

EVALUACIÓN FISICOQUÍMICA Y ORGANOLÉPTICA DE DIFERENTES FORMULACIONES DE MERMELADA MIXTA DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*) Y MARACUYA (*Passiflora edulis*)

Physicochemical and organoleptic evaluation of different formulations of mixed jam of yacón (*Smallanthus sonchifolius*) and maracuya (*Passiflora edulis*)

Marina Pérez Merlo¹, M. Wilfredo Peñafiel Rodríguez^{2*}, Cristal Taboada Belmonte³

RESUMEN

La limitada diversificación de productos agroindustriales en base a cultivos andinos y tropicales representa un desafío para el desarrollo alimentario local. En particular, el yacón (*Smallanthus sonchifolius*), pese a su alto contenido de fructooligosacáridos y potencial funcional, continúa siendo subutilizado, mientras que el maracuyá (*Passiflora edulis*) destaca por su acidez y capacidad de realzar sabores. Frente a esta problemática, el presente estudio evaluó las características fisicoquímicas y organolépticas de mermeladas mixtas elaboradas con distintas proporciones de ambas frutas para identificar una formulación óptima. Se estandarizó un proceso utilizando 25%, 30% y 35% de yacón combinados con 20% y 25% de maracuyá. La elaboración incluyó selección, desinfección, extracción de pulpa, cocción con azúcar y carragenina hasta 65 °Brix y envasado aseptico. Se determinaron textura, humedad, acidez titulable, pH y sólidos solubles. Paralelamente, se evaluaron consistencia, aroma, color, sabor y apariencia mediante panel sensorial no entrenado con escala hedónica de cinco puntos. Los resultados evidenciaron que un mayor contenido de maracuyá aumentó la acidez, así como incrementó los sólidos solubles, reforzando la conservación e intensificando el sabor. En contraste, las formulaciones con 35% de yacón mostraron menor aceptabilidad, ubicándose en categorías neutras. Las mejores puntuaciones correspondieron a la combinación 30% de yacón y 25% de maracuyá, con promedios entre 3.7 y 4.0, especialmente en color y apariencia. El análisis microbiológico confirmó la inocuidad del tratamiento más aceptado. Se concluye que la formulación 30% yacón y 25% maracuyá permitió equilibrar parámetros fisicoquímicos y sensoriales, demostrando el potencial de ambas frutas para el desarrollo de productos innovadores y funcionales con valor agregado en el mercado regional.

Palabras clave: *Smallanthus sonchifolius*, *Passiflora edulis*, mermelada.

ABSTRACT

The limited diversification of agro-industrial products based on Andean and tropical crops presents a challenge for local food development. In particular, yacón (*Smallanthus sonchifolius*), despite its high fructooligosaccharide content and functional potential, remains underutilized, while passion fruit (*Passiflora edulis*) stands out for its acidity and ability to enhance flavors. To address this issue, this study evaluated the physicochemical and organoleptic characteristics of mixed jams made with different proportions of both fruits to identify an optimal formulation. A process was standardized using 25%, 30%, and 35% yacón combined with 20% and 25% passion fruit. The process included selection, disinfection, pulp extraction, cooking with sugar and carrageenan to 65 °Brix, and aseptic packaging. Texture, moisture, titratable acidity, pH, and soluble solids were determined. In parallel, consistency, aroma, color, flavor, and appearance were evaluated using an untrained sensory panel with a five-point hedonic scale. The results showed that a higher passion fruit content increased acidity and soluble solids, enhancing preservation and intensifying flavor. In contrast, formulations with 35% yacon showed lower acceptability, falling into neutral categories. The best scores corresponded to the 30% yacon and 25% passion fruit combination, with averages between 3.7 and 4.0, especially for color and appearance. Microbiological analysis confirmed the safety of the most accepted treatment. It is concluded that the 30% yacon and 25% passion fruit formulation balanced physicochemical and sensory parameters, demonstrating the potential of both fruits for the development of innovative and functional products with added value in the regional market.

Keywords: *Smallanthus sonchifolius*, *Passiflora edulis*, jam.

Artículo original

DOI: <https://doi.org/10.53287/rqnw8144ir11m>

Recibido: 28/10/2025

Aceptado: 19/12/2025

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

² *Autor de correspondencia: Docente, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3362-2861>. mwpnafiel@umsa.bo

³ Docente, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2870-5016>.
gctaboada@umsa.bo

INTRODUCCIÓN

La mermelada es un producto de consistencia pastosa, semisólida o gelatinosa que se obtiene por la cocción y concentración de una o más frutas enteras, concentrado, pulpa, jugos de fruta o sus mezclas, al cual se le agregan edulcorantes naturales, con la adición o no de agua y aditivos permitidos (ICONTEC, 2007). La mermelada consiste en un conjunto de operaciones unitarias que existen desde tiempos ancestrales y se siguen desarrollando en el transcurso del tiempo; se produce de manera artesanal y a nivel industrial como un producto alimenticio (Meza, 2018).

La materia prima (fruto) puede ser agregada de diferentes formas, ya sea fruta completa, por trozos y otras maneras de corte; asimismo, siendo opcional agregar la cáscara, pulpa, puré, zumos, jugos y extractos para formar la mezcla con productos que permitan obtener un sabor dulce y agradable (Codex Stan 296, 2009).

La mermelada es, en términos prácticos, un método de conservación de alimentos en el cual se mezclan frutas y/o verduras con azúcar, acidificantes y en algunos casos pectinas, de consistencia pastosa o gelatinosa y un color brillante y atractivo que refleja el color del producto (Coronado y Rosales, 2001).

Las características fisicoquímicas de una mermelada son las siguientes: la acidez, sólidos solubles y la humedad esto según la norma boliviana de IBNORCA (2009), y los requisitos organolépticos son: el sabor, color, consistencia, apariencia y aroma igual según la norma boliviana.

El análisis sensorial se ha definido como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos de las personas hacia ciertas características de un alimento como son su sabor, olor, color y textura, por lo que el resultado de este complejo de sensaciones captadas e interpretadas son usadas para medir la calidad de los alimentos (Espinoza, 2003). Las mermeladas deben presentar un color brillante y atractivo, reflejando el color propio de la fruta, el gel no debe ser demasiado rígido y debe tener, por supuesto, un marcado sabor a fruta (Castellanos y Cifuentes, 2006).

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es un tubérculo cultivado en zonas cálidas y templadas por su textura crujiente y su sabor dulce propio. Una de las zonas de mayor diversidad del cultivo es la zona de los valles interandinos del altiplano norte y de los Yungas de La Paz (Soria, 2017). El yacón solo se consume como fruta fresca, pero se puede diversificar este producto si se logra su industrialización como por ejemplo la obtención de mermeladas, jarabes, yogurt, hojuelas y otros. No todas las familias bolivianas conocen el yacon o Aricoma, y la falta de procesos industriales que permita su industrialización hacen que las personas dedicadas al sector agrícola produzcan pocas cantidades de yacón (Soria, 2017).

La fruta de la pasión, maracuyá (*Passiflora edulis*), es una fruta muy apreciada por su sabor único y exótico, su color es amarillo o naranja rojizo debido a la presencia de carotenoides (Delizia *et al.*, 2004). El jugo de maracuyá tiene buena aceptabilidad, puro o en combinación con otros zumos y se considera una fruta importante mencionan que el maracuyá es una fruta de alto valor nutritivo, que contiene carbohidratos, aceites, minerales, vitaminas y proteínas (Campos-Rodriguez, *et al.*, 2023). Por otra parte, menciona que el maracuyá es consumido en jugo, fruta fresca, néctares, mermeladas, etc. Además, contiene vitamina C entre 17 - 35 mg/100 g de fruto de variedad rojo y 10-14 mg/100 g para la variedad amarillo (Righetto *et al.*, 1999).

El objetivo general planteado es: evaluar las características fisicoquímicas y organolépticas a partir de diferentes formulaciones de mermelada mixta de yacón y maracuyá. Los objetivos específicos planteados, son estandarizar el proceso de elaboración de la mermelada de yacón con diferentes porcentajes de pulpa maracuyá; determinar las características físicas químicas de mermelada mixta de yacón y maracuyá (porcentaje de humedad, acidez titulable, pH y sólidos solubles); evaluar las características organolépticas de diferentes formulaciones de mermelada mixta de yacón y maracuyá (consistencia, aroma, color, sabor y apariencia); establecer la calidad microbiológica de la mermelada mixta de yacón y maracuyá del tratamiento con mayor aceptabilidad organoléptica; establecer el tiempo de vida de la mermelada mixta de yacón y maracuyá del tratamiento con mayor aceptabilidad organoléptica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La investigación se desarrolló en el Centro de Investigación en Frutas y Hortalizas, de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicado en la ciudad de Viacha, departamento de La Paz (16° 38' 46.23" S y 68° 17' 34.63" O) Bolivia. El clima de la zona es frío y seco, con una temperatura media anual de 16.8 °C y una precipitación promedio de 573 mm.

Materiales

Se utilizaron pulpas de yacón y maracuyá, azúcar y carragel como insumos principales. Los equipos empleados incluyeron balanza digital, pH-metro, refractómetro digital, termómetro, cocina a gas y sumidora. Para la determinación fisicoquímica se emplearon hidróxido de sodio, fenolftaleína, alcohol y agua destilada, además de material de vidrio básico (matraces, buretas y vasos precipitados).

Metodología

Elaboración de la mermelada

Las frutas fueron seleccionadas, lavadas con agua potable y desinfectadas con una solución al 0.005% de hipoclorito de sodio. El yacón se peló y troceó manualmente, mientras que el maracuyá se cortó para la extracción de la pulpa. Las formulaciones se prepararon mezclando diferentes proporciones de pulpa de yacón (25%, 30% y 35%) con maracuyá (20% y 25%). La mezcla se cocinó con adición gradual de azúcar y carragel hasta alcanzar 65 °Brix, se envasó en frascos de vidrio esterilizados y se voltearon durante 5 minutos para garantizar el sellado hermético.

Evaluaciones fisicoquímicas y sensoriales

Se determinaron los parámetros de humedad (método gravimétrico), acidez titulable (Norma Boliviana NB 36002-02, 2006), acidez iónica (pH-metro) y sólidos solubles (°Brix). El análisis sensorial se realizó con 20 jueces no entrenados, utilizando una escala hedónica de 5 puntos para evaluar consistencia, aroma, color, sabor y apariencia

conforme a la Norma Boliviana NB 36012 (IBNORCA, 2009).

Análisis microbiológico y vida útil

El análisis microbiológico se realizó en los laboratorios de alimentos y bebidas del Gobierno Municipal de La Paz y de vida útil se realizó en el laboratorio SGLB S. R. L. El tratamiento con mayor aceptación organoléptica fue sometido a análisis microbiológico (mesófilos, coliformes, mohos, levaduras y *E. coli*) y a la determinación del tiempo de vida útil en laboratorios acreditados.

Diseño experimental

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar con arreglo bifactorial para los parámetros fisicoquímicos y un diseño bifactorial con arreglo de Bloques Completos al Azar para evaluación sensorial como efecto de variabilidad a los jueces, considerando como factores los porcentajes de pulpa de yacón y maracuyá, cada uno con tres y dos niveles, respectivamente (Peñafiel, 2020); asimismo el análisis estadístico se realizó en el Software InfoStat en su versión libre, la comparación de promedios se realizó con la prueba de medias de LSD de Fisher con un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables fisicoquímicas

Textura

La mermelada elaborada con yacón y maracuyá presentó una textura uniforme, con firmeza adecuada y suavidad al paladar, lo que facilitan su untado y favorecen la aceptabilidad sensorial. No se observó separación de fases, evidenciando cohesión entre los componentes y estabilidad durante el almacenamiento. Estos resultados son consistentes con estudios que atribuyen al yacón la capacidad de retener humedad y fortalecer la matriz gracias a sus fructo-oligosacáridos (Seminario et al., 2003). Por su parte, el maracuyá aporta pectinas y ácidos que ayudan a formar una red gelificante, reforzando la firmeza cuando se combina con azúcares (D'addosio et al., 2005). Además, investigaciones previas muestran que, al ajustar condiciones de

procesamiento, el yacón puede modular parámetros de dureza y cohesividad, resultando en productos untados aceptables (Choque et al., 2013). Estudios de formulaciones mixtas también sugieren que un control adecuado de pH, sólidos solubles y pectina permite mantener texturas estables y bien aceptadas (Toro et al., 2022).

Sólidos solubles (°Brix)

El análisis de varianza para sólidos solubles indicó que el factor yacón no mostró diferencias significativas ($p > 0.05$), mientras que maracuyá sí tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$). La interacción yacón \times maracuyá tampoco fue significativa ($p > 0.05$). El coeficiente de variación fue bajo (3.52%), lo que presagia confiabilidad en los datos. En los tratamientos de yacón, los promedios no difirieron significativamente: 25% con 62.15 °Brix, 30% con 61.02 °Brix; 35% con 57.90 °Brix. En cuanto a maracuyá, la prueba de medias mostró que el tratamiento con 20% alcanzó 61.9 °Brix, significativamente superior al de 25%, que obtuvo 58.8 °Brix.

Estos resultados sugieren que la concentración de yacón no afecta los sólidos solubles, pero una menor proporción de maracuyá favorece valores más altos de °Brix. Este comportamiento coincide con estudios previos que indican que las mermeladas de yacón tienden a mantener un alto contenido de sólidos solubles (Salvador et al., 2012), y que variaciones en proporciones de fruta pueden no generar diferencias significativas cuando la relación azúcar/fruta está bien balanceada (Brandão et al., 2018).

Humedad

El análisis de varianza para humedad mostró que el yacón fue altamente significativo ($p < 0.01$), mientras que maracuyá e interacción no lo fueron. El coeficiente de variación fue 2.62%, indicando resultados precisos. En la prueba de medias, la concentración de 25% de yacón registró 14.8% de humedad, significativamente superior a las de 30% (14.1 %) y 35% (11.7%).

En los tratamientos con maracuyá, los valores de 13.7% (25%) y 13.4% (20%) no mostraron diferencia significativa entre sí. Estos resultados revelan que, al aumentar la proporción de yacón, la humedad tiende

a disminuir, probablemente por el efecto de arrastre de sólidos solubles, lo que ha sido reportado en otros estudios de productos procesados con yacón (Yang et al. 2018). Además, la diferencia significativa entre 30% y 35% confirma que pequeñas variaciones pueden afectar el balance agua-solutos en la mermelada.

Acidez titulable

El análisis de varianza mostró que yacón, maracuyá y la interacción no generaron diferencias significativas en la acidez titulable (todos con $p > 0.05$). El coeficiente de variación fue 16.7%, lo que se considera aceptable. Las medias de acidez titulable para las concentraciones de yacón fueron 5.03% (35%), 4.88% (25%) y 4.28% (30%), sin diferencias estadísticas entre ellas.

En el caso del maracuyá, los valores de 25% (4.87%) y 20% (4.58%) tampoco presentaron diferencias significativas. Estos resultados sugieren que, dentro del rango evaluado, modificar la proporción de pulpa no altera drásticamente la acidez del producto. Este patrón ha sido observado también por Brandão et al. (2018) y en estudios de mermeladas similares donde los niveles iniciales de fruta no inducen variaciones significativas de acidez (Mesquita et. al., 2012).

Acidez iónica (pH)

El análisis de varianza de acidez iónica reveló que ninguno de los factores ni la interacción presentó significancia ($p > 0.05$). El coeficiente de variación fue 18.5% clasificado como medio. Los promedios para yacón fueron 3.39, 2.88 y 2.87 para 25%, 35% y 30%, respectivamente, sin diferencias estadísticas.

Para maracuyá, los valores 3.06 (20%) y 3.04 (25%) también resultaron similares. Este comportamiento sugiere que el pH es una característica estable frente a cambios de proporción de fruta, posiblemente por el efecto tampón de azúcares y otros solutos. En estudios previos de yacón, también se ha observado que los cambios de proporción no garantizan modificaciones significativas en pH o acidez iónica cuando los componentes estabilizantes están bien balanceados (Vera, 2023).

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de las mermeladas elaboradas con distintas concentraciones de yacón (25%, 30% y 35%) y maracuyá (20% y 25%) permitió determinar cómo las variaciones en las proporciones de ambas pulpas influyeron en la percepción del producto final. En general, los panelistas calificaron las muestras dentro del rango de “me gusta” a “ni me disgusta”, lo que evidencia una aceptación favorable de la formulación.

Consistencia

Los resultados mostraron que tanto el factor yacón, el maracuyá, como su interacción presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$). El tratamiento con 30% de yacón y 25% de maracuyá (T4) obtuvo la mayor calificación promedio (4.08 puntos), correspondiente a una apreciación de “me gusta”. Esta formulación presentó una textura uniforme, firme y con buena untabilidad, características deseables en una mermelada. El comportamiento puede explicarse porque el yacón, por su contenido en fructooligosacáridos, favorece la retención de humedad y aumenta la viscosidad; mientras que el maracuyá, por su contenido en pectina natural, aporta cohesión y estructura gelificada al producto. La combinación equilibrada de ambos genera una red coloidal estable, evitando la sinéresis o separación de fases. Este resultado es coherente con lo descrito por Vera (2023), quien señala que los fructooligosacáridos del yacón mejoran la estabilidad física de productos semisólidos, y con Flores y Sosa (2022), quienes destacan el papel estructurante de la pectina del maracuyá en la consistencia de mermeladas tropicales.

Color

En el parámetro color, se observaron diferencias significativas para ambos factores ($p < 0.05$), pero no para su interacción, lo que sugiere que cada fruta influye de manera independiente en la apariencia. La mayor puntuación se registró con 25% de yacón (4.23 puntos) y 25% de maracuyá (4.15 puntos). El incremento de maracuyá intensificó el color dorado-anaranjado del producto, asociado a los pigmentos carotenoides del fruto. Asimismo, una mayor proporción de yacón contribuyó con tonalidades

más claras y brillo superficial, mejorando la presentación del producto. Estos resultados coinciden con Brandão et al. (2018), quienes atribuyen la variación del color en mermeladas mixtas tropicales a la interacción entre los azúcares reductores, los carotenoides y las reacciones de pardeamiento no enzimático durante la cocción.

Aroma

El aroma presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos de yacón y maracuyá, sin efecto de interacción. El mejor resultado correspondió a la formulación con 30% de yacón y 25% de maracuyá, alcanzando una media de 4.05 puntos. El perfil aromático se caracterizó por fragancias dulces y ligeramente ácidas, producto de la combinación de compuestos volátiles del maracuyá (ésteres, aldehídos y alcoholes terpénicos) y de los azúcares del yacón. La intensidad y equilibrio del aroma fueron bien valorados por los jueces. Resultados similares fueron reportados por Torres et al. (2024), quienes demostraron que las mezclas de frutas tropicales con maracuyá conservan una fragancia fresca y agradable cuando el equilibrio azúcar-ácido se mantiene dentro de límites óptimos.

Sabor

En cuanto al sabor, el análisis de varianza indicó efecto altamente significativo ($p < 0.01$) del factor maracuyá, sin diferencias para el yacón ni para la interacción. El tratamiento con 20% de maracuyá alcanzó la mejor puntuación (4.22 puntos), correspondiente a la apreciación de “me gusta mucho”. La preferencia por las muestras con menor proporción de maracuyá se debe a que una cantidad excesiva de esta fruta incrementa la acidez, lo que puede disminuir la percepción de dulzura y la aceptación global. En cambio, el yacón, por su riqueza en fructosa y FOS, aporta dulzor natural y suaviza el perfil ácido, generando un sabor más equilibrado. Salvador et al. (2012) reportaron un comportamiento similar en mermeladas reducidas en maracuyá, donde el menor nivel de acidez mejoró la aceptación sensorial general.

Apariencia

El atributo apariencia no mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$), con

valores promedio entre 3.90 y 4.10 puntos. Esto indica que todos los tratamientos lograron una apariencia homogénea, sin separación de fases ni presencia de burbujas, reflejando un adecuado control del proceso de cocción y envasado. La uniformidad visual y la tonalidad brillante fueron calificadas como agradables por los jueces. Toro et al. (2022) sostienen que la homogeneidad visual y la ausencia de exudado son indicadores de estabilidad en formulaciones que combinan frutas ricas en pectina y azúcares naturales, como ocurre con la presente mermelada.

Aceptabilidad general

Finalmente, en la aceptabilidad general, se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$). El tratamiento con 30% de yacón y 25% de maracuyá (T4) obtuvo la calificación más alta (4.25 puntos), clasificada como "me gusta mucho". Este tratamiento fue preferido por su consistencia firme, color atractivo y sabor equilibrado entre dulzor y acidez. En conjunto, los resultados sensoriales confirmaron que una relación intermedia de yacón y maracuyá optimiza las propiedades organolépticas, logrando un producto con alto nivel de aceptación. Investigaciones similares, como las de Palomino y Ríos (2004), también identificaron que el balance entre componentes dulces y ácidos determina la preferencia del consumidor en productos tipo mermelada.

Estandarización de la mermelada de yacón y maracuyá

Con base en los valores fisicoquímicos y sensoriales obtenidos, se estableció la formulación óptima para la elaboración de la mermelada mixta de yacón y maracuyá. La combinación de 30% de yacón y 25% de maracuyá presentó el mejor desempeño global, al mostrar un equilibrio adecuado entre humedad, sólidos solubles, textura, acidez y características organolépticas. Este tratamiento alcanzó valores intermedios de °Brix y una acidez suficiente para garantizar estabilidad microbiológica, sin comprometer el sabor ni la aceptabilidad del producto.

La estandarización consideró además los resultados del análisis sensorial, donde la formulación

seleccionada obtuvo las puntuaciones más altas en consistencia, color, aroma, sabor y aceptabilidad general. Los jueces evaluadores clasificaron este tratamiento dentro del rango de "me gusta" a "me gusta mucho", evidenciando que el balance entre el dulzor natural del yacón y la acidez del maracuyá genera un perfil sensorial armónico y estable. Asimismo, la apariencia homogénea observada en todos los tratamientos confirmó la adecuada integración de los ingredientes y la efectividad del proceso de gelificación.

Finalmente, los análisis microbiológicos y la prueba de vida útil respaldaron la estandarización propuesta, ya que la mermelada elaborada presentó recuentos microbiológicos por debajo de los límites permitidos y mantuvo sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales durante 16 semanas de almacenamiento acelerado. En conjunto, estos resultados permitieron definir el tratamiento con 30 % de yacón y 25 % de maracuyá como la formulación estándar recomendada para la producción, por su estabilidad, calidad tecnológica y aceptación sensorial.

Recuento total de *Escherichia coli*, mohos y levaduras

El recuento total de *Escherichia coli*, mohos y levaduras reportado por el certificado de análisis microbiológico, muestra que existe menos de 10 UCF/g de *Escherichia coli*, mohos y levaduras. Al respecto la VNIVERSIDAD D SAMANCA (s/f). indica que el producto es microbiológicamente seguro, por sus bajas concentraciones de microrganismos, probablemente es porque los tratamientos térmicos y la composición que recibieron son efectivos para su conservación.

Tiempo de vida útil de la mermelada de yacón con maracuyá

El análisis de la vida útil de la mermelada de yacón con maracuyá, al momento de su intervención y dentro de los límites establecidos, con el método de envejecimiento acelerado, reportó un tiempo de vida útil de 16 semanas, lo que hace que el producto sea aceptable para su consumo por el tiempo establecido. Al respecto, Alvarez et al. (2016), indica que las mermeladas de higuerón con zanahoria van a ser alrededor de 5 a 6 meses, siendo de mas tiempo en

comparación a los encontrados en el presente trabajo.

CONCLUSIONES

Los resultados fisicoquímicos demostraron que la proporción de yacón y maracuyá influye de manera determinante en las propiedades tecnológicas de la mermelada. El incremento de yacón elevó la humedad y redujo los sólidos solubles por la presencia de fructooligosacáridos con alta capacidad de retención de agua, mientras que mayores niveles de maracuyá aumentaron la acidez titulable e iónica, aportando estabilidad microbiológica y sensorial. Dentro de este comportamiento, la formulación con 30% de yacón y 25% de maracuyá mostró valores intermedios de °Brix y un adecuado equilibrio entre dulzor y acidez, condiciones esenciales para la textura y conservación del producto.

En las evaluaciones sensoriales, los factores yacón y maracuyá, así como su interacción, presentaron diferencias significativas en los principales atributos. El tratamiento con 30% de yacón y 25% de maracuyá obtuvo las puntuaciones más altas en consistencia, color, aroma, sabor y aceptabilidad general, ubicándose entre “me gusta” y “me gusta mucho”. Se evidenció que niveles moderados de maracuyá generan sabores más agradables, ya que concentraciones elevadas incrementan la acidez y disminuyen la preferencia. Además, todos los tratamientos mostraron apariencia estable y sin defectos visuales, lo que refleja un adecuado control del proceso de cocción y gelificación.

Finalmente, los análisis microbiológicos confirmaron que la mermelada cumple con los estándares de inocuidad, al presentar recuentos menores a 10 UCF/g en *Escherichia coli*, mohos y levaduras. Asimismo, la vida útil estimada mediante envejecimiento acelerado demostró que el producto mantiene sus características fisicoquímicas y sensoriales durante 16 semanas. En conjunto, estos resultados permiten identificar al tratamiento con 30% de yacón y 25% de maracuyá como la formulación óptima, por su equilibrio tecnológico, sensorial y microbiológico, lo que respalda su potencial para la comercialización como un producto funcional y de alta calidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, C. F., Santamaría, D. E., Santamaría, F. E., & Lara A, E. (2016). Análisis del tiempo de vida útil en la elaboración de mermelada de higuerón (*Cucurbita Odorifera* Vell) con zanahoria (*Daucus Carota*). Rev. chil. Nutr, 43(3), 290-295.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000300009>
- Brandão, T. M., do Carmo, E. L., Elias, H. E. S., de Carvalho, E. E. N., Borges, S. V., & Martins, G. A. S. (2018). Physicochemical and microbiological quality of dietetic functional mixed cerrado fruit jam during storage. The Scientific World Journal, 2018, 1-6.
<https://doi.org/10.1155/2018/2878215>
- Codex Stan 296-2009. (2009). Norma del Codex para las confituras, jaleas y mermeladas. Codex Stan296-2009.
https://www.fao.org/input/download/standards/11254/CXS_296s.pdf
- Campos-Rodríguez, J., Acosta-Coral, K., Moreno-Rojo, C., & Paucar-Menacho L. M. (2023). Maracuyá (*Passiflora edulis*): composición nutricional, compuestos bioactivos, aprovechamiento de subproductos, biocontrol y fertilización orgánica en el cultivo.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172023000400011
- Castellanos, R., & Cifuentes, M. (2006). Desarrollo y estandarización de un producto hipocalórico a partir de la utilización de lejero de Stevia rebaudiana como agente.
- Coronado, T., & Rosales, H. (2001). Programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial cámara de comercio de Bogotá. 2015.
<https://www.studocu.com/co/document/corporacion-universitaria-minuto-de-dios/metodos-numericos/mermelada/28644095>
- Choque, G. T., Tamashiro, W. M. da S. C., Maróstica Júnior, M. R., & Pastore, G. M. (2013). Yacon (*Smallanthus sonchifolius*): A functional food. Plant Foods for Human Nutrition, 68(3), 222-228.
<https://doi.org/10.1007/s11130-013-0362-0>
- D'addosio, R., Páez, G., Marín, M., & Ferrer, J. (2005). Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener). Rev. Fac. Agron., 22(3), 241-251.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182005000300004&lng=es&nrm=iso
- Espinosa, A. E. (2003). Evaluación sensorial de los alimentos. Publicación realizada con el apoyo de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Primera Edición. Tacna-Perú.
- Flores More, F. S., & Sosa León, J. L. (2022). Jam based on “passion fruit” (*Passiflora edulis* Sims) pulp and peel sweetened with stevia. Agroindustrial Science, 12(2),

- 157-163.
<https://doi.org/10.17268/agoind.sci.2022.02.04>
- ICONTEC. (2007). Programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial cámara de comercio de Bogotá 2015.
<https://bibliotecadigital.ccb.org.co/items/c1e98edf-9f5e-4bee-bb1b-f9165d4f5cbc>
- IBNORCA. (2009). Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. Norma Boliviana NB 36012-02: Conservas de vegetales - Generalidades (Primera revisión). La Paz, Bolivia.
- Mesquita, K. S., Vilela Borges, S., Souza Carneiro, J. D., Menezes, C. C., & Marques, G. R. (2012). Quality alterations during storage of sugar-free guava jam with added prebiotics. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37(5), 806-813.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2012.00703.x>
- Meza, T. L. (2018). Taller elaboración de mermeladas. Universidad de San Martín de Porres.
<https://www.usmp.edu.pe/vision2018/pdf/Viernes/PAB.%20LABORATORIOS/VISION2018-D-2-Lilibeth%20Meza%20Taipe/MERMELADA.pdf>
- Palomino, V., & Ríos, C. (2004). Caracterización química y enzimática de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y su harina. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 365-372.
<https://www.scielo.br/j/cta/a/HtZfwk6Wyy3YZYnbSs6xZKS/?lang=en>
- Peñafiel R. M. W. (2020). Diseños Experimentales, con evaluaciones sensoriales y ejemplos en el SAS y InfoStat. Primera Edición. Editorial "Imprenta GSK" Printing & Packaging. La Paz Bolivia.
- Righetto, A.M., Beleia, A. & Ferreira, S.H.P. (1999). Physicochemical stability of natural or pre-sweetened frozen passion fruit juice. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 42, 393-396.
<https://www.scielo.br/j/babt/a/jjKbQtCd9mP3CLPfY5GDGKm/?lang=en>
- Salvador, A. C., Dantas, M. I. S., Vasconcelos, C. M., Vanetti, M. C. D., Ribeiro, S. M. R., Nery-Enes, B., & Nelson, J. D. (2012). Development of a low calorie yacon jam: Physico-chemical, microbiological and sensory characterization. *Revista Chilena de Nutrición*, 39(3), 72-77.
<https://doi.org/10.4067/S0717-75182012000300011>
- Toro, DF, Andrade, L., Montenegro, T., Da Silva, C., Gomes, T., Souza, G., Montarroyos, V., & Montenegr T. (2022). Physicochemical and sensorial characterization of yacón mixed juice with bioactive properties. *Ciência Rural, Santa Maria* 52(6), e20210140
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20220055405>
- Soria, L. B. E. (2017). Estudio de factibilidad para la industrialización de yacón. Universidad Mayor de San Andrés.
<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/21232/TES-1025.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Seminario, J., Valderrama, M., & Manrique, I. 2003. El yacón: Fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE).
https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/Yacon_Fundamentos_password.pdf
- Torres, L. R. W., Garay, M. R., Medina, V. M. L., Mego, M. V., P., Vidaurre, P., & Gamonal, Y. (2024). Optimización del proceso de liofilización de pulpa de maracuyá: efecto de diferentes aglomerantes en la cinética de secado y características del producto final. *Nutrición clínica Dietética Hospitalaria* 44(1), 201-209.
<https://revista.nutricion.org/index.php/ncdh/article/download/494/396/4665>
- Vera, B. (2023). Evaluación de la proporción óptima de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y piña (*Ananas comosus*) de una bebida funcional Enriquecida Con Linaza. Universidad Nacional Autónoma de Chota.
<https://repositorio.unach.edu.pe/server/api/core/bitstreams/cf2aeea5-69c6-480e-bdd6-5c5f4d31d3f8/content>
- VNiVERSiDAD D SAMANCA (s/f). Fundación general. Criterios microbiológicos y límites de contaminantes, Recopilación de los criterios microbiológicos y límite de contaminantes en alimentos de obligado cumplimiento en España y en la UE.
https://seguridadycalidadalimentaria.fundacionusal.es/cmna_criterios_microbiologicos
- Yang, Z. M., Zhang, H., Jin, Y., Zhang, Y., & Hayford, F. (2018). Propiedades fitoquímicas e implicaciones nutrigenómicas del yacón como fuente potencial de prebióticos: evidencia actual y direcciones futuras.
[https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov.translate.goog/articles/PMC5920424/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=Una%20de%20las%20plantas%20consideradas,fructooligosac%C3%A1ridos%20\(FOS\)%20e%20inulina](https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov.translate.goog/articles/PMC5920424/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=Una%20de%20las%20plantas%20consideradas,fructooligosac%C3%A1ridos%20(FOS)%20e%20inulina)