

Desarrollo y evaluación de un néctar funcional de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) con estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni): Propiedades fisicoquímicas y calidad sensorial

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.809112612031>

Betzabeth Brígida Huamán Estrada

Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad
Nacional José María Arguedas, Andahuaylas - Perú
<https://orcid.org/0009-0008-2234-6148>

Franklin Oré Areche

Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad
Nacional de Huancavelica, Acobamba - Perú
<https://orcid.org/0000-0002-7168-1742>

Peter Llimpe Perez

Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad
Nacional de Huancavelica, Acobamba - Perú
<https://orcid.org/000-0003-2422-6250>

Angela Margot Ccora Huamán

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad
Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Pampas - Perú
<https://orcid.org/0000-0002-8752-5090>

Rafael Julian Malpartida Yapias

Escuela Profesional de Ingeniería Industrias Alimentarias, Universidad
Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, Tarma - Perú
<https://orcid.org/0000-0002-2222-4879>

Flor Beatriz Lizárraga Gamarra

Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad
Nacional de Huancavelica, Acobamba - Perú
<https://orcid.org/0009-0008-2208-7780>

Severo Huaquipaco Encinas

Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad
Nacional de Huancavelica, Acobamba - Perú
<https://orcid.org/0000-0001-6516-0521>

RESUMEN: La investigación tuvo como propósito evaluar la capacidad antioxidante, el contenido de fenoles totales, la vitamina C y la aceptabilidad sensorial del néctar de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) edulcorado con estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), orientado al desarrollo de un producto funcional con beneficios potenciales para la salud. Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA) con cuatro niveles de adición de estevia (0%, 0.1%, 0.3% y 0.5%) y tres repeticiones por tratamiento. Las determinaciones fisicoquímicas se realizaron mediante métodos espectrofotométricos, obteniendo valores de capacidad antioxidante entre 2.48 y 5.07 $\mu\text{mol TEAC/g}$, fenoles totales de 0.37 a 0.47 mg AGE/g y vitamina C en un rango de 3.85 a 13.87 mg de ácido ascórbico/g. Paralelamente, se ejecutó una evaluación sensorial con 30 panelistas bajo una escala hedónica de cinco puntos para medir atributos de olor, color, sabor y aceptabilidad general. El análisis estadístico, mediante ANOVA y la prueba de Tukey ($p < 0.05$), reveló diferencias significativas entre los tratamientos, destacando que la formulación con 0.5% de estevia alcanzó las calificaciones más altas en todos los parámetros sensoriales. En conclusión, el néctar de aguaymanto edulcorado con estevia constituye una alternativa saludable de alto valor bioactivo y excelente palatabilidad, demostrando un potencial sólido para su escalamiento en la industria de alimentos funcionales.

PALABRAS CLAVE: *Physalis peruviana* L., alimentos funcionales, compuestos bioactivos, capacidad antioxidante, análisis sensorial

Development and evaluation of a functional water nectar (*Physalis peruviana* L.) with stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni): Physicochemical properties and sensorial quality

ABSTRACT: The purpose of this research was to evaluate the antioxidant capacity, total phenol content, vitamin C, and sensory acceptability of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) nectar sweetened with stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), with the aim of developing a functional product with potential health benefits. A completely randomized experimental design (CRD) was used with four levels of stevia addition (0%, 0.1%, 0.3%, and 0.5%) and three replicates per treatment. Physicochemical determinations were performed using spectrophotometric methods, yielding antioxidant capacity values between 2.48 and 5.07 $\mu\text{mol TEAC/g}$, total phenols

from 0.37 to 0.47 mg AGE/g, and vitamin C ranging from 3.85 to 13.87 mg ascorbic acid/g. In parallel, a sensory evaluation was conducted with 30 panelists using a five-point hedonic scale to measure attributes such as odor, color, flavor, and overall acceptability. Statistical analysis, using ANOVA and Tukey's test ($p < 0.05$), revealed significant differences between treatments, with the formulation containing 0.5% stevia achieving the highest scores in all sensory parameters. In conclusion, the cape gooseberry nectar sweetened with stevia constitutes a healthy alternative with high bioactive value and excellent palatability, demonstrating solid potential for scaling up production in the functional food industry.

KEYWORDS: *Physalis peruviana* L., functional foods, bioactive compounds, antioxidant capacity, sensory analysis

INTRODUCCIÓN

El interés por los alimentos funcionales ha crecido aceleradamente, impulsado por la necesidad de estrategias de nutrición preventiva y la demanda de productos con beneficios superiores a la nutrición básica (Granato et al., 2020). Estos se definen como productos naturales o procesados que poseen componentes capaces de ejercer efectos favorables sobre funciones fisiológicas específicas, promoviendo la salud y el bienestar mediante su consumo regular (Jaimez et al., 2026; Granato et al., 2020).

El creciente interés del consumidor en frutas exóticas, impulsado por su valor nutricional, beneficios para la salud y características organolépticas únicas, ha llevado a la comercialización y cultivo de frutas tropicales en varios países europeos (Añibarro-Ortega et al., 2025). Entre estas frutas, *Physalis peruviana* L., comúnmente conocida como uchuva o uchuva, ha emergido y ganado reconocimiento como un alimento funcional o “superfruta” debido a sus efectos promotores de la salud y su exquisito sabor cítrico (El-Nashar et al., 2026; Mazova et al., 2020). El fruto del aguaymanto es una fruta dulce y exótica que se produce en la región andina del Perú, es un fruto rico en varios compuestos minerales (Añibarro-Ortega et al., 2025), de los cuales los más importantes son: Ca, Na, P, Fe, K, Zn y Mg, algunos de ellos con efectos reconocidos en la nutrición humana (Bazalar-Pereda et al., 2019; Mendoza et al., 2012; Muñoz et al., 2021; Petkova et al., 2021). Entre los compuestos bioactivos destacan los carotenoides, el ácido ascórbico, los compuestos fenólicos y la fibra, lo que la convierte en un alimento funcional (Añibarro-Ortega et al., 2025). El aguaymanto se consume principalmente como fruta fresca; sin embargo, al igual que ocurre con otras materias primas de origen vegetal, su procesamiento en productos procesados extiende su vida útil, ampliando las opciones de consumo y, en consecuencia, el mercado al que esta fruta puede llegar.

La *Stevia rebaudiana* Bertoni es conocida por sus compuestos de sabor dulce, principalmente glucósidos de esteviol, que son los bioactivos responsables de su dulzor. Los principales glucósidos de esteviol en *S. rebaudiana* son esteviósido (4-13%) y rebaudiósido A (2-4%). Además, varios glucósidos menores como rebaudiósido B, rebaudiósido C, rebaudiósido D, rebaudiósido E, rebaudiósido F, dulcósido A, esteviolmonósido, esteviolbiósido y rubusósido están presentes en cantidades más pequeñas (Al-Amrani et al., 2018; Kumar et al., 2025). La concentración de glucósidos de esteviol está influenciada por diferentes factores como el cultivar, los métodos de cultivo y las condiciones ambientales (Roohinejad et al., 2025). Estos glucósidos tienen propiedades sensoriales y fisicoquímicas distintas como el rebaudiósido A, que contiene una unidad de glucosa adicional en comparación con el esteviósido, se considera superior en términos de dulzor y sabor, mientras que el esteviósido puro suele tener un regusto amargo notable (Kumar et al., 2025; Roohinejad et al., 2025). La proporción natural de esteviósido y rebaudiósido A en las hojas de *S. rebaudiana* suele ser de alrededor de 2, lo que produce el regusto amargo característico de los extractos que contienen esteviósido (Al-Amrani et al., 2018; Kumar et al., 2025; Roohinejad et al., 2025).

Este estudio enriquece la literatura científica al caracterizar las propiedades fisicoquímicas y el perfil sensorial de un néctar funcional de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) edulcorado con estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). La comprensión de sus atributos bioactivos y funcionales permite proyectar cómo las tendencias de consumo saludable pueden optimizar la cadena de valor del aguaymanto. Esto no solo favorece el acceso a alimentos de alto valor nutricional, sino que también promueve la sostenibilidad ambiental y el fortalecimiento socioeconómico de los productores locales.

MATERIALES Y METODOS

MATERIA PRIMA E INSUMOS

Se utilizaron frutos maduros de aguaymanto libre de plagas y/o enfermedades, con grado de madurez adecuado, determinado por un color amarillo dorado intenso y con un contenido de sólidos solubles superior a 11 °Brix para asegurar un buen sabor y consistencia), la cantidad de aguaymanto utilizada en el estudio fue 8 kg, los insumos utilizados fueron agua destilada, como edulcorante se utilizó 500 g de estevia comercial y los reactivos utilizados fueron: Ácido Clorhídrico, Radical libre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), Reactivo Trolox (Ácido-6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametil-croman-2- carboxílico), Ácido gálico, Metanol 96%, Carbonato de sodio, Agua destilada, Follin Ciocalteu y 2-6-dicloroindofenol sódico.

PREPARACIÓN DEL NECTAR FUNCIONAL

El proceso de elaboración del néctar se inició con la selección y pesado de frutos de aguaymanto en estado óptimo de madurez. Los frutos fueron desinfectados en una solución de hipoclorito de sodio al 0.1% por 30 minutos (MINSA, 2020), escurridos a temperatura ambiente y sometidos a una precocción en agua a ebullición por dos minutos para la inactivación enzimática. Posteriormente, se realizó el despulpado y refinado para homogeneizar las partículas y determinar los sólidos solubles (°Brix) y el pH inicial. La formulación se basó en la caracterización de ingredientes (agua, edulcorante, estabilizador, ácido cítrico y conservantes), evaluando cuatro concentraciones de estevia (0%, 0.1%, 0.3% y 0.5%); la mezcla se calentó a 50 °C para facilitar la disolución y se homogeneizó durante 30 minutos. La mezcla resultante se sometió a una doble etapa de pasteurización a 85 °C por 10 minutos, para garantizar la inocuidad microbiológica. Finalmente, el producto se envasó en recipientes de vidrio de 250 ml, se enfrió a temperatura ambiente y se almacenó a 4 °C para su posterior análisis.

MÉTODO DE ANÁLISIS

Determinación de la capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante se determinó mediante el método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) basado en el protocolo de Brand-Williams con las modificaciones descritas por Tovar (2013). Inicialmente, se preparó una solución madre de DPPH (24 mg en 100 mL de metanol al 80%), la cual se almacenó en oscuridad a 2 °C; de esta, se obtuvo una solución de trabajo diluida (10 mL de solución madre en 45 mL de metanol) ajustada a una absorbancia de 1.1 ± 0.02 a 515 nm. Paralelamente, se elaboró una curva de calibración utilizando una solución estándar de Trolox (1 mg/mL en metanol al 80%). Para el ensayo, se mezclaron 150 µL del extracto de la muestra con 2850 µL de la solución de trabajo de DPPH en tubos de ensayo protegidos de la luz, empleando metanol al 80% como blanco de reactivo y referencia de calibración del espectrofotómetro. Tras un periodo de incubación de 15 minutos, se cuantificó la absorbancia a 515 nm, determinando el potencial antioxidante por la reducción de la señal espectrofotométrica en comparación con el blanco de DPPH.

Ecuación de determinación de la Actividad Antioxidante en Equivalentes de Trolox (TEAC):

$$\text{Trolox Eq.} = (bX) * (0.25) * (\text{mL del extracto/g de muestra}) * Fd \dots\dots\dots Ec. (1)$$

Donde:

bX: Se calcula utilizando la ecuación de la curva de calibración de Trolox, donde X representa la variación de las absorbancias (Abs blanco - Abs muestra).

mL: Este corresponde al volumen de la muestra, indicado en mililitros (mL)

Fd: Correspondiente al factor de dilución, que se calcula al dividir el volumen final de la muestra empleado para la medición entre el volumen inicial.

Determinación del contenido de fenoles totales

La cuantificación del contenido de fenoles totales se realizó mediante el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, siguiendo la metodología de Singleton et al. (1999) con ligeras modificaciones. Para ello, se preparó una curva de calibración estándar utilizando ácido gálico como referencia en un rango de concentraciones de 5 a 30 mg/L, obtenida a partir de una solución madre de 100 mg/L (25 mg en 250 mL de agua ultrapura). El procedimiento consistió en mezclar una alícuota de 900 μ L de la muestra (o estándar) con 2400 μ L de agua ultrapura, 150 μ L de carbonato de sodio al 20% (p/v) y 300 μ L de reactivo Folin-Ciocalteu 0.25 N; tras una incubación de 15 minutos en oscuridad a temperatura ambiente para permitir la reducción del reactivo y el desarrollo de la coloración azul característica, se midió la absorbancia a 755 nm utilizando un espectrofotómetro UV-Vis. Los análisis se ejecutaron por triplicado y los resultados se expresaron como miligramos de equivalentes de ácido gálico (AGE) por unidad de muestra, garantizando la precisión mediante el ajuste a la ecuación de la recta de la curva estándar.

Ecuación de la curva estándar para la cuantificación de fenoles totales:

$$Y = aX + b \dots\dots\dots Ec. (2)$$

Donde:

Y: Es la absorbancia obtenida

X: Equivale a la concentración del ácido gálico correspondiente (AGE) (mL/L).

a y b: Se obtuvieron los valores a partir de la ecuación de la curva de calibración. Los resultados de los fenoles totales se determinaron utilizando la siguiente fórmula.

Los resultados de los fenoles totales se calcularon mediante la siguiente ecuación:

$$F. T. = \left(\frac{Y \cdot Fd \cdot V \cdot 100}{P} \right) \dots\dots\dots Ec. (3)$$

Donde:

F.T: Fenoles totales en mg AGE/ g de muestra

Y: mg AGE / mL

FD: Factor de dilución

V: Volumen de muestra en mL

P: Peso de la muestra en gramos



Figura 1 Preparación de la muestra madre para la determinación de fenoles totales y capacidad antioxidante

Determinación de Vitamina C

La cuantificación de vitamina C en el néctar de aguaymanto se realizó mediante espectrofotometría UV-Visible siguiendo el método de Cunniff (1995), empleando una solución de ácido oxálico al 0.4% como agente extractor y estabilizante. Se preparó una curva estándar de ácido ascórbico (0.1%) con concentraciones de 1, 2, 3, 4 y 5 mg/100 mL, y una solución colorante de 2,6-diclorofenolindofenol (12 mg/100 mL). Para la lectura, se ajustó la absorbancia a cero a 520 nm y se registraron los valores de L1 (blanco de reactivos) y L2 (estándar o muestra) transcurridos 15 segundos de la reacción. Las muestras se prepararon por triplicado mediante la maceración de 0.5 g de néctar en 9.5 mL de ácido oxálico, seguidos de una filtración con papel Whatman N° 4. Finalmente, el contenido de ácido ascórbico se calculó mediante la ecuación de la recta de la curva de calibración, relacionando la diferencia de absorbancias (L1 - L2) con la concentración, aplicando el factor de dilución correspondiente.

Ecuación de determinación de la vitamina C:

$$\text{mg. Ac. Ascorbico} = \frac{(L1 - L2) - \text{intercepto}}{[\text{PENDIENTE}] } \times \text{FD} \dots\dots\dots \text{Ec. (4)}$$

Determinación de la aceptabilidad

La determinación de la aceptabilidad general del néctar de aguaymanto edulcorado con diversas concentraciones de estevia (0%, 0.1%, 0.3% y 0.5%) se realizó mediante un análisis sensorial basado en la escala hedónica descrita por Thimoteo et al. (2013). La evaluación fue ejecutada tras 48 horas de almacenamiento del producto, llevándose a cabo durante las primeras horas matutinas en un ambiente con iluminación controlada; asimismo, se aseguró que los evaluadores no hubieran ingerido alimentos previos para evitar interferencias sensoriales. En el proceso participaron treinta panelistas ($n = 30$) reclutados de la Universidad Nacional José María Arguedas, los panelistas, con formación académica en ingeniería agroindustrial del sexto y noveno ciclo recibieron instrucciones para evaluar las muestras. A cada participante se le presentaron cuatro muestras codificadas: NF0%, NF0.1%, NF0.3% y NF0.5%. Las muestras se sirvieron en vasos idénticos 15 mL a temperatura ambiente. Se indicó a los panelistas que se enjuagaran el paladar con agua entre muestras para neutralizar los sabores residuales. La evaluación se realizó mediante una encuesta estructurada. Para cada muestra, se pidió a los panelistas que calificaran su grado de agrado por los atributos de olor, color y sabor en una escala hedónica de 5 puntos con las siguientes categorías: Me disgusta mucho, No me gusta, Indiferente, Me gusta, Me gusta mucho.



Figura 2 Evaluación sensorial del néctar funcional

Diseño experimental

Para la fase experimental, se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con el objetivo de evaluar el efecto de los tratamientos sobre las propiedades del néctar funcional. El estudio se ejecutó mediante tres réplicas por unidad experimental, lo que permitió recopilar datos robustos para un análisis de varianza (ANOVA) comparativo; este procedimiento estadístico facilitó la identificación de diferencias significativas entre los grupos, siguiendo la estructura sistemática detallada en la matriz de diseño presentada en la Tabla 1.

Tratamiento y % de estevia	Repetición	Capacidad antioxidante	Fenoles totales	Vitamina C	Aceptabilidad		
					Color	Olor	Sabor
N1 0%	N1 ₁	CA1 ₁	FT1 ₁	VC1 ₁	C1 ₁	O1 ₁	S1 ₁
	N1 ₂	CA1 ₂	FT1 ₂	VC1 ₂	C1 ₂	O1 ₂	S1 ₂
	N1 ₃	CA1 ₃	FT1 ₃	VC1 ₃	C1 ₃	O1 ₃	S1 ₃
N2 0.1%	N2 ₁	CA2 ₁	FT2 ₁	VC2 ₁	C2 ₁	O2 ₁	S2 ₁
	N2 ₂	CA2 ₂	FT2 ₂	VC2 ₂	C2 ₂	O2 ₂	S2 ₂
	N2 ₃	CA2 ₃	FT2 ₃	VC2 ₃	C2 ₃	O2 ₃	S2 ₃
N3 0.3%	N3 ₁	CA3 ₁	FT3 ₁	VC3 ₁	C3 ₁	O3 ₁	S3 ₁
	N3 ₂	CA3 ₂	FT3 ₂	VC3 ₂	C3 ₂	O3 ₂	S3 ₂
	N3 ₃	CA3 ₃	FT3 ₃	VC3 ₃	C3 ₃	O3 ₃	S3 ₃
N4 0.5%	N4 ₁	CA4 ₁	FT4 ₁	VC4 ₁	C4 ₁	O4 ₁	S4 ₁
	N4 ₂	CA4 ₂	FT4 ₂	VC4 ₂	C4 ₂	O4 ₂	S4 ₂
	N4 ₃	CA4 ₃	FT4 ₃	VC4 ₃	C4 ₃	O4 ₃	S4 ₃

Tabla 1 Diseño experimental del néctar funcional

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Capacidad antioxidante

En la Tabla 2, se muestran los resultados obtenidos e indican que existe una diferencia estadística significativa en el contenido de capacidad antioxidante de las muestras obtenidas por los diferentes tratamientos con un valor p de 0.00000; es decir, al menos uno de los cuatro tratamientos produce resultados diferentes a los demás en términos de contenido de capacidad antioxidante de las muestras.

Fuente de variación (FV)	Grados de libertad (gl)	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (CM)	F calculada (Fc)	p-valor
Muestras	3	11.5253	3.84176	280.69	0
Error	8	0.1095	0.01369		
Total	11	11.6348			

Tabla 2 Capacidad antioxidante del néctar funcional

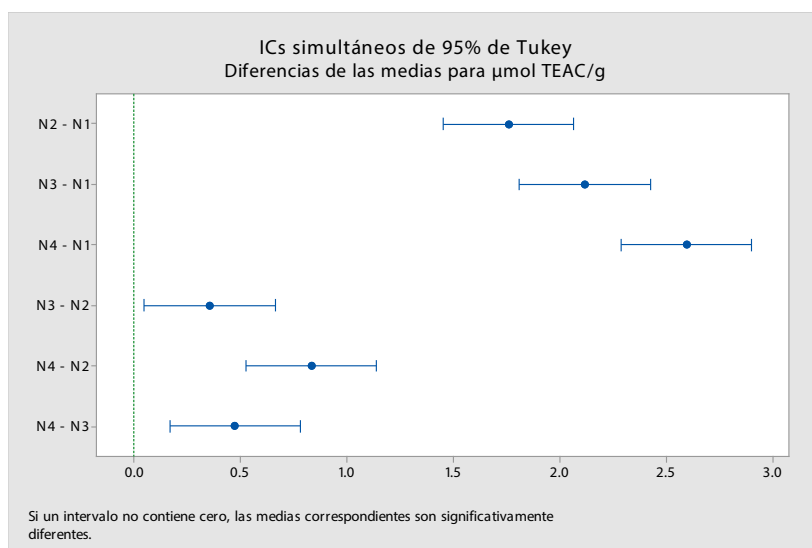


Figura 3 Bloxplot de la comparación de medias para la capacidad antioxidante del néctar funcional

La Figura 3 presenta los intervalos de confianza del 95% para las diferencias de medias entre pares de tratamientos (N1, N2, N3, N4) en cuanto a la capacidad antioxidante expresada en $\mu\text{mol TEAC/g}$. Cada intervalo está representado por una línea horizontal con un punto central que indica la diferencia estimada entre las medias de dos tratamientos. La línea vertical de referencia en cero (0) indica ausencia de diferencia entre tratamientos.

Los intervalos de confianza simultáneos de Tukey al 95% (Figura 3) revelaron diferencias significativas en la capacidad antioxidante (expresada en $\mu\text{mol TEAC/g}$) entre los tratamientos evaluados. Los tratamientos N2, N3 y N4 presentaron los valores más altos de capacidad antioxidante, constituyendo un grupo estadísticamente

homogéneo sin diferencias significativas entre ellos ($p > 0.05$). En contraste, el tratamiento N1 mostró la capacidad antioxidante más baja, siendo significativamente diferente del resto ($p < 0.05$). Estos resultados demuestran que los tratamientos N2, N3 y N4 son igualmente efectivos para potenciar la capacidad antioxidante en comparación con el tratamiento N1.

En cuanto a la capacidad antioxidante, los valores reportados por Vásquez (2023) en néctar mixto de aguaymanto y piña ($1.40 \mu\text{mol TEAC/g}$) y por Rojas et al. (2017) en néctar de tomate de árbol ($1.38 \mu\text{mol TEAC/g}$) resultaron considerablemente inferiores a los hallazgos del presente estudio. Una tendencia similar se observa al comparar con la bebida de arroz y maracuyá obtenida por Fernández (2021), quien reportó $119.36 \mu\text{mol TEAC/g}$. Por el contrario, Bustamante y Buitrón (2020) obtuvieron una capacidad antioxidante de $0.96 \mu\text{mol TEAC/g}$, cifra que supera significativamente los resultados obtenidos por la presente investigación.

Estas discrepancias sugieren que la capacidad antioxidante está intrínsecamente ligada a la matriz alimentaria, la sinergia entre ingredientes y el rigor del proceso de elaboración. Al respecto, Myint et al. (2021) sostienen que la interacción entre los polifenoles de la estevia y el ácido ascórbico puede potenciar la estabilidad oxidativa del producto final. Asimismo, la variabilidad en los datos puede atribuirse a factores precosecha y genéticos de la materia prima, tales como el periodo de floración, las condiciones edafoclimáticas y los métodos de irrigación. Como destaca Fernández (2021), la optimización de las etapas de recolección y postcosecha es determinante para preservar los compuestos bioactivos. En consecuencia, la interpretación de la capacidad antioxidante en el néctar de aguaymanto edulcorado con estevia debe considerar de manera holística tanto el origen del fruto como las variables de procesamiento industrial.

Fenoles totales

En la Tabla 3, se muestran los resultados obtenidos e indican que existe una diferencia estadística significativa en el contenido de fenoles de las muestras obtenidas por los diferentes tratamientos con un valor p de 0.00000; es decir, al menos uno de los cuatro tratamientos produce resultados diferentes a los demás en términos de contenido de fenoles de las muestras.

Fuente de variación (FV)	Grados de libertad (gl)	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (CM)	F calculada (Fc)	p-valor
Muestras	3	0.016075	0.005358	48.85	0
Error	8	0.000877	0.00011		
Total	11	0.016952			

Tabla 3 Fenoles totales del néctar funcional

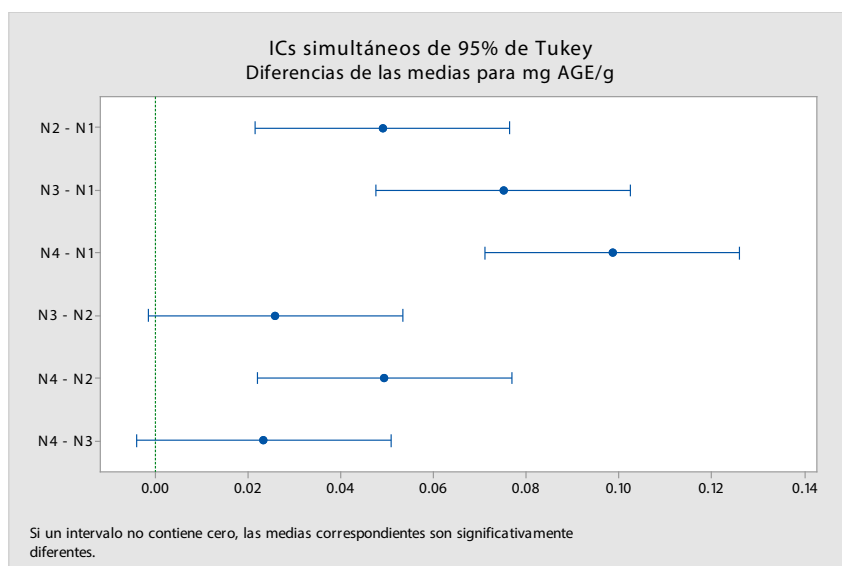


Figura 4 Bloxplot de la comparación de medias para fenoles totales del néctar funcional

La Figura 4 presenta los intervalos de confianza del 95% para las diferencias de medias entre pares de tratamientos (N1, N2, N3, N4) en cuanto al contenido de compuestos fenólicos totales expresado en mg equivalentes de ácido gálico (AGE)/g. Cada intervalo está representado por una línea horizontal cuyo punto central indica la diferencia estimada entre las medias de dos tratamientos. La línea vertical de referencia en cero (0) indica ausencia de diferencia entre tratamientos.

Los intervalos de confianza simultáneos de Tukey al 95% (Figura 4) revelaron diferencias significativas en el contenido de compuestos fenólicos totales (expresado en mg equivalentes de ácido gálico/g) entre los tratamientos evaluados. Los

tratamientos N2, N3 y N4 presentaron los valores más altos de fenoles totales, constituyendo un grupo estadísticamente homogéneo sin diferencias significativas entre ellos ($p > 0.05$). En contraste, el tratamiento N1 mostró el contenido más bajo de compuestos fenólicos, siendo significativamente diferente del resto ($p < 0.05$). Estos resultados demuestran que los tratamientos N2, N3 y N4 son igualmente efectivos para incrementar el contenido de fenoles totales en comparación con el tratamiento N1.

Los niveles de fenoles totales hallados en el presente estudio superan significativamente lo reportado en investigaciones previas sobre bebidas similares. Mientras que Muñoz (2021) determinó una concentración de 14.63 mg AGE/gen una bebida funcional de aguaymanto con moringa, y Rojas et al. (2017) reportaron 32.96 mg AGE/gen un néctar de tomate de árbol, los resultados de esta investigación evidencian una densidad fenólica superior en el néctar de aguaymanto edulcorado con estevia.

Esta discrepancia sugiere una mayor biodisponibilidad de fitoquímicos en la materia prima utilizada, lo cual puede atribuirse a variables intrínsecas y extrínsecas del fruto. Al respecto, Barragán et al. (2018) y Morales (2012) coinciden en que la concentración y estabilidad de estos metabolitos secundarios están estrechamente vinculadas a factores pre-cosecha y post-cosecha, tales como: El estadio de madurez y el índice de cosecha, las condiciones edafoclimáticas del lugar de origen, las técnicas de procesamiento y selección de insumos.

Además, el uso de estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) como edulcorante no solo ofrece beneficios organolépticos, sino que también proporciona una fuente adicional de compuestos bioactivos. Según Myint et al. (2021), la estevia posee un perfil fenólico único y una actividad antioxidante comprobada. Por lo tanto, se puede concluir que la sinergia entre los compuestos fenólicos endógenos del aguaymanto y los aportados por el edulcorante natural explica los altos valores obtenidos, convirtiendo a este néctar en una alternativa altamente funcional a otros productos disponibles en el mercado.

Contenido de vitamina C

En la Tabla 4, se muestran los resultados obtenidos e indican que existe una diferencia estadística significativa en el contenido de Vitamina C de las muestras obtenidas por los diferentes tratamientos con un valor p de 0.00000; es decir, al menos uno de los cuatro tratamientos produce resultados diferentes a los demás en términos de contenido de Vitamina C de las muestras.

Fuente de variación (FV)	Grados de libertad (gl)	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (CM)	F calculada (Fc)	p-valor
Muestras	3	164.033	54.6778	958.49	0
Error	8	0.456	0.057		
Total	11	164.489			

Tabla 4 Vitamina C del néctar funcional

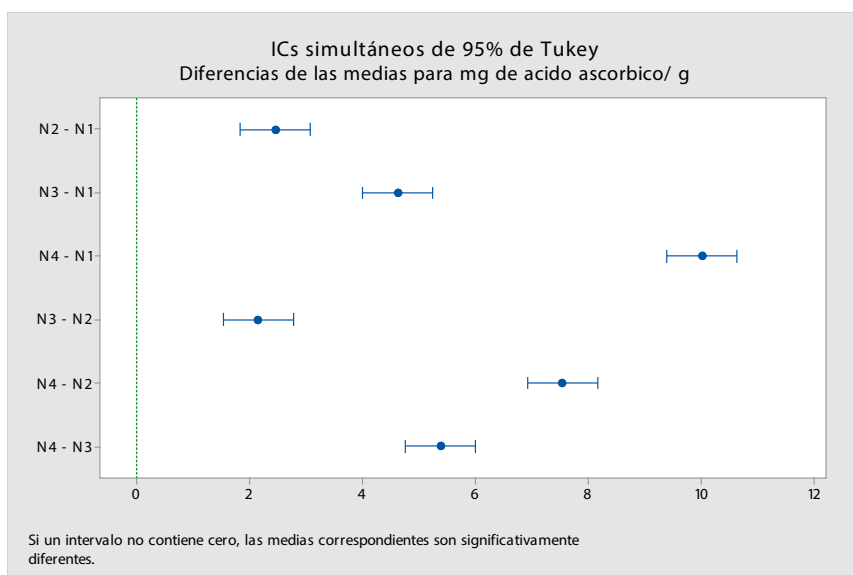


Figura 5 Bloxplot de la comparación de medias para vitamina C del néctar funcional

La figura presenta los intervalos de confianza del 95% para las diferencias de medias entre pares de tratamientos (N1, N2, N3, N4) en cuanto al contenido de ácido ascórbico (mg/g). Cada intervalo está representado por una línea horizontal con un punto central que indica la diferencia estimada entre las medias de dos tratamientos. La línea vertical en cero (0) es la referencia para determinar si las diferencias son estadísticamente significativas.

Los intervalos de confianza simultáneos de Tukey al 95% (Figura 5) revelaron diferencias significativas en el contenido de ácido ascórbico entre los tratamientos evaluados. Los tratamientos N2, N3 y N4 presentaron los valores más altos, sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos ($p > 0.05$), formando un grupo

homogéneo superior. Por el contrario, el tratamiento N1 mostró el contenido más bajo de ácido ascórbico, siendo significativamente diferente del resto ($p < 0.05$). Estos resultados indican que los tratamientos N2, N3 y N4 son igualmente efectivos para maximizar el contenido de ácido ascórbico en comparación con N1.

El contenido de ácido ascórbico obtenido en la presente investigación mostró variaciones significativas al contrastarse con la literatura científica. Los niveles reportados por Cantillo (2025) en un néctar de achotillo, manzana y alfalfa (26.25 mg/g) superaron los hallazgos de este estudio. En contraste, los valores determinados en esta investigación resultaron superiores a los reportados para néctar de lulo (36.7 mg/100g; Mosquera et al., 2019, tomate de árbol (11.45 mg/100 g; Rojas et al., 2017) y aguaymanto con almidón de oca (24.81 mg/100g; Herbas, 2020). No obstante, el tratamiento 2 fue superado por el néctar mixto de aguaymanto, tomate de árbol y piña (7.26 mg/g) evaluado por Vásquez (2023).

Estas discrepancias en la concentración de vitamina C pueden atribuirse a la variabilidad intrínseca de la materia prima, incluyendo el estado de madurez, el método de cosecha y las condiciones de almacenamiento postcosecha (Barragán et al., 2018). Asimismo, la termolabilidad del ácido ascórbico sugiere que las temperaturas aplicadas durante el procesamiento térmico podrían haber inducido una degradación parcial, reduciendo su concentración final (Ahmed et al., 2022).

Un factor determinante en la estabilidad del analito en este estudio es la inclusión de estevia. De acuerdo con Myint et al. (2021), la estevia no solo aporta vitamina C de manera intrínseca, lo que incrementa el valor basal, sino que también ejerce un efecto protector. Al respecto, Kroyer (2010) sostiene que la interacción entre los glucósidos de esteviol y el ácido ascórbico mitiga la tasa de degradación de este último. Este efecto sinérgico y protector de la estevia podría explicar por qué los valores encontrados en este trabajo superan a la mayoría de las formulaciones convencionales citadas, posicionando a este néctar como una alternativa con mayor retención de compuestos bioactivos.

Aceptabilidad

La evaluación sensorial, realizada por 30 panelistas mediante una escala hedónica de cinco puntos, determinó que la concentración de estevia influye significativamente en la aceptabilidad del néctar de aguaymanto. La prueba de Friedman reveló diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p = 0.001 < \alpha = 0.05$).

Tratamiento	N	$\bar{x}$	Mediana	S	Varianza	Significancia
N1	30	4.445	4.670	0.423	0.179	A
N2	30	4.177	4.165	0.378	0.144	B
N3	30	4.533	4.671	0.346	0.120	C
N4	30	4.554	4.330	0.395	0.156	D

Nota: $\bar{x}$ el promedio muestral, S: desviación estándar muestral, N1:0%, N2:0.1%, N3:0.3% y N4:0.5%

Tabla 5 Valor descriptivo de la aceptabilidad del néctar funcional.

Como se observa en la Tabla 5, el tratamiento N4 (0.5% de estevia) alcanzó el promedio de aceptabilidad más alto ($\bar{x} = 4.554$), seguido por el N3 (0.3%) con $\bar{x} = 4.533$. En contraste, el tratamiento T2 (0.1%) registró la menor valoración promedio ($\bar{x} = 4.177$). Estos datos sugieren una relación directamente proporcional entre el incremento de la dosis de edulcorante y la percepción sensorial positiva del producto.

El análisis detallado de los atributos (olor, color y sabor) permitió identificar los siguientes patrones: Tratamiento Control (N1 - 0%): Presentó una aceptación alta (70%), destacando el sabor con un 57% de calificación "me encantó". Tratamiento N2 (0.1%): Fue el de menor desempeño, con un 30% de indiferencia en el sabor, finalmente el Tratamientos N3 (0.3%) y N4 (0.5%): Consiguieron los niveles más altos de aceptación "alta", con 83.3% y 86.7% respectivamente. En el N4, el color y el sabor obtuvieron las máximas valoraciones, con un 64% y 60% en la categoría "me encantó".

La mayor aceptabilidad observada en las concentraciones de 0.3% y 0.5% de estevia coincide con lo reportado por Vásquez (2023), quien determinó que concentraciones de 0.3% en néctares mixtos de aguaymanto favorecen la preferencia en sabor y color. Este fenómeno se debe a que dichas concentraciones logran un equilibrio óptimo de dulzor sin activar los receptores de amargor asociados a los glucósidos de esteviol.

El descenso en la aceptabilidad del sabor en el tratamiento N2 (0.1%), donde un 30% de los panelistas se mostró indiferente, podría explicarse por una dulzura insuficiente que no logra enmascarar la acidez natural del aguaymanto. Por el contrario, los resultados en N4 (0.5%) se alinean con los hallazgos de Mendoza et al. (2020) en néctar de maracuyá, donde dosis similares obtuvieron valoraciones positivas en el 70% de los jueces.

Es relevante notar que, aunque Vásquez (2023) advierte que niveles superiores al 0.5% pueden generar un resabio amargo, en la presente investigación la dosis de 0.5% representó el punto de máxima preferencia. Esto sugiere que la matriz del aguaymanto posee características de acidez y aroma que armonizan eficazmente con la estevia en este rango, validando la viabilidad de su uso como sustituto del azúcar en este tipo de bebidas funcionales.

CONCLUSIÓN

Se determinó que la formulación de un néctar funcional de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) edulcorado con estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) preserva eficazmente las propiedades bioactivas y la calidad sensorial del fruto. El análisis fisicoquímico reveló una correlación positiva entre la concentración de estevia y la retención de compuestos funcionales, siendo el tratamiento con 0.5% de estevia el más sobresaliente. Este presentó la mayor capacidad antioxidante (2.48 a 5.07 $\mu\text{mol Trolox eq./g}$), el contenido más elevado de fenoles totales (0.47 mg GAE/g) y la mayor concentración de vitamina C (13.87 mg ácido ascórbico/mL).

En términos de calidad sensorial, el producto mostró una alta aceptabilidad por parte de los panelistas, con valoraciones situadas predominantemente en los niveles "me gustó" y "me encantó". Se observó que la adición de estevia en concentraciones de 0.1% a 0.5% optimiza significativamente la preferencia organoléptica en comparación con la muestra control. En conclusión, el uso de estevia al 0.5% no solo garantiza un perfil nutricional superior en términos de antioxidantes, sino que también constituye una alternativa viable y aceptable para el desarrollo de bebidas funcionales de bajo valor calórico.

REFERENCIAS

- Ahmed, I. H., Ali, E. F., Gad, A. A., Bardisi, A., El-Tahan, A. M., Abd Esadek, O. A., El-Saadony, M. T., & Gendy, A. S. (2022). Impact of plant growth regulators spray on fruit quantity and quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars grown under plastic tunnels. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(4), 2291-2298. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.11.062>
- Al-Amrani, H. A., Al-Taweel, S. K., & Abdul-Qader, Z. M. (2018). Steviosides composition in *Stevia rebaudiana bertonii*: effect of drying methods. *Plant Archives*, 18(2), 2025-2030
- Añibarro-Ortega, M., Dias, M. I., Petrović, J., Mandim, F., Núñez, S., Soković, M., López, V., Barros, L., & Pinela, J. (2025). Nutrients, Phytochemicals, and In Vitro Biological Activities of Goldenberry (*Physalis peruviana* L.) Fruit and Calyx. *Plants*, 14(3), 327. <https://doi.org/10.3390/plants14030327>

Barragán, C. M., Aro, A. J. M., Huamaní, M. V., & Cartagena, C. R. (2018). Antocianinas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del mio-mio (*Coriaria ruscifolia* L.). *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 20(4), Article 4. <https://doi.org/10.18271/ria.2018.419>

Bazalar-Pereda, M. S., Nazareno, M. A., & Viturro, C. I. (2019). Nutritional and Antioxidant Properties of *Physalis peruviana* L. Fruits from the Argentinean Northern Andean Region. *Plant foods for human nutrition (Dordrecht, Netherlands)*, 74(1), 68–75. <https://doi.org/10.1007/s11130-018-0702-1>

Bustamante, L. C. D., & Buitron, A. L. Á. (2020). Néctar de aguaymanto (*Physalis peruviana*), balsamina (*Momordica charantia* L.) y arándanos (*Vaccinium myrtillus*) y su efecto en la glicemia [Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/4046>

Cantillo, H. G. N., Suarez, M. B. S., Villavicencio, Y. J. A., & Núñez, R. J. (2025). Preparación y análisis de néctar a base de achotillo (*Nephelium lappaceum*), alfalfa (*Medicago sativa*) y manzana verde (*Malus domestica*). *Ciencia Digital*, 9(1), 149-167. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v9i1.3306>

Cunniff, P. (1995). *Official methods of analysis of AOAC international* (16.ª ed.). Association of Official Analytical Chemists.

El-Nashar, H. A., Hassani, R., EL-Araby, E. H., Azazi, A., Khalid, A., El Bakary, N. M., & Abdel-Rafei, M. K. (2026). Goldenberry (*Physalis peruviana*) as source of anti-skin aging compounds: UPLC-ESI/MS-MS metabolic profiling, In vitro and In-Silico molecular approaches. *South African Journal of Botany*, 190, 504-528. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2026.01.037>

Fernández, R. E. (2021). *Obtención y evaluación de una bebida funcional de agua de arroz (Oryza sativa L), saborizada con maracuyá (Passiflora edulis) y edulcorada con stevia (Stevia rebaudiana)* [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1900>

Granato, D., Barba, F. J., Bursac Kovačević, D., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., & Putnik, P. (2020). Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety. *Annual review of food science and technology*, 11, 93–118. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708>

Jaimez, O. J., Romo, R. M. Ángel, Gutiérrez, S. A. L., Ortega, R. A. O., & Hernández, H. H. M. (2026). Tendencias actuales en el consumo de alimentos funcionales en México: revisión crítica. *Boletín Científico De Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 14(Especial), 109–115. <https://doi.org/10.29057/icea.v14iEspecial.16699>

Kroyer, G. (2010). Stevioside and Stevia-sweetener in food: Application, stability and interaction with food ingredients. *Journal Für Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit*, 5(2), 225-229. <https://doi.org/10.1007/s00003-010-0557-3>

Kumar, P., Rani, P., & Tripathy, P. P. (2025). Indirect mode solar drying of stevia (*Stevia rebaudiana*) leaves: experimental and numerical investigation of fluid flow pattern, moisture, and temperature distribution profile. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15(5), 7523-7542. <https://doi.org/10.1007/s13399-024-05725-9>

Mazova, N., Popova, V., & Stoyanova, A. (2020). Phytochemical composition and biological activity of *Physalis* spp.: A mini-review. *Food Science and Applied Biotechnology*, 3(1), 56-70. <https://doi.org/10.30721/fsab2020.v3.i1.80>

Mendoza, CH. J. H., Rodríguez, A. De S., & Millán, C. P. (2012). Caracterización físico química de la uchuva (*Physalis peruviana*) en la Región de Silvia Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10 (2), 188-196. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612012000200022&lng=en&tlng=es.

Mendoza, I. N., Hoyos, A. J., & Peláez, J. C. (2020). Capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales de extractos de tallo de *Stevia rebaudiana* en varios modelos in vitro. *Revista EIA*, 17(34), Article 34. <https://doi.org/10.24050/reia.v17i34.1282>

Ministerio de Salud. (2020). *Lavado y desinfección: Frutas y verduras*. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/43213-minsa-exhorta-a-poblacion-a-limpiar-y-desinfectar-las-verduras-frutas-y-utensilios-de-cocina> Plataforma del Estado Peruano

Morales, G. P. (2012). *Vegetales silvestres de uso alimentario: Determinación de compuestos bioactivos y valoración de la capacidad antioxidante* [Universidad Complutense de Madrid]. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/48006>

Mosquera, C. L. M., Chaverra, M. M., & Hurtado, C. J. (2019). ELABORACIÓN DE NÉCTAR DE LULO (*SOLANUM SESSILIFLORUM* DUNAL). *Revista Sinergia*, 5, Article 5.

Muñoz, P., Parra, F., Simirgiotis, M. J., Sepúlveda Chavera, G. F., & Parra, C. (2021). Chemical Characterization, Nutritional and Bioactive Properties of *Physalis peruviana* Fruit from High Areas of the Atacama Desert. *Foods*, 10(11), 2699. <https://doi.org/10.3390/foods10112699>

Muñoz, V. S. C. (2021). *Efecto de la adición de harina de moringa (Moringa oleífera) y del edulcorante estevia (Stevia rebaudiana) sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una bebida funcional de aguaymanto (Physalis peruviana L.)* [Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7012>

Myint, K. Z., Yu, Q., Xia, Y., Qing, J., Zhu, S., Fang, Y., & Shen, J. (2021). Bioavailability and antioxidant activity of nanotechnology-based botanic antioxidants. *Journal of Food Science*, 86(2), 284-292. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15582>

Rojas, B. D. S., Repo, D. C. R., & Encina, C. R. (2017). Determinación de la máxima retención de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(2), 174-186. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2017000200004&lng=es&tlng=es.

Roohinejad, S., Koubaa, M., & Gharibzahedi, S. M. T. (2025). Drying Technologies for *Stevia rebaudiana* Bertoni: Advances, Challenges, and Impacts on Bioactivity for Food Applications - A Review. *Foods*, 14(16), 2801. <https://doi.org/10.3390/foods14162801>

Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. En *Methods in Enzymology* (Vol. 299, pp. 152-178). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)

Thimoteo, D. C. D., Braz, A. R., Ribeiro, D. B. R., De Oliveira, P. L., & Stedefeldt, E. (2013). Métodos para aplicar las pruebas de aceptación para la alimentación escolar: Validación de la tarjeta lúdica. *Revista chilena de nutrición*, 40(4), 357-363. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182013000400005>

Tovar, D. R. J. (2013). *Determinación de la actividad antioxidante por DPPH y ABTS de 30 plantas recolectadas en la ecoregión Cafétera* [Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://hdl.handle.net/11059/3636>

Vásquez, V. N. L. (2023). *Evaluación del Contenido de Vitamina C y Capacidad Antioxidante de un Néctar Mixto a partir de Zumos de Aguaymanto (Physalis peruviana L.), Tomate de Árbol (Solanum betaceum.) y Piña (Ananas comosus)* [Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <http://hdl.handle.net/20.500.14142/379>

Vázquez, H. M. C., Guevara, G. R. G., Aguirre, B. H., Alvarado, A. M., & Romero, Z. H. (2017). Consumo actual de edulcorantes naturales (beneficios y problemática): Stevia. *Revista Médica Electrónica*, 39(5), 1153-1159. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242017000500016&lng=es&tlng=es