioxidantes de la bebida funcional a base de papaya nativa y chía edulcorado con Stevia

Tratamientos	\bar{x}	\pm DS	CV (%)	*
T1 (PY10%: CH1%)	4.80	\pm 0.061	0.897	a
T2 (PY 20%:CH 1%)	5.81	\pm 0.060	1.038	a,b
T3 (PY 30: CH 1%)	6.82	\pm 0.044	0.926	b

Donde: \bar{x} es la media aritmética, DS es la desviación estándar, CV es el coeficiente de variabilidad. *Letras diferentes indica diferencia significativa, evaluada a través del test de Tukey al 5 % de significancia (Figura 4).

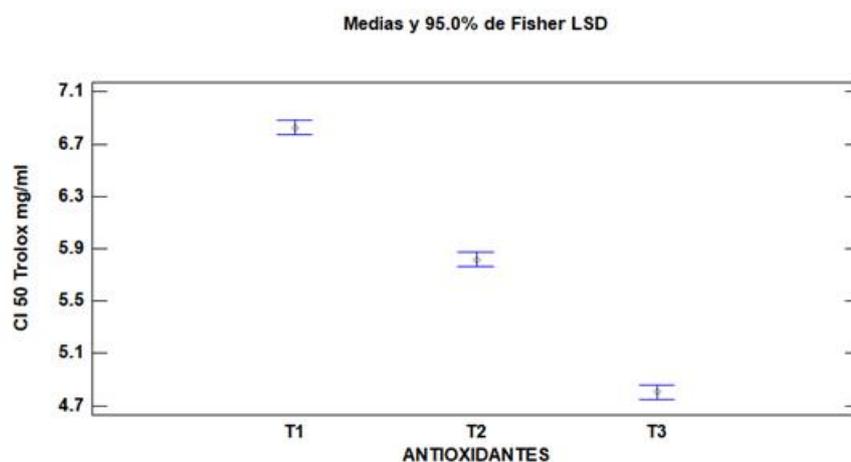


FIGURA 4
Comparación de medias para la actividad antioxidante

DISCUSIÓN

Los resultados del contenido proteico de la bebida funcional presentaron porcentajes inferiores de proteína a lo reportado por Shang et al., (21). En otros estudios se encontró un contenido en proteínas de 1,49 % en una bebida funcional a base de chía y Stevia, siendo superior al estudio (22). El tratamiento T3 (0.32 %) en la bebida funcional estuvo cerca al rango de los valores reportados por estos autores, mencionados antes. Así mismo la semilla contiene los ocho aminoácidos esenciales que el cuerpo necesita para utilizar las proteínas; isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, valina y triptófano, siendo apto a personas con ausencia de prolamina (23). Cabe resaltar que las diferencias en el contenido proteico también se deben a la presencia de Stevia, ya que esta particularidad puede depender principalmente de las condiciones de cultivo (clima, composición del suelo, fertilización), las condiciones de almacenamiento y el método de secado utilizado (24), y a su vez, el mayor contenido de proteína, depende del lugar del origen de la Stevia (25).

La grasa en las bebidas funcionales se destaca por las propiedades de la Stevia, con el contenido de grasa en la materia seca (26). Así mismo se encontró reportes similares en relación con el contenido de grasa en una bebida funcional (27). En vista de estos datos, la bebida funcional se puede utilizar para la promoción de la salud y como alternativa a las bebidas con alto contenido calórico (28). Según Sánchez et al., (29) las hojas secas de Stevia rebaudiana contienen una pequeña cantidad de grasa (alrededor del 4 %). Los autores identificaron seis ácidos grasos, entre los que predominaba el palmítico (27,5 y 29,5 % respectivamente), seguido del ácido linolénico (21,6 y 32,6 %) y el ácido linoleico (12,4 y 16,8 %). Los restantes fueron ácidos palmitoleico, esteárico y oleico.

Los carbohidratos reportados presentan una variación por cada formulación del estudio. Se destaca que los hidratos de carbono no son de carbono simple, sino que son complejos, los mismos que son liberados lentamente para que el organismo los aproveche de mejor manera, previniendo su acumulación en forma de grasa, por este motivo es que la bebida funcional podría ser un buen aliado en la dieta de todo deportista (30).

El contenido de fibra dietética de acuerdo a los resultados obtenidos fue inferior a los citados en la literatura. Cabe resaltar que la chía contiene mucílago, el cual muestra una mejor capacidad de retención de agua, formando un gel junto con el líquido, el mismo que en el estómago genera una barrera natural que lo hace difícil de digerir, haciéndolo que se absorba lentamente (31). Asimismo, destacar que el contenido de fibra está asociado a su efecto prebiótico que promueve la proliferación de la microflora intestinal beneficiosa. Respecto a las cenizas totales los valores informados en el estudio presentaron variación.

El contenido de cenizas en la bebida funcional está determinado por la Stevia, según algunos autores, la ceniza comprende alrededor del 11 %, y sus principales constituyentes minerales (en unidades de mg/100 g MS) son potasio 839-2510, calcio 464,4-1550, magnesio 349-500, sodio 14,93-190,0 y fósforo 11.4-350.0 (24). Por otro lado, se han demostrado otros estudios, los oligoelementos como el cobre, el cobalto, el hierro, el manganeso, el zinc, el selenio y el molibdeno están presentes en cantidades ínfimas. Sobre la base de los datos de la literatura (32), *S. rebaudiana* contiene un alto nivel de ácido oxálico (2295 mg/100 g MS), lo que reduce la biodisponibilidad humana de calcio, hierro y otros minerales.

Los compuestos fenoles fueron inferiores a los resultados informados por Boye, (33). Los compuestos fenólicos en una bebida funcional de pulpas de mora y Stevia fueron 6,66 mg/g, significativamente más altos en (2,2 mg/g), mostrándose una discrepancia en la capacidad de extracción de los diferentes métodos, que influye en la presencia y distribución de los compuestos fenólicos en la planta (34) y también podría deberse a la esencia y naturaleza de los compuestos fenólicos y su concentración en los materiales vegetales.

A su vez, el contenido de polifenoles totales (expresado como equivalente de catequina por unidad de peso de la muestra), reportado por Sharma et al., (35) en un extracto acuoso, fue de 130,7 mg CE/g MS para una bebida funcional a base de microvegetales y frutas. El valor determinado por el mismo método de Behnamnik y Vazifedoost (36), en la optimización de una bebida funcional, fue de 61.50 mg/g MS. Por otro lado, Shivanna et al., (37) utilizó el método de cromatografía líquida (HPLC) para establecer el contenido total de polifenoles y flavonoides, que fue de 91 y 23 mg/g MS, respectivamente.

La actividad antioxidante de la bebida de la bebida funcional representa la tercera parte de lo informado para el salvado de sorgo (488,8 mmol) con alto contenido de taninos (38), y cerca del 20 % del informado para el vino tinto, el que presenta uno de los niveles más altos de actividad antioxidante (39). La significativa actividad antioxidante de la bebida es probablemente atribuible a la presencia de los polifenoles totales 86,62 ug AGE/mL. Como se muestra en este estudio y en las publicaciones citadas, las bebidas funcionales son una excelente fuente de componentes saludables que incluyen vitaminas, minerales, polifenoles, aminoácidos y compuestos bioactivos y sus mecanismos de acción incluyen efectos antioxidantes. La bebida rica en antioxidantes protege el cuerpo contra el estrés oxidativo (39).

CONCLUSIONES

Se logró desarrollar la bebida funcional a base de papaya nativa (*Carica pubescens*) y chía *Salvia hispánica* L) edulcorada con Stevia, encontrándose que la formulación del tratamiento T2 presentó mayores porcentajes en proteína y carbohidratos, mientras que la fibra, ceniza y grasa fueron mayores en el tratamiento T3. El nivel de compuestos fenoles fue en el tratamiento T3. Mientras que la actividad antioxidante fue (6,77 mg/mL CI50 Trolox) para el tratamiento T3. Los resultados de este estudio se pueden utilizar como información necesaria para futuras investigaciones sobre formulaciones de bebidas funcionales beneficiosos para la salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. Özen, Asli, Emine. Valoración del consumo de alimentos y bebidas funcionales en la población de las Illes Balears. 2012. Tesis Doctoral. Universitat de les Illes Balears. https://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/tesisUIB/index/assoc/Emile_Oz.dir/Emile_Ozen_Asli.pdf
2. Ozen, Asli E, Pons A, Tur JA. Consumo mundial de alimentos funcionales: una revisión sistemática. *Revisiones de nutrición*, 2012, vol. 70, n° 8, pág. 472-481. <https://academic.oup.com/nutritionreviews/article/70/8/472/1854193?login=false> <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2012.00492.x>
3. Eussen, SR, Verhagen, H., Klungel, OH, Garssen, J., van Loveren, H., van Kranen, HJ y Rompellberg. Alimentos funcionales y suplementos dietéticos: productos en la interfaz entre la industria farmacéutica y la nutrición.

Revista europea de farmacología, 2011, vol. 668, pág. S2-S9. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2011.07.008>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0014299911007795>

4. Otlés S, Cagindi O. Consideraciones de seguridad de nutraceuticos y alimentos funcionales. Nuevas tecnologías en la ciencia de los alimentos: su impacto en los productos, las tendencias de consumo y el medio ambiente, 2012, p. 121-136. DOI: 10.1007/978-1-4419-7880-6_5 https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4419-7880-6_5
5. Serafini M, Stanzione A, Foddai S. Alimentos funcionales: uso tradicional y legislación europea. Revista internacional de ciencias de la alimentación y nutrición, 2012, vol. 63, no sup1, pág. 7-9. <https://doi.org/10.3109/09637486.2011.637488>
6. Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L., Ah-Hen, K. Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. Food chemistry, 2012, vol. 132, no 3, p. 1121-1132. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.140>
7. Sethi S, Tyagi SK, Anurag RK. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. Journal of food science and technology, 2016, vol. 53, p. 3408-3423. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-016-2328-3>
8. Monti R, Contiero J, Goulart, Antonio José. Isolation of natural inhibitors of papain obtained from Carica papaya latex. Brazilian Archives of Biology and technology, 2004, vol. 47, p. 747-754. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132004000500010>
9. Kelebek, Hasim, Serkan, Gubbuk, Gunes. Comparative evaluation of volatiles, phenolics, sugars, organic acids and antioxidant properties of Sel-42 and Tainung papaya varieties. Food Chemistry, 2015, vol. 173, p. 912-919. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.116> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030881461401680X>
10. Evans, EA, Ballen FH. An Overview of Global Papaya Production, Cooperative extension service fruits crops fact sheet FE913 Trade, and Consumption, University of Florida, Gainesville (2012)
11. Da Silva, Aguiar, Alves, Teixeira y Marostica. Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (Salvia hispanica L.). LWT-Food Science and Technology, 2014, vol. 59, no 2, p. 1304-1310. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.04.014>
12. Coorey R, Tjoe A, Jayasena V. Gelling properties of chia seed and flour. Journal of food science, 2014, vol. 79, no 5, p. E859-E866. doi.org/10.1111/1750-3841.12444
13. Atik, DS, Demirci, T., Öztürk, H. İ., Demirci, S., Sert, D. y Akin, N. Chia seed mucilage versus guar gum: Effects on microstructural, textural, and antioxidative properties of set-type yoghurts. Brazilian Archives of Biology and Technology, 2020, vol. 63. <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2020190702>
14. Kulczyński, B., Kobus-Cisowska, J., Taczanowski, M., Kmiecik, D. y Gramza-Michałowska, A. The chemical composition and nutritional value of chia seeds—Current state of knowledge. Nutrients, 2019, vol. 11, no 6, p. 1242. <https://doi.org/10.3390/nu11061242>
15. Safari, A., Kusnandara, F. y Syamsir, E Biji chia: Karakteristik gum dan potensi kesehatannya. Jurnal Pangan, 2016, vol. 25, n° 2, pág. 137-146. <https://doi.org/10.33964/jp.v25i2.329> <http://www.jurnalpangan.com/index.php/pangan/article/view/329>
16. Wozniak Ł, Marszałek K, Skapska S. Influence of steviol glycosides on the stability of vitamin C and anthocyanins. Journal of agricultural and food chemistry, 2014, vol. 62, no 46, p. 11264-11269. <https://doi.org/10.1021/jf504001t> <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf504001t>
17. Pinto T; Vilela A. Healthy drinks with lovely colors: Phenolic compounds as constituents of functional beverages. Beverages, 2021, vol. 7, no 1, p. 12. <https://doi.org/10.3390/beverages7010012>
18. Melocotón K, Tracy M. Métodos modernos de análisis de plantas; Springer: Berlín/Heidelberg, Alemania, 1962; 368p. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19631101538>
19. BeMiller JN. Análisis de carbohidratos. en Análisis de Alimentos; Springer: Berlín/Heidelberg, Alemania, 2017; págs. 149–175. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-45776-5_19

20. Lowther JR. Use of a single sulphuric acid - hydrogen peroxide digest for the analysis of *Pinus radiata* needles. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 1980, vol. 11, no 2, p. 175-188. <https://doi.org/10.1080/00103628009367026> <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00103628009367026>
21. Shang A, Luo M, Gan RY, Xu XY, Xia Y, Guo H, Liu Y, Li HB. Efectos de las condiciones de extracción asistida por microondas sobre la capacidad antioxidante del té dulce (*Lithocarpus polystachyus* Rehd). *Antioxidantes* 2020, 9, 678. <https://doi.org/10.3390/antiox9080678> <https://www.mdpi.com/2076-3921/9/8/678>
22. Dev N, Hossain Md Sajjad; IQBAL, Abdullah. Preparation and sensory evaluation of functional drink based on papaya (*Carica papaya* L.) pulp: Processing of functional drink from papaya. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 2019, vol. 17, no 3, p. 388-395. <https://www.banglajol.info/index.php/JBAU/article/view/43221>
23. Calderón LM, Calderón, D. Polifenoles totales y actividad antioxidante en una bebida funcional obtenida a partir del mucílago de la corteza de huampo blanco (*heliocarpus americanus* l.) y chía (*salvia hispanica* l.) edulcorado con Stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*). 2019. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5387>
24. Coates W. Chía: el increíble supernutriente (3a ed.). 2013. Madrid. Edita: EDAF. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=lG3axiryv7MC&oi=fnd&pg=PT3&dq=Ch%C3%ADa:+el+increible+supernutriente&ots=YWx7alzL3O&sig=mrLVLtEj9RJZffiy6kLV-mzD8ok#v=onepage&q=Ch%C3%ADa%20el%20increible%20supernutriente&f=false>
25. Kinghorn A. Douglas (ed.). Stevia: the genus Stevia. CRC Press, 2001. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=SqxiTbma2JwC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Kinghorn+A.+Douglas+\(ed.\).+Stevia:+the+genus+Stevia.+CRC+Press,+2001&ots=6jdRZdozffz&sig=C-iMn5iu7PzZ3FMbE4t4cHl2zgw#v=onepage&q=Kinghorn%20A.%20Douglas%20\(ed.\).%20Stevia](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=SqxiTbma2JwC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Kinghorn+A.+Douglas+(ed.).+Stevia:+the+genus+Stevia.+CRC+Press,+2001&ots=6jdRZdozffz&sig=C-iMn5iu7PzZ3FMbE4t4cHl2zgw#v=onepage&q=Kinghorn%20A.%20Douglas%20(ed.).%20Stevia)
26. Vidyannagar V. Preliminary studies on Stevia rebaudiana leaves: proximal composition, mineral analysis and phytochemical screening. *J. Med. Sci*, 2006, vol. 6, no 3, p. 321-326. https://www.researchgate.net/profile/Mb-Tadhani/publication/46031964_Preliminary_Studies_on_Stevia_rebaudiana_Leaves_Proximal_Composition_Mineral_Analysis_and_links/55d6220608aeb38e8a83e98a/Preliminary-Studies-on-Stevia-rebaudiana-Leaves-Proximal-Composition-Mineral-Analysis-and-Phytochemical-Screening.pdf
27. Khan, Khan, MK, Asif, MN, Ahmad, MH, Imran, M., Arshad, MS, Hassan, S., ... y Muhammad, N. Ultrasound-assisted optimal development and characterization of Stevia-sweetened functional beverage. *Journal of Food Quality*, 2019, vol. 2019, p. 1-6. <https://doi.org/10.1155/2019/5916097>
28. Pineli, L de L. de O., et al. Antioxidantes y propiedades sensoriales de las infusiones de pasiflora silvestre de la sabana brasileña: potencial como bebidas funcionales. *Revista de Ciencias de la Alimentación y la Agricultura*. 2015, vol. 95, n° 7, pág. 1500-1506. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6852>
29. Sánchez-Magaña L, et al. Functional gluten-free beverage elaborated from whole quinoa and defatted chia extruded flours: antioxidant and antihypertensive potentials. *Acta universitaria*, 2022, vol. 32. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3413>
30. Vidyannagar V. Preliminary studies on Stevia rebaudiana leaves: proximal composition, mineral analysis and phytochemical screening. *J. Med. Sci*, 2006, vol. 6, no 3, p. 321-326. https://www.researchgate.net/profile/Mb-Tadhani/publication/46031964_Preliminary_Studies_on_Stevia_rebaudiana_Leaves_Proximal_Composition_Mineral_Analysis_and_links/55d6220608aeb38e8a83e98a/Preliminary-Studies-on-Stevia-rebaudiana-Leaves-Proximal-Composition-Mineral-Analysis-and-Phytochemical-Screening.pdf
31. Reyes-Caudillo E, Tecante A; Valdivia-Lopez MA. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Food chemistry*, 2008, vol. 107, no 2, p. 656-663. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.062>
32. Coates W, Ayerza R. Commercial production of chia in Northwestern Argentina. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 1998, vol. 75, no 10, p. 1417-1420. <https://doi.org/10.1007/s11746-998-0192-7>

33. Boye JI. Nutraceutical and functional food processing technology. John Wiley & Sons, 2015. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=70bJBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA117&dq=Nutraceutical+and+functional+food+processing+technology&ots=-SJScTLUhH&sig=67Q9rLqjoAxvpMICWuzICiOJg0M#v=onepage&q=Nutraceutical%20and%20functional%20food%20processing%20technology&cf=false>
34. Zambrano, A., Raybaudi-Massilia, R., Arvelo, F., y Sojo, F. Cytotoxic and antioxidant properties in vitro of functional beverages based on blackberry (*Rubus glaucus* Benth) and soursop (*Annona muricata* L) pulps. *Functional Foods in Health and Disease*, 2018, vol. 8, no 11, p. 531-547. <https://doi.org/10.31989/ffhd.v8i11.541> <https://ffhdj.com/index.php/ffhd/article/view/541>
35. Sharma P, Sharma A, Rasane P, Dey A, Choudhury A, Singh J, Kaur, D. Optimización de un proceso para bebidas funcionales a base de microvegetales y frutas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 2020. 92 <https://www.scielo.br/j/aabc/a/DV5HNs6pVwpGK9NDSHBP47v/abstract/?lang=en>
36. Behnamnik A, Vazifedoost M. Optimizing the formulation of the functional beverage from the co-crystallized powder of *Securigera securidaca* seed extract. *Journal of Food Science and Technology*, 2020, vol. 57, no 7, p. 2443-2451. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-020-04279-8>
37. Pawar RS, Krynitsky AJ, Rader JI. Sweeteners from plants—with emphasis on *Stevia rebaudiana* (Bertoni) and *Siraitia grosvenorii* (Swingle). *Analytical and bioanalytical chemistry*, 2013, vol. 405, p. 4397-4407. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00216-012-6693-0>
38. Shukla, Shruti, et al. Antioxidant ability and total phenolic content of aqueous leaf extract of *Stevia rebaudiana* Bert. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 2012, vol. 64, no 7-8, p. 807-811. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0940299311000224>
39. Shivanna N, et al. Antioxidant, anti-diabetic and renal protective properties of *Stevia rebaudiana*. *Journal of Diabetes and its Complications*, 2013, vol. 27, no 2, p. 103-113. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2012.10.001>