

Jalea de aguaymanto (*Physalis peruviana*) y estevia (*Stevia rebaudiana*): efecto fisicoquímico y sensorial en yogurt probiótico

Goldenberry (Physalis peruviana) jelly and stevia (Stevia rebaudiana): physicochemical and sensory effects on probiotic yogurt quality

Vargas Zuñiga,
Liseth¹



Barrial Lujan,
Abel Isaías²



Mindani Cáceres
Carmen Gisela²



Taipe Pardo,
Fredy¹



Torres Gutiérrez,
Elmer Robert²



¹ Universidad Nacional José María Arguedas

² Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma (UNAAAT), Carretera La Florida-Cochayoc, Huancucro 2092, Zip code: 12651, Junín, Perú.

Recibido:
02-07-2026

Publicado:
31-07-2026

Autor correspondiente:
Abel Isaías Barrial Lujan
Correo:
abarrial@unaat.edu.pe
Universidad Nacional Autónoma
Altoandina de Tarma, Junín, Perú

Para citar este artículo:
Vargas, L., Barrial, A., Mindani, C., Taipe, F., y Torres, E. (2026). Jalea de aguaymanto (*Physalis peruviana*) y estevia (*Stevia rebaudiana*): efecto fisicoquímico y sensorial en yogurt probiótico. Revista Científica Kanyu, 4(1), p. 28-40.

<https://doi.org/10.61210/kanyu.v4i1.252>

RESUMEN

El consumo excesivo de azúcares añadidos en productos lácteos constituye un problema de salud pública asociado al incremento de la obesidad y diabetes mellitus tipo 2, lo que ha impulsado el desarrollo de alimentos funcionales con menor contenido calórico y mayor valor nutricional. Sin embargo, el efecto combinado de la jalea de aguaymanto y la estevia sobre las propiedades fisicoquímicas, nutricionales, sensoriales y el contenido de ácido ascórbico del yogurt probiótico aún no ha sido caracterizado. Este estudio tuvo como objetivo desarrollar y caracterizar un yogurt probiótico formulado con jalea de aguaymanto (*Physalis peruviana*) y estevia (*Stevia rebaudiana*). Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro tratamientos (T1 = 0%:3%, T2 = 5%:3%, T3 = 10%:3% y T4 = 12%:3% de jalea:estevia, respectivamente). Se evaluaron el pH, acidez titulable, sólidos solubles, la composición proximal, las propiedades sensoriales y el contenido de ácido ascórbico. Los resultados fueron analizados mediante ANOVA y prueba de Tukey HSD ($p < 0.05$). El aumento de jalea incrementó significativamente el pH (4.10–5.50), la acidez titulable (0.67–0.86 % de ácido láctico) y los sólidos solubles (7.0–12.8 °Brix). T4 presentó los mayores contenidos de proteína (2.58%), cenizas (0.90%), fibra (0.65%) y 23.92 mg de ácido ascórbico/100 g, con diferencias significativas respecto a T1. Asimismo, T3 y T4 alcanzaron la mayor aceptación sensorial, por lo que la incorporación de jalea de aguaymanto y estevia me-

loró significativamente las propiedades nutricionales, funcionales y sensoriales del yogurt probiótico, constituyendo una alternativa saludable y de valor agregado para la industria láctea.

Palabras claves: aguaymanto, estevia, yogurt, probiótico.

ABSTRACT

Excessive consumption of added sugars in dairy products is a public health problem linked to rising rates of obesity and type 2 diabetes mellitus, which has driven the development of functional foods with lower calorie content and higher nutritional value. However, the combined effect of aguaymanto jelly and stevia on the physicochemical, nutritional and sensory properties, as well as the ascorbic acid content, of probiotic yoghurt has not yet been characterised. The aim of this study was to develop and characterise a probiotic yoghurt formulated with aguaymanto jelly (*Physalis peruviana*) and stevia (*Stevia rebaudiana*). A completely randomised design (CRD) was applied with four treatments (T1 = 0%:3%, T2 = 5%:3%, T3 = 10%:3% and T4 = 12%:3% jelly:stevia, respectively). The following parameters were evaluated: pH, titratable acidity, soluble solids, proximate composition, sensory properties and ascorbic acid content. The results were analysed using ANOVA and Tukey's HSD test ($p < 0.05$). An increase in jelly content significantly raised the pH (4.10–5.50), titratable acidity (0.67–0.86 % lactic acid) and soluble solids (7.0–12.8 °Brix). T4 had the highest levels of protein (2.58%), ash (0.90%), fibre (0.65%) and 23.92 mg of ascorbic acid per 100 g, with significant differences compared with T1. Furthermore, T3 and T4 achieved the highest sensory acceptance; consequently, the addition of aguaymanto jelly and stevia significantly improved the nutritional, functional and sensory properties of the probiotic yoghurt, making it a healthy, value-added alternative for the dairy industry.

Keywords: aguaymanto; stevia; yogurt; probiotic.

INTRODUCCIÓN

En la última década, los alimentos funcionales han adquirido un papel relevante en la industria alimentaria debido a la creciente demanda de productos que, al mismo tiempo de cubrir los requerimientos nutricionales, contribuyan a la prevención de enfermedades y a la promoción de la salud. En este contexto, los productos lácteos fermentados constituyen una de las categorías de mayor interés, ya que combinan un elevado valor nutricional con la capacidad de actuar como vehículos de compuestos bioactivos y microorganismos beneficiosos. Entre ellos, el yogurt probiótico destaca por aportar proteínas de alto valor biológico, calcio y vitaminas, además de microorganismos vivos que, administrados en cantidades adecuadas, ejercen efectos beneficiosos sobre la salud del huésped (Darwish et al., 2022; Saritaş et al., 2024).

Los probióticos desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de la homeostasis intestinal mediante la modulación de la microbiota, el fortalecimiento de la barrera epitelial y la regulación de la respuesta inmunitaria. Asimismo, favorecen la producción de metabolitos bioactivos, como los ácidos grasos de cadena corta, asociados con la reducción del riesgo de trastornos gastrointestinales, enfermedades metabólicas e inflamatorias. Estas propiedades han consolidado

al yogurt probiótico como uno de los alimentos funcionales con mayor potencial para el desarrollo de productos destinados a promover la salud y el bienestar (D'Almeida et al., 2026; Saritaş et al., 2024).

Paralelamente, la reformulación de productos lácteos mediante la sustitución parcial o total del azúcar por edulcorantes naturales representa una estrategia ampliamente promovida para responder al incremento global de la obesidad, la diabetes mellitus tipo 2 y otras enfermedades relacionadas con el consumo excesivo de azúcares libres (Bulsiewicz, 2023). En este sentido, Stevia rebaudiana ha despertado un creciente interés como edulcorante natural, debido a que sus glucósidos de esteviol proporcionan un elevado poder edulcorante sin aportar calorías ni elevar significativamente la glucemia posprandial. Además, se le atribuyen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y potencialmente hipoglucemiantes, lo que amplía sus posibilidades de aplicación en el desarrollo de alimentos funcionales (Mekdade et al., 2025).

Por otra parte, el aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), fruto nativo de la región andina, constituye una fuente importante de ácido ascórbico, carotenoides, compuestos fenólicos y flavonoides, metabolitos bioactivos ampliamente reconocidos por su elevada capacidad antioxidante. Estos compuestos no solo incrementan el valor nutricional de los alimentos, sino que también pueden mejorar su estabilidad oxidativa, color, sabor y aceptación sensorial. Asimismo, la incorporación de derivados del aguaymanto, como la jalea, incrementa el contenido de sólidos solubles y otros compuestos funcionales capaces de modificar favorablemente las propiedades fisicoquímicas y reológicas de los productos lácteos fermentados (Añibarro-Ortega et al., 2025; Obregón-La Rosa et al., 2023).

Estudios previos han evaluado por separado yogures con distintas proporciones de aguaymanto (Darwish et al., 2022; Rojas, 2014) o con edulcorantes no calóricos como la estevia (Mekdade et al., 2025; Olazabal, 2019), pero la evidencia sobre el efecto combinado de la jalea de aguaymanto y la estevia sobre las propiedades fisicoquímicas, el contenido de ácido ascórbico y la aceptación sensorial de un yogurt probiótico continúa siendo limitada. En particular, no se ha establecido cuál es la concentración de jalea que optimiza simultáneamente la estabilidad fisicoquímica y la aceptación sensorial sin comprometer los parámetros de calidad microbiológica típicos del yogurt. Las concentraciones evaluadas en este estudio (5, 10 y 12%) se seleccionaron con base en el rango reportado por Rojas, (2014) para yogures con jalea de aguaymanto, y en el contenido natural de sólidos solubles del fruto (15 °Brix), que permitieron incrementos perceptibles de dulzor y color sin afectar drásticamente la textura del gel.

En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes concentraciones de jalea de aguaymanto edulcorada con estevia sobre las propiedades fisicoquímicas, la composición proximal, las características sensoriales y el contenido de ácido ascórbico de un yogurt probiótico. Se planteó como hipótesis que el incremento de la concentración de jalea de aguaymanto modifica significativamente ($p < 0.05$) dichas variables, así como la aceptación sensorial del producto, en comparación con el tratamiento control sin jalea.

Materiales y métodos

Elaboración de la jalea de aguaymanto

Se utilizaron 4 kg de frutos maduros de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) procedentes del valle del Chumbao, Andahuaylas, Apurímac, Perú (13°39'12" S, 73°23'18" O; 2830 m.s.n.m.), los cuales fueron procesados siguiendo la metodología descrita por Ordoñez y Aurora (2017), con ligeras modificaciones. Los frutos fueron lavados manualmente por inmersión en agua potable y desinfectados usando una solución de hipoclorito de sodio al 0.1 %, por un tiempo de exposición de 30 min, enjuagados con abundante agua potable (aproximadamente 3 L por kg de fruta) y escurridos. Posteriormente, los frutos fueron sometidos a cocción durante 5 min, empleando una olla con agua en relación fruta:agua de 1:2; seguidamente, se despulparon manualmente usando una gasa de tela blanca como tamiz para separar semillas y cáscaras, obteniéndose una pulpa homogénea a la cual se

le determinó el pH y los sólidos solubles (°Brix) con el fin de caracterizar la materia prima antes de su incorporación en la formulación del yogurt. La jalea de aguaymanto se calentó a 85 °C durante 10 min para su pasteurización y concentración hasta alcanzar un contenido de sólidos solubles de 50 °Brix, valor inferior al estándar convencional de jaleas Codex Alimentarius (2009). Finalmente, se envasó en frascos de vidrio esterilizados, sellados herméticamente y se almacenó a 4 °C hasta su uso posterior en la elaboración del yogurt.

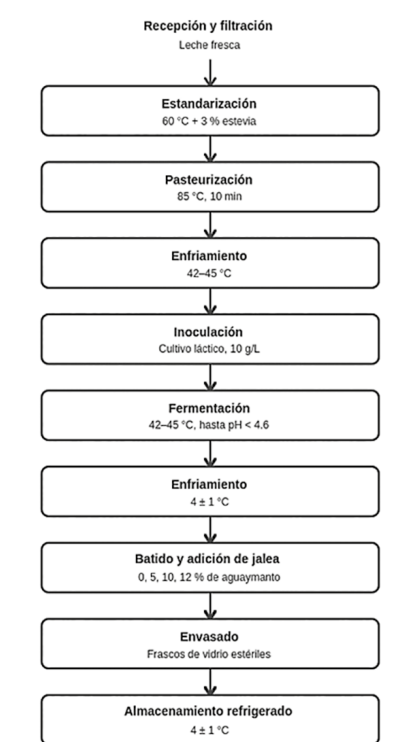
Elaboración del yogurt probiótico

La leche fresca pasteurizada, fue adquirida en el Mercado Modelo Municipal de Andahuaylas, Apurímac, Perú (13°39'17" S, 73°23'15" O; 2926 m s.n.m.), luego fue procesada siguiendo la metodología descrita por Rojas (2014), con ligeras modificaciones. Esta fue filtrada empleando una gasa blanca para eliminar impurezas y calentada a 60 °C para facilitar la eliminación de posible carga microbiana. Posteriormente, se adicionó estevia al 3 %, la mezcla se enfrió a 43 °C y se inoculó con 10 g/L de un cultivo láctico comercial liofilizado (Lyofast Y 450 B, Sacco S.r.l., Cadorago, Italia), constituido por cepas seleccionadas de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Según la ficha técnica del fabricante, este cultivo termófilo presenta un perfil de acidificación estándar de 43 °C durante 7 h hasta pH 4.5 ± 0.15, con una dosis de referencia de 1 unidad de cultivo (UC) por cada 100 L de leche; en el presente estudio se empleó a razón de 10 g/L de leche, siguiendo la práctica habitual de dosificación gravimétrica del cultivo a granel.

La fermentación se realizó a una temperatura entre 42 y 45 °C hasta la formación de la cuajada, momento en el que se alcanzó un pH inferior a 4.6, indicativo de la coagulación de las caseínas, inmediatamente el yogurt se enfrió a una temperatura de 4 ± 1 °C, seguidamente se homogeneizó mediante batido y se adicionó la jalea de aguaymanto en las concentraciones correspondientes a cada tratamiento (T1 = 0 %, T2 = 5 %, T3 = 10 %, T4 = 12 %, manteniendo 3 % de estevia). El yogurt probiótico se envasó en frascos de vidrio estériles y se almacenó en refrigeración (4 ± 1 °C) hasta su posterior análisis. El flujo de proceso para elaboración de yogurt probiótico se muestra en la Figura 1 (Rojas, 2014).

Figura 1

Diagrama de flujo del proceso de elaboración del yogurt probiótico con jalea de aguaymanto y estevia.



Características fisicoquímicas

pH

El pH de la jalea y del yogurt se determinaron utilizando un potenciómetro marca HANNA, previamente calibrado con soluciones estándar de pH de 4.02 y 7.01. Para la lectura, se colocaron 20 mL de muestra en un vaso precipitado, se sumergió el electrodo, dejándolo estabilizar durante aproximadamente 30 segundos antes de registrar el valor final indicado en la pantalla del equipo (Torres et al., 2013).

Acidez

La acidez titulable se determinó midiendo 25 mL de yogurt, los cuales fueron transferidos a un matraz de Erlenmeyer y diluidos con agua destilada. Posteriormente, se agregaron 3 gotas de fenolftaleína al 1%, dispensadas con un gotero, y se tituló con hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N hasta la aparición de un color rosado pálido que persistiera durante 30 segundos, indicando el punto final de la titulación (Barrantes, 2018). El porcentaje de acidez expresado en ácido láctico se calculó mediante la ecuación (1)

$$\% \text{ de acidez} = \frac{(N \cdot V \cdot 0.09)}{m} * 100 \dots\dots\dots (\text{Ec. 1})$$

Donde:

N = normalidad de la solución de NaOH

V = volumen de NaOH consumido en la titulación (mL)

M = peso de la muestra (g)

Sólidos solubles (°Brix)

El contenido de sólidos solubles se determinó mediante refractometría, utilizando un refractómetro marca Hanna con compensación automática de temperatura. Para ello, se colocaron 0.05 ml de muestra sobre el prisma del equipo, se cerró la tapa y se realizó la lectura directa en la escala del refractómetro, expresada en grados Brix (°Brix).

Análisis químico proximal

Se determinaron los parámetros químicos de humedad (método AOAC 931.04), ceniza (AOAC 942.05), grasa (AOAC 963.15), fibra (AOAC 972.15), proteína (AOAC 970.22) y carbohidratos por diferencia (AOAC 930.20), de acuerdo con los métodos oficiales de análisis (AOAC, 2022).

Características sensoriales

Para determinar las características sensoriales del yogurt probiótico se evaluó los atributos de color, aroma, sabor y textura, empleando un procedimiento denominado evaluación sensorial (Tigua et al., 2021), siguiendo la metodología propuesta de Da Cunha et al. (2013). La evaluación sensorial se realizó con 30 panelistas semientrenados (consumidores familiarizados con productos lácteos fermentados, previamente orientados sobre los atributos a evaluar y el uso de la escala hedónica de 5 puntos), reclutados voluntariamente entre estudiantes y personal perteneciente a la Universidad Nacional José María Arguedas, Apurímac, Perú.

Cada panelista otorgó su consentimiento informado (verbal y escrito) antes de participar, y la prueba no implicó riesgo para la salud, al tratarse de una degustación de un alimento de consumo habitual. Las muestras de yogurt probiótico correspondientes a los cuatro tratamientos (0.5, 10 y 12 % de jalea de aguaymanto, con 3 % de estevia cada uno) se sirvieron de manera aleatoria en vasos codificados con números de tres dígitos, en cabinas individuales. Los panelistas calificaron el color,

aroma, sabor y textura mediante una escala hedónica de 5 puntos (1 = Malo, 2 = Regular, 3 = Bueno, 4 = Muy bueno, 5 = Excelente). Los datos se registraron en una hoja de encuesta y se procesaron bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), analizados mediante ANOVA y la prueba de Tukey HSD ($p < 0.05$), de acuerdo con lo descrito en la sección de análisis estadístico de datos.

Análisis del contenido de ácido ascórbico (AA)

El contenido de ácido ascórbico se determinó mediante un método colorimétrico basado en el principio de AOAC 967.21, con modificaciones (Huamán, 2022). Para ello, se disolvieron 0.1 g de ácido ascórbico en solución de ácido oxálico al 0.4 % y se aforó a 100 mL, obteniendo la solución estándar. Paralelamente, se preparó la solución de 2,6-diclorofenolindofenol (DCPIP), disolviendo 12 mg del reactivo en agua destilada a 50 °C, aforando a 100 mL. Ambas soluciones se almacenaron en frascos ámbar y se refrigeraron a 5 °C hasta su uso.

Para la curva estándar o patrón, se prepararon cinco soluciones estándar de ácido ascórbico con concentraciones de 1, 2, 3, 4 y 5 mg/100 mL, y se midió su absorbancia a 520 nm de longitud de onda, frente a un blanco de reactivos. Con estos datos se construyó la curva de calibración, con un $R^2 = 0.98$, lo que indicó una adecuada linealidad del método en el rango de concentraciones evaluado (AOAC, 2022).

Determinación en muestra.

Se maceraron 0.5 g de muestra con 9.5 mL de ácido oxálico al 0.4 % y el extracto obtenido se filtró con papel Whatman N° 4. Para el blanco de muestra (L1), se mezclaron 0.5 mL del filtrado con 4.5 mL de agua destilada y se ajustó la absorbancia a cero. Para la determinación (L2), se mezclaron 0.5 mL del filtrado con 4.5 mL de la solución coloreada de 2,6-diclorofenolindofenol (DCPIP), registrándose la absorbancia a 520 nm (Huamán, 2022). El contenido de AA se determinó mediante la ecuación 2.

$$\text{mg. ácido ascórbico} = \frac{(L1 - L2) - B}{[A]} \times FD \dots \dots \dots (\text{Ec. 2})$$

Donde:

L1 = Lectura inicial

L2 = lectura final

A = Absorbancia

B = Intercepto

FD = Factor de dilución

Análisis estadístico de datos

Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro tratamientos, correspondientes a diferentes concentraciones de jalea de aguaymanto (0.5, 10 y 12 %) manteniendo constante la estevia (3 %), y tres repeticiones por tratamiento ($n = 3$), resultando en un total de 12 unidades experimentales. Cada unidad experimental consistió en una muestra independiente de 100 mL de yogurt, elaborada de manera independiente desde la etapa de fermentación. Los datos se expresaron como media $\pm$ desviación estándar y se analizaron mediante ANOVA, seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey HSD ($p < 0.05$), utilizando el software Statgraphics Centurion XVI (Statgraphics Technologies Inc., The Plains, VA, USA).

Consideraciones éticas

El estudio se realizó siguiendo los principios éticos básicos para la investigación con seres humanos en pruebas sensoriales de alimentos de bajo riesgo. Todos los panelistas participaron de

forma voluntaria, previa firma/confirmación de consentimiento informado, y pudieron retirarse en cualquier momento sin consecuencias.

RESULTADOS

Características fisicoquímicas pH, acidez y °Brix

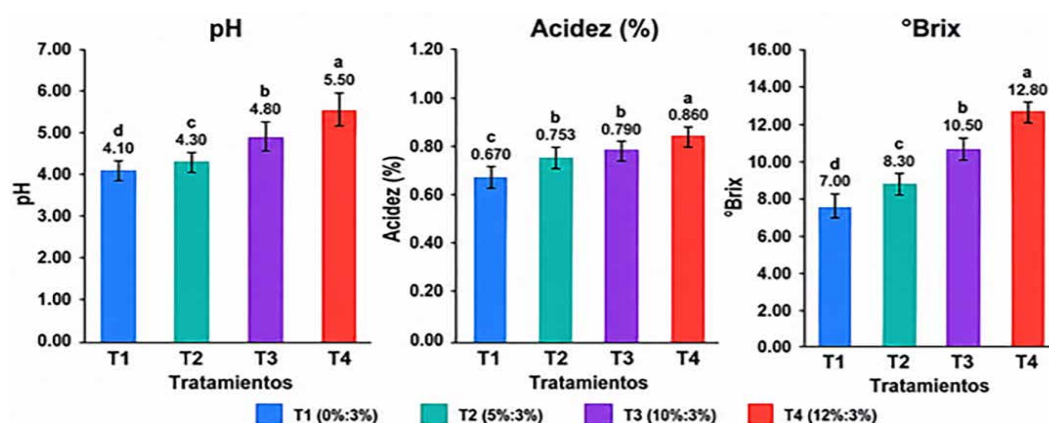
Las propiedades fisicoquímicas, como el pH, la acidez titulable y los sólidos solubles (°Brix), son indicadores clave de la calidad y estabilidad del yogurt, además de influir en su aceptabilidad por el consumidor (Badui, 2006; Salehi, 2021), en ese sentido el incremento de la concentración de jalea produjo un aumento significativo ($p < 0.05$) del pH, desde 4.10 (T1) hasta 5.50 (T4), de la acidez titulable (0.67–0.86 % de ácido láctico) y de los sólidos solubles (7.0–12.8 °Brix), con diferencias significativas entre todos los tratamientos según la prueba de Tukey HSD (letras distintas, Figura 2).

El tratamiento T1 al presentar menor pH, sugiere una mayor acidificación asociada con la producción de ácido láctico durante la fermentación. Por el contrario, el pH aumentó progresivamente en T2, T3 y T4 conforme se incrementó la concentración de jalea de aguaymanto, alcanzando el valor más alto en T4. Este comportamiento podría relacionarse con la incorporación de azúcares y otros componentes de la jalea, elaborada a partir de una fruta con aproximadamente 15 °Brix (Sopla et al., 2023), los cuales pueden modificar la capacidad amortiguadora de la matriz láctea. Asimismo, algunos compuestos bioactivos del aguaymanto podrían influir en la actividad metabólica del cultivo iniciador y, en consecuencia, limitar la producción de ácido láctico. No obstante, esta explicación debe considerarse una hipótesis, ya que requiere ser confirmada mediante la evaluación de la viabilidad microbiana, los azúcares residuales y la acidez titulable.

En cuanto a sólidos solubles, el tratamiento T1 presentó el menor valor, con 7,0 °Brix ($p < 0.05$), mientras que T2, T3 y T4 mostraron un incremento progresivo de 8,3 a 12,8 °Brix. Este comportamiento confirma que el aumento del pH registrado en los tratamientos con mayor proporción de jalea estuvo acompañado por una mayor concentración de sólidos solubles. El menor valor de T1 se atribuye principalmente a la lactosa de la leche, debido a que la estevia proporciona dulzor sin aportar cantidades significativas de carbohidratos (Chowdhury et al., 2022). Por el contrario, el incremento observado en los tratamientos con jalea se explica por el aporte de glucosa, fructosa, sacarosa y otros sólidos solubles del aguaymanto. La mayor disponibilidad de estos componentes también podría modificar la capacidad amortiguadora de la matriz láctea y contribuir al comportamiento del pH descrito anteriormente.

Figura 2

Características fisicoquímicas del yogurt probiótico edulcorado con jalea de aguaymanto y estevia



Nota. T1: 0% jalea de aguaymanto y 3% estevia; T2: 5% jalea de aguaymanto y 3% estevia; T3: 10% jalea de aguaymanto y 3% estevia; T4: 12% jalea de aguaymanto y 3% estevia. Los valores representan la media $\pm$ desviación estándar ($n = 3$). Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos (prueba de Tukey HSD, $p < 0,05$).

El T1, que mostró un valor de 0.67, presentó la acidez más baja ($p < 0.05$), ya que en este tratamiento no se añadió jalea de aguaymanto, solo estevia. Esto sugiere que la estevia no tiene un impacto significativo sobre la acidez del yogurt, ya que no altera el pH del producto. Por otro lado, se observa que los tratamientos 2, 3 y 4 a medida que aumenta la concentración de jalea de aguaymanto, la acidez también incrementa alcanzando valores desde 0.753 hasta 0.86. Este aumento en la acidez sugiere que la jalea de aguaymanto tiene un efecto ácido significativo en la formulación del yogurt. Los ácidos orgánicos presentes en la jalea de aguaymanto son los responsables de esta variación en el pH (Guevara & Málaga, 2017). Este comportamiento es característico de frutas ricas en vitamina C y ácidos orgánicos, como el aguaymanto, que pueden alterar el pH del producto final (Rojas, 2014).

Análisis químico proximal

La Tabla 1 presenta la composición proximal del yogurt probiótico. La humedad disminuyó progresivamente de T1 a T4 (87.41% a 81.11%; $p < 0.05$), consistente con el aumento de sólidos solubles aportados por la jalea (azúcares, pectinas y ácidos orgánicos), que incrementan la materia seca y favorecen la inmovilización del agua mediante interacciones proteína–polisacárido (Añibarro-Ortega et al., 2025; McClements, 2024).

Desde el punto de vista tecnológico, la incorporación de jalea de aguaymanto modifica el equilibrio agua sólidos de la matriz láctea, favoreciendo una mayor inmovilización del agua mediante interacciones entre las proteínas del yogurt y los polisacáridos presentes en el fruto.

Estas interacciones fortalecen la estructura tridimensional del gel, disminuyen la cantidad de agua libre y contribuyen a mejorar la consistencia y estabilidad del yogurt durante el almacenamiento (McClements, 2024; Viquez-Barrantes et al., 2024). En consecuencia, la reducción progresiva de la humedad observada en los tratamientos con mayor concentración de jalea refleja el efecto del incremento de sólidos totales y la reorganización de la red proteica, aspectos que pueden favorecer la calidad tecnológica y la estabilidad del yogurt probiótico.

Las proteínas lácteas desempeñan un papel fundamental en la formación y estabilidad de la red de gel del yogurt, determinando propiedades como la textura y la capacidad de retención de agua (Añibarro-Ortega et al., 2025; Arslan et al., 2026). Como se muestra en la Tabla 1, el contenido proteico aumentó significativamente de T1 a T4 conforme se incrementó la concentración de jalea de aguaymanto ($p < 0.05$). Esta tendencia podría atribuirse principalmente a la disminución de la humedad y al consecuente aumento relativo de la materia seca, así como al aporte proteico del fruto, cuyo contenido varía entre 1.88 y 2.54 g/100 g (Obregón-La Rosa et al., 2023; Petkova et al., 2021). Además, las interacciones entre las proteínas lácteas y los polisacáridos de la jalea podrían contribuir a la organización y estabilidad de la matriz del yogurt (McClements, 2024). Sin embargo, este posible efecto estructural debe confirmarse mediante análisis reológicos e instrumentales.

En concordancia, el contenido en ceniza, la fibra y los carbohidratos aumentaron significativamente con la concentración de jalea ($p < 0.05$), alcanzando en T4 valores de 0.90, 0.65 y 13.05%, respectivamente, atribuibles al aporte propio de minerales, fibra y azúcares del fruto (Obregón-La Rosa et al., 2023; Petkova et al., 2021). En consecuencia, el aumento progresivo de la jalea de aguaymanto representa una estrategia tecnológica y nutricional para desarrollar un yogurt probiótico con mayor calidad estructural y un perfil nutricional más atractivo para el consumidor.

Tabla 1

Análisis proximal del yogurt probiótico con jalea de aguaymanto y estevia

	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
	$\bar{x} \pm DE$	$\bar{x} \pm DE$	$\bar{x} \pm DE$	$\bar{x} \pm DE$
Humedad (%)	87.41 $\pm$ 0.06 ^a	82.42 $\pm$ 0.01 ^b	81.35 $\pm$ 0.01 ^c	81.11 $\pm$ 0.01 ^c
Proteína (%)	2.36 $\pm$ 0.06 ^d	2.45 $\pm$ 0.01 ^c	2.55 $\pm$ 0.01 ^b	2.58 $\pm$ 0.01 ^a
Grasa (%)	2.88 $\pm$ 0.06 ^a	2.70 $\pm$ 0.01 ^b	2.53 $\pm$ 0.01 ^c	2.36 $\pm$ 0.01 ^d
Ceniza (%)	0.76 $\pm$ 0.01 ^c	0.87 $\pm$ 0.01 ^b	0.88 $\pm$ 0.06 ^{ab}	0.90 $\pm$ 0.01 ^a
Fibra (%)	0.00 $\pm$ 0.00 ^d	0.25 $\pm$ 0.06 ^c	0.42 $\pm$ 0.01 ^b	0.65 $\pm$ 0.01 ^a
Carbohidrato (%)	6.59 $\pm$ 0.01 ^d	11.56 $\pm$ 0.06 ^c	12.69 $\pm$ 0.01 ^b	13.05 $\pm$ 0.01 ^a

Nota. T1: 0% jalea de aguaymanto y 3% estevia; T2: 5% jalea de aguaymanto y 3% estevia; T3: 10% jalea de aguaymanto y 3% estevia; T4: 12% jalea de aguaymanto y 3% estevia. Los valores representan la media $\pm$ desviación estándar (n = 3). Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos (prueba de Tukey HSD, p < 0,05).

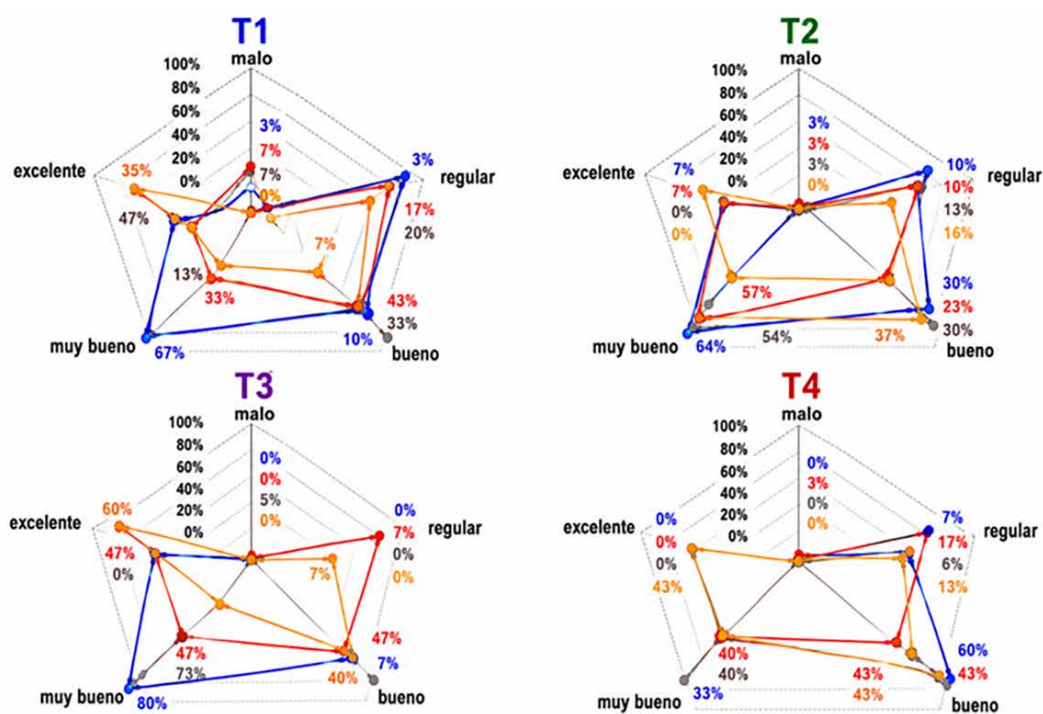
La grasa mostró una disminución progresiva (2.88% en T1 a 2.36% en T4), congruente con un efecto de dilución de la fracción lipídica por la mayor proporción de sólidos vegetales en la formulación (Terrones & Novoa, 2014). Este comportamiento es consistente con el efecto de sustitución parcial de la fase láctea por un ingrediente de bajo contenido graso, fenómeno ampliamente descrito en el desarrollo de yogures enriquecidos con frutas, donde la incorporación de matrices vegetales favorece la disminución del contenido lipídico sin comprometer la estabilidad del producto.

Características sensoriales

La Figura 3 muestra las medias de las calificaciones hedónicas para color, aroma, sabor y textura en cada tratamiento. El ANOVA indicó diferencias significativas entre tratamientos para todos los atributos evaluados (p < 0.05).

Figura 3

Evaluación sensorial del yogurt probiótico edulcorado con jalea de aguaymanto y estevia



Nota. T1: 0% jalea de aguaymanto y 3% estevia; T2: 5% jalea de aguaymanto y 3% estevia; T3: 10% jalea de aguaymanto y 3% estevia; T4: 12% jalea de aguaymanto y 3% estevia. Los valores representan la media $\pm$ desviación estándar (n = 3). Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos (prueba de Tukey HSD, p < 0,05).

Los tratamientos T3 y T4, formulados con mayor concentración de jalea de aguaymanto, obtuvieron la mayor proporción de calificaciones “muy bueno” y “excelente” en color, aroma y sabor (80% “muy bueno” en color para T3; 43% “excelente” en sabor para T4), mientras que T1 concentró la mayor proporción de calificaciones “regular” en sabor (47%). Este comportamiento es consistente con el aporte de acidez natural, notas dulces y color anaranjado del aguaymanto (Huaman et al., 2023), que complementan el dulzor limpio de la estevia. Estos resultados coinciden con lo reportado por (Rojas, 2014), quien encontró la mejor aceptación sensorial en yogures con concentraciones intermedias-altas de jalea de aguaymanto.

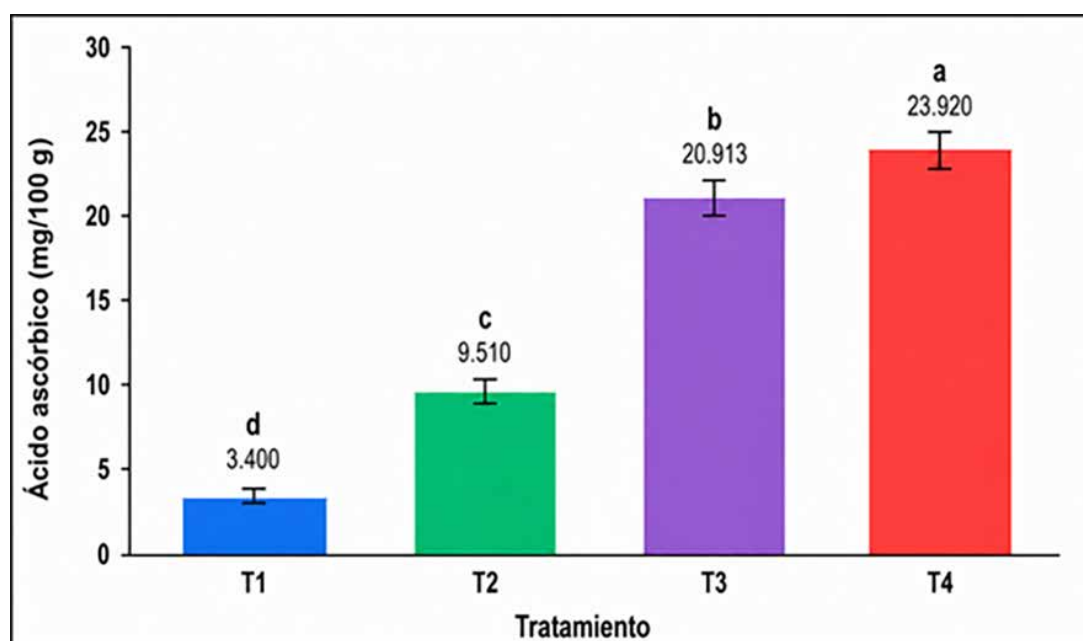
Contenido de Ácido Ascórbico (AA)

El contenido de ácido ascórbico del yogurt probiótico enriquecido con jalea de aguaymanto se presenta en la Figura 4. El tratamiento control (T1) registró la menor concentración de AA (3.40 mg) ($p < 0.05$), mientras que los tratamientos T2, T3 y T4 mostraron un incremento progresivo hasta alcanzar 9.51, 16.84 y 23.92 mg, respectivamente. Este comportamiento evidencia una relación directa entre la concentración de jalea incorporada y el contenido de ácido ascórbico del producto final. El incremento observado se atribuye al elevado contenido de AA presente en *Physalis peruviana*, fruto reconocido por su riqueza en ácido ascórbico y otros compuestos antioxidantes, lo que respalda su utilización como ingrediente funcional en productos lácteos fermentados (Añibarro-Ortega et al., 2025; Obregón-La Rosa et al., 2023). Además, la matriz ácida del yogurt puede contribuir a preservar parcialmente la estabilidad de esta vitamina durante el procesamiento y almacenamiento (Carr & Maggini, 2017; D’Almeida et al., 2026).

Desde el punto de vista nutricional, el enriquecimiento con jalea de aguaymanto incrementa el valor funcional del yogurt, ya que AA participa en la defensa antioxidante, la síntesis de colágeno, la absorción del hierro y el funcionamiento del sistema inmunológico (Obregón-La Rosa et al., 2023). En este sentido, el tratamiento T4 presentó el mayor potencial nutricional, constituyéndose en una alternativa para aumentar el aporte dietético de este micronutriente esencial.

Figura 4

Contenido de ácido ascórbico del yogurt probiótico edulcorado con jalea de aguaymanto



Nota. T1: 0% jalea de aguaymanto y 3% estevia; T2: 5% jalea de aguaymanto y 3% estevia; T3: 10% jalea de aguaymanto y 3% estevia; T4: 12% jalea de aguaymanto y 3% estevia. Los valores representan la media $\pm$ desviación estándar ($n = 3$). Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos (prueba de Tukey HSD, $p < 0,05$).

Limitaciones del estudio. El presente trabajo evaluó un número acotado de variables fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales en un único punto temporal, sin incluir viscosidad, sinéresis ni color instrumental, sin incluir análisis microbiológicos de viabilidad de los cultivos probióticos durante el almacenamiento ni estudios de vida útil. Se recomienda que investigaciones futuras incorporen recuentos microbiológicos (UFC/g) a lo largo del almacenamiento y estudios de estabilidad y vida útil, con el fin de fortalecer la evidencia sobre la aplicabilidad tecnológica de este tipo de formulación, particularmente para el tratamiento T4, cuyo pH más elevado podría afectar la supervivencia del cultivo probiótico durante el almacenamiento refrigerado.

CONCLUSIÓN

La incorporación de jalea de aguaymanto (*Physalis peruviana*) y estevia (*Stevia rebaudiana*) modificó significativamente ($p < 0.05$) las propiedades fisicoquímicas, la composición proximal, el contenido de ácido ascórbico y la aceptación sensorial del yogurt probiótico, confirmando la hipótesis planteada. El tratamiento T4 (12% de jalea) presentó el mayor contenido de proteína, ceniza, fibra y el contenido de ácido ascórbico, mientras que T3 y T4 obtuvieron la mejor aceptación sensorial, lo que sugiere que concentraciones entre 10 y 12% de jalea de aguaymanto representan una alternativa tecnológica y nutricionalmente atractiva para el desarrollo de yogures probióticos funcionales.

Agradecimiento

Los autores agradecen a la Universidad Nacional José María Arguedas por brindar las instalaciones, los equipos y las facilidades necesarias para la ejecución del estudio; al personal del laboratorio por su apoyo técnico; y a los estudiantes que participaron voluntariamente en la evaluación sensorial de las formulaciones de yogurt probiótico.

Contribución de los autores, conflicto de interés y disponibilidad de datos

Conflicto de interés. Los autores declaran no tener conflictos de interés relacionados con este trabajo.

Disponibilidad de datos. Los datos utilizados para sustentar los resultados de este estudio están disponibles a solicitud del autor correspondiente.

REFERENCIAS

- Añibarro-Ortega, M., Días, 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/S1>
- AOAC. (2022). Official methods of analysis. Association of official analytical chemists (22 nd Virg). <https://doi.org/10.1201/9781003354116-6>
- Arslan, B. N., Döndaş, N. Y., Koçhan, S., Bulut, S. D., Tamer, M. A., Çelebioğlu, H. U., Bodur, M., Ağagündüz, D., Tabanelli, G., Barbieri, F., Gardini, F., Döndaş, H. A., Esatbeyoglu, T., & Ozogul, F. (2026). Functional fermented dairy products: a review of mechanisms, health potential, and technological challenges. *Frontiers in Nutrition*, 13, 1779688. <https://doi.org/10.3389/FNUT.2026.1779688/FULL>
- Badui, D. S. (2006). Química de los alimentos. In Pearson Educación (4ta Edició). Mexico.

- Barrantes, W. (2018). Influence of concentration of *Furcraea andina* "cabuya" honey in the microbiological and physic – chemical behavior of a natural probiotic yogurt. *Sciëndo*, 21(2), 135–136. <https://doi.org/10.17268/sciëndo.2018.014>
- Bulsiewicz, W. J. (2023). The Importance of Dietary Fiber for Metabolic Health. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 17(5), 639. <https://doi.org/10.1177/15598276231167778>
- Carr, A. C., & Maggini, S. (2017). Vitamin C and Immune Function. *Nutrients*, 9(11), 1211. <https://doi.org/10.3390/NU9111211>
- Chowdhury, A. I., Rahanur Alam, M., Raihan, M. M., Rahman, T., Islam, S., & Halima, O. (2022). Effect of stevia leaves (*Stevia rebaudiana* Bertoni) on diabetes: A systematic review and meta-analysis of preclinical studies. *Food Science and Nutrition*, 10(9), 2868–2878. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2904>
- Da Cunha, D. T., Assunção Botelho, R. B., Ribeiro de Brito, R., de Oliveira Pineli, L. L., & Stedefeldt, E. (2013). Métodos para aplicar las pruebas de aceptación para la alimentación escolar: Validación de la tarjeta lúdica. *Revista Chilena de Nutricion*, 40(4), 357–363. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182013000400005>
- D'Almeida, A. P., Infante-Neta, A. A., Arcanjo, M. R. A., & Albuquerque, T. L. de. (2026). Probiotics and Prebiotics in Dairy: Enhancing Health, Quality, and Sensorial Properties. *Fermentation* 2026, Vol. 12, Page 239, 12(5), 239. <https://doi.org/10.3390/FERMENTATION12050239>
- Darwish, M. S., Qiu, L., Taher, M. A., Zaki, A. A., Abou-Zeid, N. A., Dawood, D. H., Shalabi, O. M. A. K., Khojah, E., & Elawady, A. A. (2022). Health Benefits of Postbiotics Produced by *E. coli* Nissle 1917 in Functional Yogurt Enriched with Cape Gooseberry (*Physalis peruviana* L.). *Fermentation* 2022, Vol. 8, Page 128, 8(3), 128. <https://doi.org/10.3390/FERMENTATION8030128>
- Guevara, P. A., & Málaga, B. R. (2017). Determinación de los parámetros de proceso y caracterización del puré de aguaymanto. Tesis de grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Huaman, F. R. S., Guevara-Alvarado, H. M., Mestanza, E. E. G., & Chamoli, V. Z. (2023). Caracterización fisicoquímica, análisis sensorial y composición bioactiva de una bebida funcional elaborada a base de aguaymanto, soya y estevia. *Revista Científica Dékamu Agropec*, 4(1), 52–61. <https://doi.org/10.55996/DEKAMUAGROPEC.V4I1.141>
- Huamán, R. E. R. (2022). Capacidad antioxidante, compuestos fenólicos y vitamina C en frutos secos y liofilizados de tres variedades de fruto de tuna (*Opuntia ficus indica*). [Tesis pregrado]. Universidad Nacional José María Arguedas. Andahuallas-Apurímac.
- McClements, D. J. (2024). Designing healthier and more sustainable ultraprocessed foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(2), e13331. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13331>
- Mekdade, L., Madi, N., & Sahraoui, H. (2025). Stevia and Steviol Glycosides in Dairy Products: An Overview on Usage, Microbial Dynamics, and Gut Health Effects—a Review Article. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 75(4), 410–420. <https://doi.org/10.31883/PJFNS/214748>
- Obregón-La Rosa, A. J., Contreras-López, E., Juárez, E. F., Barrón, Ú. G., Muñoz, A. M., & Ramos-Escudero, F. (2023). Nutritional and antioxidant profile of the *Physalis* fruit grown in three Andean regions of Peru. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny*, 74(1), 49–57. <https://doi.org/10.32394/RPZH.2023.0247>

- Olazabal, R. S. (2019). Elaboración de yogurt probiótico con beterraga (*Beta vulgaris*) variedad conditiva edulcorado parcialmente con stevia (stevia rebaudiana bertonii). In Tesis de grado en Ingeniería en industrias alimentarias. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <http://hdl.handle.net/20.500.12773/11397>
- Petkova, N. T., Popova, Ivanova, Mazova, N. N., Panayotov, N. D., & Stoyanova, A. (2021). Nutritional composition of different cape gooseberry genotypes (*Physalis peruviana* L.)-a comparative study. Journal Homepage, 5(4), 191–202. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(4\).123](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(4).123)
- Rojas Y. Y. (2014). Influencia de la adición del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) en las características fisicoquímicas y organolépticas del yogurt. In Tesis de grado. Universidad Nacional de Huancavelica. <https://hdl.handle.net/20.500.14597/95>
- Salehi, F. (2021). Quality, physicochemical, and textural properties of dairy products containing fruits and vegetables: A review. Food Science and Nutrition, 9(8), 4666–4686. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/fsn3.2430>
- Sarıtaş, S., Mondragon Portocarrero, A. del C., Miranda, J. M., Witkowska, A. M., & Karav, S. (2024). Functional Yogurt: Types and Health Benefits. Applied Sciences 2024, Vol. 14, Page 11798, 14(24), 11798. <https://doi.org/10.3390/AP142411798>
- Sopla, H. F. R., Guevara-Alvarado, H. M., Guevara – Mestanza, E. E., & Zuta– Chamoli, V. (2023). Caracterización fisicoquímica, análisis sensorial y composición bioactiva de una bebida funcional elaborada a base de aguaymanto, soya y estevia. Revista Científica Dékamu Agropec, 4(1), 52–61. <https://doi.org/10.55996/dekamuagropec.v4i1.141>
- Terrones, K. M., & Novoa, L. T. (2014). Viabilidad económica y financiera del proyecto de inversión elaboración y comercialización de yogurt probiótico de aguaymanto enriquecido con quinua de Cajamarca en el año 2014. Universidad Privada del Norte.
- Tigua, A., Bello, I., Mendoza, E., López, C., López, P., & Bravo, C. (2021). Compota based on sweet potato (*Ipomoea batatas*) adding pineapple (*Ananas comosus*) and banana (*Musa x paradisiaca*): organoleptic, physicochemical and microbiological characteristics. Agroindustrial Science, 11(3), 251–259. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.03.01>
- Torres, R., Montes, E. J., Pérez, O. A., & Andrade, R. D. (2013). Relación del color y del estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de frutas tropicales. Información Tecnológica, 24(3), 51–56. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000300007>
- Viquez-Barrantes, D., Cornejo-Gómez, D. C., Incer-González, A. I., Cortés-Muñoz, M., Viquez-Barrantes, D., Cornejo-Gómez, D. C., Incer-González, A. I., & Cortés-Muñoz, M. (2024). Ingredientes funcionales y productos lácteos innovadores: Revisión científica y tecnológica. Agronomía Mesoamericana, 35(SPE1). <https://doi.org/10.15517/AM.2024.60627>