



EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DE UNA MERMELADA DE GUANÁBANA MODIFICADA CON FLOR DE JAMAICA

Johanna Raga-Carreño^{1*} , Marielis Meleán² , Violeta Ortega² , Zulay Mármol¹ ,
Karelen Araujo¹

¹Laboratorio de Tecnología de Alimentos y Fermentaciones Industriales. Escuela de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia. Av. Goajira. Núcleo Técnico. Maracaibo, Zu 4002A Venezuela. E-mail: johannaraga@gmail.com, zulaymarmol@gmail.com, karelenaraujo@gmail.com

²Ingeniera Química. Egresada de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia. Maracaibo, Zu 4005. Venezuela. E-mail: marimele18@gmail.com, violetaortega242@gmail.com

*Autor para la correspondencia: johannaraga@gmail.com

Recibido: 01-09-2023 / Aceptado: 21-11-2023 / Publicación: 01-12-2023

Editor Académico: Jean Carlos Pérez Parra

RESUMEN

Las mermeladas son productos donde se combinan altas cantidades de azúcar, regulación de la acidez y tratamiento térmico para conservar las frutas. Actualmente, los consumidores demandan alimentos funcionales de alto valor nutritivo y sensorial. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la incorporación del extracto de flor de Jamaica (EFJ) (*Hibiscus sabdariffa*) en las propiedades antioxidantes de una mermelada de guanábana (*Annona muricata* L.). Para ello, se determinó el contenido de polifenoles totales (método Folin-Ciocalteu), flavonoides (método colorimétrico con tricloruro de aluminio) y vitamina C (COVENIN 1295-82). Además, se determinaron las propiedades fisicoquímicas del producto en términos de pH (COVENIN 1315-79), sólidos solubles totales SST (COVENIN 924-83) y acidez titulable AT (COVENIN 1151-77). Se empleó un diseño estadístico completamente aleatorio de un solo factor (adición de EFJ) a tres niveles (Estadios: E1, E2 y E3) con tres repeticiones. El análisis de varianza arrojó que las propiedades fisicoquímicas no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($\alpha > 0,05$). En cuanto a las propiedades antioxidantes se observó un aumento de estas al adicionar el EFJ. En el contenido de vitamina C no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. En el caso de los polifenoles totales y flavonoides se encontraron diferencias estadísticamente significativas, obteniendo el mayor contenido en E1. Esta investigación permite concluir que la adición de extracto de flor de Jamaica en la mermelada de guanábana potenció sus propiedades antioxidantes, razón por la cual, esta mermelada representa un producto innovador con atractivas propiedades sensorial y funcionales.

Palabras clave: Polifenoles, Flavonoides, Vitamina C, mermelada, flor de Jamaica.

EVALUATION OF THE ANTIOXIDANT PROPERTIES OF A SOURSOP JAM MODIFIED WITH JAMAICA FLOWER

ABSTRACT

Jams are products that combine high amounts of sugar, acidity regulation and heat treatment to preserve fruit. Nowadays, consumers demand functional foods with high nutritional and sensory value. Therefore, the aim of this research was to evaluate the effect of incorporating Hibiscus flower extract (*Hibiscus sabdariffa*) (HFE) on the antioxidant properties of a soursop (*Annona muricata* L.) jam. For this purpose, the contents of total polyphenols (Folin-Ciocalteu method), flavonoids (colourimetric method with aluminium trichloride) and vitamin C (COVENIN 1295-82) were determined. In addition, the physicochemical properties of the product were determined in terms of pH (COVENIN 1315-79), total soluble solids TSS (COVENIN 924-83) and titratable acidity TA (COVENIN 1151-77). A single-factor (addition of EFJ) completely randomised statistical design was used at three levels (Stages: E1, E2 and E3) with three replicates. The analysis of variance showed that the physicochemical properties did not present statistically significant differences ($\alpha > 0.05$). In terms of antioxidant properties, an increase in antioxidant properties was observed with the addition of HFE. In the vitamin C content, no statistically significant differences were observed between treatments. In the case of total polyphenols and flavonoids, statistically significant differences were found, with the highest E1 content. This research allows us to conclude that the addition of hibiscus flower extract to soursop jam boosted its antioxidant properties, which is why this jam represents an innovative product with attractive sensory and functional properties.

Keywords: Polyphenols, Flavonoids, Vitamin C, jams, Hibiscus flower

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES DO DOCE DE GRAVIOLA MODIFICADO COM FLOR DE HIBISCO

RESUMO

As compotas são produtos que combinam quantidades elevadas de açúcar, regulação da acidez e tratamento térmico para conservar a fruta. Atualmente, os consumidores exigem alimentos funcionais com elevado valor nutricional e sensorial. Assim, o objetivo desta investigação foi avaliar o efeito da incorporação do extrato de flores de hibisco (*Hibiscus sabdariffa*) (EFH) nas propriedades antioxidantes de uma compota de graviola (*Annona muricata* L.). Para o efeito, foram determinados os teores de polifenóis totais (método Folin-Ciocalteu), flavonóides (método colorimétrico com tricloreto de alumínio) e vitamina C (COVENIN 1295-82). Além disso, as propriedades físico-químicas do produto foram determinadas em termos de pH (COVENIN 1315-79), sólidos solúveis totais SST (COVENIN 924-83) e acidez titulável AT (COVENIN 1151-77). Utilizou-se um esquema estatístico completamente aleatório com um único fator (adição de EFH) em três níveis (Estádios: E1, E2 e E3) com três réplicas. A análise de variância mostrou que as propriedades físico-químicas não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($\alpha > 0,05$). Em termos de propriedades antioxidantes, observou-se um aumento das propriedades antioxidantes com a adição de EFH. No teor de vitamina C, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos. No caso dos polifenóis totais e dos flavonóides, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas, com o teor mais elevado de E1. Esta investigação permite-nos concluir que a adição de extrato de flores de hibisco ao doce de graviola aumentou as suas propriedades antioxidantes, pelo que este doce representa um produto inovador com propriedades sensoriais e funcionais atractivas.

Palavras chave: Polifenóis, flavonóides, vitamina C, compota, flor de hibisco

Citación sugerida: Raga-Carreño, J., Meleán, M., Ortega, V., Mármol, Z., Araujo, K. (2024). Evaluación de las propiedades antioxidantes de una mermelada de guanábana modificada con flor de Jamaica. *Revista Bases de la Ciencia*, 8(3), 41-62. DOI: <https://doi.org/10.33936/revbasdelaciencia.v8i3.6744>





1. INTRODUCCIÓN

La alimentación humana siempre ha estado enfocada en satisfacer las necesidades nutritivas y sensoriales del individuo, pero la demanda actual de alimentos que aporten beneficios a la salud es una de las preocupaciones y exigencia de los consumidores modernos. Por esta razón, los alimentos funcionales han ganado gran atención en el mercado (Bernal *et al.*, 2017; Tejedor, 2020).

Se considera alimento funcional a todo alimento que, además de su valor nutritivo, contiene componentes biológicamente activos que influyen en las funciones fisiológicas del organismo, aportando algún efecto beneficioso para la salud y reduciendo el riesgo de contraer ciertas enfermedades. Los alimentos funcionales ejercen su papel en múltiples sistemas, especialmente, gastrointestinal, cardiovascular e inmunológico. Actúan como potenciadores del desarrollo y la diferenciación, moduladores del metabolismo de nutrientes, y también trabajan sobre la expresión génica, el estrés oxidativo y la esfera psíquica (Beltrán, 2016; Arias *et al.*, 2018; Cámpora, 2016).

Dentro de los distintos componentes biológicamente activos que pueden estar presentes en los alimentos se encuentran, los antioxidantes. Estos compuestos actúan como una barrera protectora frente al efecto nocivo de los radicales libres sobre biomoléculas de gran importancia fisiológica del organismo humano. La neutralización de los radicales libres reduce el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares, degenerativas e incluso de cáncer (Bernal *et al.*, 2017). Como ejemplo de compuestos con actividad antioxidante están las vitaminas E y C, los polifenoles y carotenoides, minerales como el selenio y el zinc (Bernal *et al.*, 2017; Rioja *et al.*, 2018).

Las principales fuentes alimentarias que poseen sustancias con propiedades antioxidantes son las frutas y vegetales (León *et al.*, 2020). Entre las frutas, destacan la guanábana y la flor de Jamaica. La guanábana (*Annona muricata* L.) es uno de los rubros que poseen un elevado contenido de compuestos con actividad biológica antioxidante como son la vitamina C y E, carotenos y polifenoles. La guanábana es un rubro muy apreciado por su succulento sabor y aroma, suele consumirse en forma de jugo usando la pulpa fresca o congelada; este rubro no se produce durante todo el año. (Cambisaca *et al.*, 2021; Leiva González, 2018; Jiménez-Zurita *et al.*, 2017; Castro *et al.*, 2021) Por su parte, la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) representa una excelente fuente de sustancias antioxidantes como ácido ascórbico, compuestos polifenólicos (ácido protocatéquico), flavonoides, carotenos, minerales y algunos aminoácidos (Andzy & Feuya, 2016; Cornejo & Párraga, 2021).

Las frutas son la principal fuente de compuestos con actividad antioxidante, pero tienen la desventaja de tener un alto índice perecedero debido a su elevada actividad de agua. Razón por la cual se recurre a diversos procesos tecnológicos como la conservación por adición de azúcar para obtener mermeladas, estos productos permiten prolongar la vida útil de las frutas y garantiza poder disfrutarlas en cualquier época del año. Sin embargo, etapas preliminares del proceso de tecnológico como son el pelado, la tritución y las altas temperaturas tienen una incidencia negativa sobre los compuestos responsables de su actividad antioxidante (Shinwari & Rao, 2018, López *et al.* 2019; Álvarez *et al.*, 2016).

El desarrollo de una mermelada de guanábana enriquecida con extracto de flor de Jamaica representa un producto innovador que no se encuentra en el mercado y su objetivo es ofrecer un producto funcional para todo tipo de consumidor (excepto diabéticos). Para dar respuesta a esta necesidad se plantea como objetivo de la investigación evaluar el efecto de la incorporación del extracto acuoso de flor de Jamaica en las propiedades antioxidantes de la mermelada de guanábana.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Materia Prima

Se empleó la pulpa de frutos seleccionados de guanábana (*Annona muricata* L.) provenientes del mercado mayorista de alimentos de Maracaibo (MERCAMARA) en el Estado Zulia, Venezuela. Los frutos seleccionados tenían las mismas características de madurez, sin presencia de daños mecánicos ni fitosanitarios. Se recolectaron aproximadamente 10 kg de frutas en estado de madurez fisiológica, evitando ser apilados y se trasladaron al Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia, para su procesamiento y la realización de los respectivos análisis.

Por su parte los cálices deshidratados de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), se obtuvieron en el Mercado Periférico del sector La Limpia de la ciudad de Maracaibo, Venezuela. Estos se almacenaron en bolsas selladas a temperatura ambiente hasta su procesamiento.

Tratamiento de las materias primas: Limpieza, desinfección y adecuación.

Los frutos se lavaron con agua potable y se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 1 % para remover cualquier residuo en su superficie, luego se enjuagaron con agua destilada. Posteriormente, se procedió al pulpeado manual del mesocarpio para obtener la pulpa libre de exocarpio (cáscara) y semillas, se pesó y se procedió a homogeneizar en una licuadora de acero



inoxidable (Siemens, Brasil) de 1 L de capacidad. Luego la pulpa homogeneizada se refrigeró a 4 °C (Condesa, Venezuela) hasta su uso.

Con los cálices de flor de Jamaica se preparó una infusión. Para ello, se pesaron 0,1 kg de cálices y se mezclaron con 0,8 L de agua potable. Para la preparación de las muestras experimentales se emplearon volúmenes de 70 mL.

En esta investigación se evaluó el efecto de la incorporación del extracto de flor de Jamaica en el proceso de elaboración de la mermelada de guanábana. Para ello, se adicionó el extracto de flor de Jamaica en tres estadios diferentes (condiciones del procesamiento), denominados como estadio 1, estadio 2 y estadio 3. En la Tabla 1, se describe en qué punto del proceso de la elaboración de la mermelada se agregó el extracto de flor de Jamaica.

Tabla 1. Descripción de los diferentes estadios evaluados en el proceso de elaboración de la mermelada de guanábana.

Estadios del proceso	Condiciones del procesamiento
Estadio 1 E1	La adición del extracto de flor de Jamaica se realizó junto a la pulpa, antes de iniciar el tratamiento térmico y la adición de sacarosa
Estadio 2 E2	La adición del extracto de flor de Jamaica se realizó después de la precocción de la pulpa
Estadio 3 E3	La adición del extracto de flor de Jamaica se realizó cuando la mezcla alcanzó el punto final

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 1, se muestra el diagrama de elaboración de la mermelada de guanábana con extracto de flor de Jamaica para cada uno de los estadios.

Metodologías analíticas para determinar los parámetros fisicoquímicos y antioxidantes de las mermeladas de guanábana con extractos de flor de Jamaica

Determinación de los parámetros de calidad fisicoquímicos

Las determinaciones de los parámetros de calidad fisicoquímicos se realizaron según la norma COVENIN 2592-89 para mermeladas y jaleas de frutas, las mediciones se realizaron por triplicado para cada tratamiento.

➤ Determinación de la acidez iónica

La determinación se llevó a cabo de acuerdo a la norma COVENIN 1315-79 para la determinación de pH en alimentos. Se empleó un pH-metro (Hanna Instruments), precisión $\pm 0,1$.

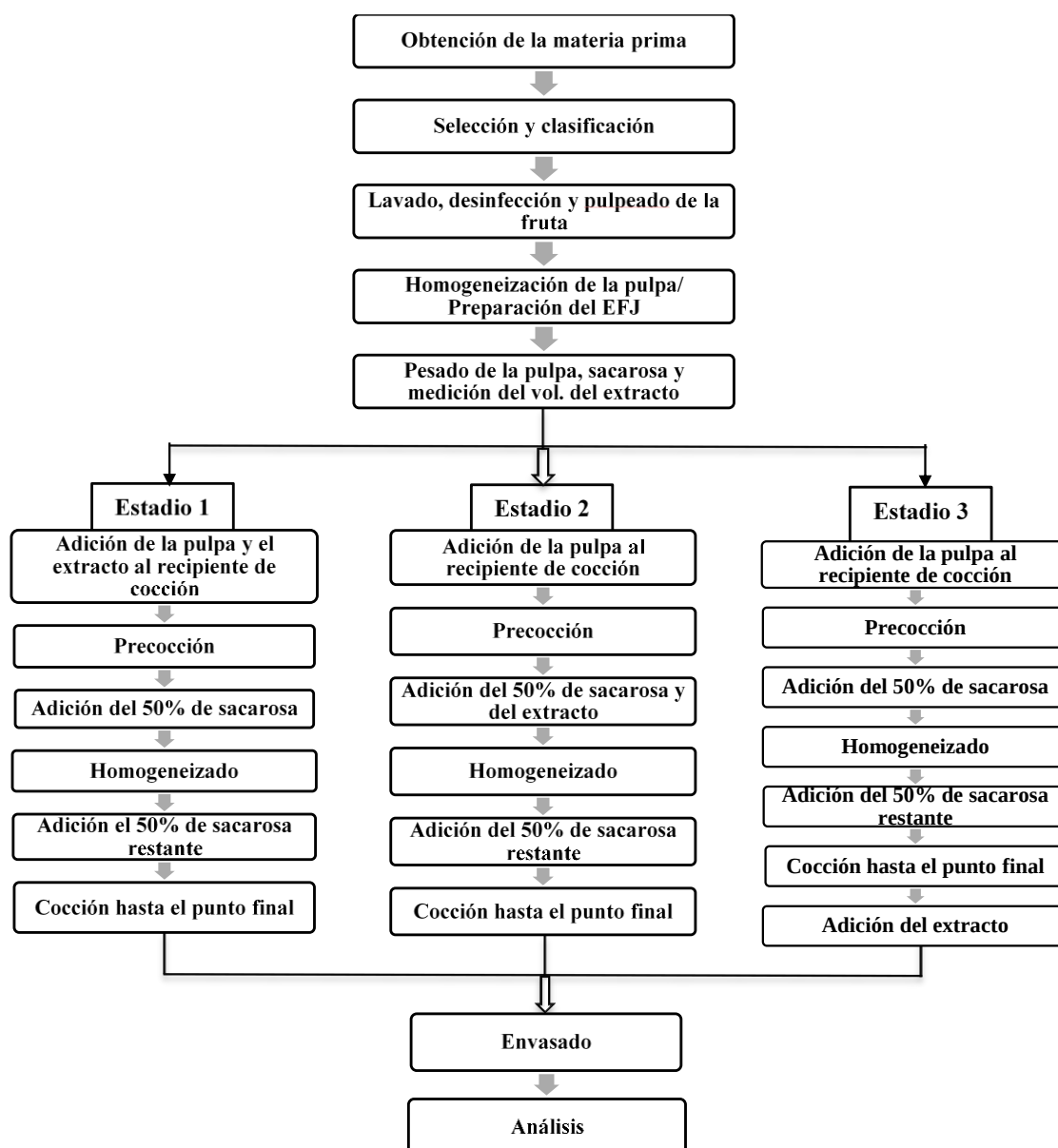


Figura 1. Diagrama del proceso de elaboración de la mermelada de guanábana con extracto de flor de Jamaica para cada uno de los estadios.

Fuente: Elaboración propia.



➤ Determinación de la acidez titulable (AT)

Se determinó siguiendo lo establecido por la norma COVENIN 1151-77 para frutas y productos derivados. La acidez titulable se expresó en gramos de ácido cítrico/ 100 g de muestra.

➤ Determinación de sólidos solubles por refractometría (SST)

La determinación se realizó según lo establecido en la norma COVENIN 924-83 para frutas y productos derivados, utilizando un refractómetro (Baush & Lomb, modelo Abbe-3L), precisión $\pm 0,1$ a 20 °C. Valores expresados en °Brix.

Determinación de las propiedades antioxidantes

➤ Metodología de extracción de antioxidantes

Un estudio previo permitió determinar el mejor solvente de extracción de compuestos antioxidantes (polifenoles y flavonoides) en pulpa de guanábana, se evaluaron etanol, metanol y agua.

Para la extracción se emplearon 2 g de muestra, a la cual se le añadió 10 mL de agua y la mezcla fue sonicada por 10 min a 40 °C en un baño ultrasónico (Elma, modelo D-78224 Singen /Htw, 240 W de potencia y 50/60 Hz de frecuencia). Luego, la mezcla se trasegó a tubos de centrifugación y se procedió a centrifugar por 5 minutos a 4500 rpm, posteriormente, se ajustó el volumen a 15 mL con el mismo solvente de extracción y el extracto se transfirió a frascos color ámbar para la determinación de los parámetros de interés (Tabaraki *et al.*, 2012).

➤ Determinación del contenido de vitamina C

Para la cuantificación de vitamina C se emplearon dos metodologías. Para las muestras incoloras, se empleó la norma COVENIN 1295-82 para la determinación de ácido ascórbico.

Para las muestras coloreadas, el contenido de ácido ascórbico se determinó empleando el método espectrofotométrico reportado por Adaauto (2012), a una longitud de onda de 520 nm. El contenido de ácido ascórbico se expresó en mg de ácido ascórbico/ 100 g muestra.

➤ Determinación del contenido de polifenoles

La determinación de polifenoles se basó en el método reportado por Amyrgialaki *et al.* (2014), con algunas modificaciones basado en el método original descrito por Singleton & Rossi (1965). La

concentración de polifenoles se calculó, a través de la curva estándar de ácido gálico, como blanco se sustituyó el patrón por agua destilada. El contenido de polifenoles del material vegetal se expresó en mg equivalente de ácido gálico (GAE)/ g de muestra. La precisión analítica se evaluó a través de las desviaciones estándares relativas (DER).

➤ Determinación del contenido de flavonoides totales

El contenido de flavonoides se determinó de acuerdo al método colorimétrico reportado por Zhishen *et al.* (1999). La absorbancia se midió a una longitud de onda de 510 nm. La concentración de flavonoides totales en la muestra se calculó, a través de la curva estándar de catequina, como blanco se sustituyó el patrón por agua destilada. El contenido de flavonoides totales del material vegetal se expresó en mg equivalente de catequina (CE)/ g de muestra. La precisión analítica se evaluó, a través de las desviaciones estándares relativas (DER) para un total de tres repeticiones por muestra.

Diseño estadístico y análisis estadístico

Se aplicó un diseño completamente aleatorio de un solo factor con 3 repeticiones. El factor (adición del extracto de flor de Jamaica) se evaluó a tres niveles (E1, E2 y E3). Las variables de respuesta fueron: vitamina C, polifenoles, flavonoides, acidez, pH y SST. La precisión analítica se evaluó, a través de las desviaciones estándares relativas (DER) y para evaluar la efectividad de la incorporación del extracto de flor de Jamaica se empleó una prueba de comparación de medias. Los tres niveles evaluados corresponden a E1 (adición del extracto de flor Jamaica antes de proceso de térmico), E2 (adición del extracto de flor de Jamaica después de la precocción) y E3 (adición del extracto de flor de Jamaica al alcanzar el punto de ebullición o punto final). También se evaluaron las variables de respuesta en la mermelada sin adición de extracto de flor de Jamaica, esta se designó como O.

Para el procesamiento de la data, se utilizó el programa estadístico STATGRAPHICS Centurión XVI, versión 16.1.03. Se empleó el procedimiento ANOVA (análisis de varianza) para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y también se realizó la comparación de medias empleando el test LSD (Least significant difference) de Fisher.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros fisicoquímicos determinados en la mermelada de guanábana con extracto de flor de Jamaica



En la Tabla 2, se presentan los resultados de los parámetros fisicoquímicos (pH, sólidos solubles y acidez titulable) obtenidos en la mermelada con extracto de flor de Jamaica en los diferentes estadios evaluados.

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos de las mermeladas de guanábana con /sin extracto de flor de Jamaica en los diferentes estadios.

Muestra	pH	Sólidos Solubles (°Brix)	Acidez Titulable (g AC·100g ⁻¹)
O	3,93 ± 0,04 ^b	68,16 ± 0,40 ^a	0,48 ± 0,06 ^a
E1	3,70 ± 0,28 ^{ab}	65,70 ± 0,13 ^a	0,58 ± 0,14 ^a
E2	3,55 ± 0,07 ^{ab}	66,09 ± 2,00 ^a	0,66 ± 0,08 ^a
E3	3,50 ± 0 ^a	66,86 ± 0,78 ^a	0,54 ± 0,01 ^a

Los valores se encuentran expresados como media ± desviación estándar. Valores con la misma letra en cada columna indica que no son significativamente diferentes a un nivel de 5%. AC: Ácido Cítrico.

Muestra O corresponde a la mermelada sin extracto y muestras E1, E2 y E3 son aquellas con adición de extracto de flor de Jamaica.

Fuente: Elaboración propio.

Acidez iónica, pH

Desde el punto de vista tecnológico, la formación de un gel satisfactorio en la elaboración de una mermelada depende principalmente del pH y de la concentración correcta de azúcar y pectina. Un valor de pH menor a 2,4 o mayor a 3,6 no favorece la formación del gel (Featherstone, 2016).

Los valores de pH obtenidos en las mermeladas enriquecidas con extracto de flor de Jamaica oscilaron entre 3,5 – 3,7. Estos valores son mayores al rango establecido por la norma COVENIN 1315-79 para elaboración de mermeladas (3-3,3). Sin embargo, se encuentran dentro del rango determinado por Featherstone (2016) estableciendo que “el pH de mermeladas está entre 2,8 - 3,6 pero esto dependerá de la fruta”.

Así mismo, Rojas *et al.* (2012) en su investigación sobre la mermelada de uchuva (*Physalis peruviana* L.) obtuvo un pH de 3,7; demostrando que usando fruta ácida no necesita adición de ácido cítrico para la formación del gel. Los valores de pH obtenidos en la mermelada de guanábana enriquecida con extracto de flor de Jamaica se pueden observar en la Figura 2. Estos valores de pH permitieron la formación de un gel estable y firme.

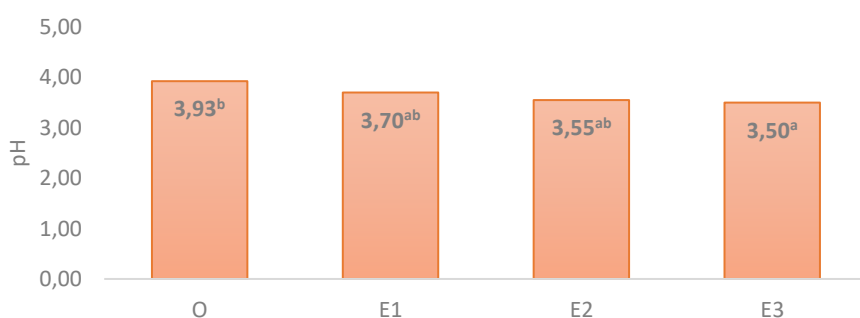


Figura 2. pH de las mermeladas de guanábana con /sin extracto de flor de Jamaica en los diferentes estadios.

Fuente: Elaboración propia.

En la mermelada sin extracto de flor de Jamaica se evidenció un valor de pH superior al encontrado en las mermeladas con extracto. Esto es indicativo que la incorporación del extracto de flor de Jamaica favorece la regulación del pH sin necesidad de agregar aditivos alimentarios como los acidulantes.

En los tres estadios evaluados (E1, E2 y E3) se observó que no hubo diferencias estadísticamente significativas ($\alpha > 0,05$) entre los tratamientos, se obtuvo el valor más alto cuando se adicionó el extracto antes del iniciar el proceso térmico.

Es importante destacar que ninguno de los tratamientos presentó un pH por debajo del límite inferior establecido por COVENIN 1315-79. Por lo tanto, el pH del producto desarrollado en esta investigación está dentro del rango promedio para la formación de un gel consistente con buen sabor y vida útil (Featherstone, 2016).

Sólidos solubles

La norma COVENIN 2592-89 establece en mermeladas una cantidad mínima de sólidos solubles de 65 °Brix. Como se puede observar en la Tabla 2, este requerimiento fue obtenido para todos los tratamientos evaluados, permitiendo así una gelificación idónea en el producto.

En la Figura 3, se muestra la variación del contenido de sólidos solubles totales en mermelada sin extracto de flor de Jamaica (O) y mermeladas enriquecidas con dicho extracto. Se observa que no hay diferencias estadísticamente significativas ($\alpha > 0,05$) entre la muestra control (O) y los tratamientos. Sin embargo, se evidencia un ligero aumento de los SST cuando el extracto se agrega cerca del punto final del tratamiento térmico ($E3 > E2 > E1$). Esta tendencia podría explicarse por la incorporación del extracto después del proceso de calentamiento. El extracto es naturalmente rico en sólidos solubles, lo que, a su vez, contribuye al ligero aumento de los niveles de SST en el producto

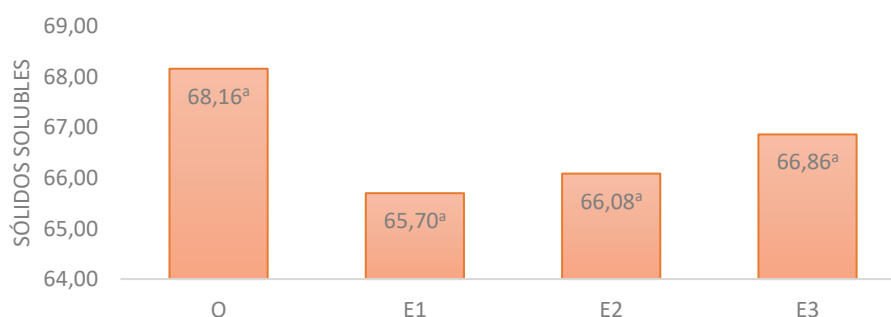


Figura 3. Contenido de sólidos solubles totales de las mermeladas de guanábana con/sin extracto de flor de Jamaica en los diferentes estadios.

Fuente: Elaboración propia.

Los valores obtenidos en la mermelada de guanábana modificada con EFJ aseguró un producto de alta calidad, producido para satisfacer las preferencias del consumidor en cuanto a dulzor y firmeza, además cumplió con los estándares establecidos (COVENIN 2592-89).

Acidez Titulable

Según la norma COVENIN 2592-89 para elaboración de mermelada, la cantidad máxima de acidez en el producto debe ser 1,0 g de ácido cítrico/ 100 g de producto. En la figura 4, se puede apreciar la variación de la acidez titulable en la mermelada sin extracto y en las mermeladas enriquecidas en los diferentes estadios, este parámetro se encuentra dentro de lo establecido por la norma COVENIN. El análisis de varianza arrojó que no hay diferencias estadísticamente significativas ($\alpha > 0,05$) entre la mermelada sin extracto y las mermeladas con extracto en los diferentes estadios.

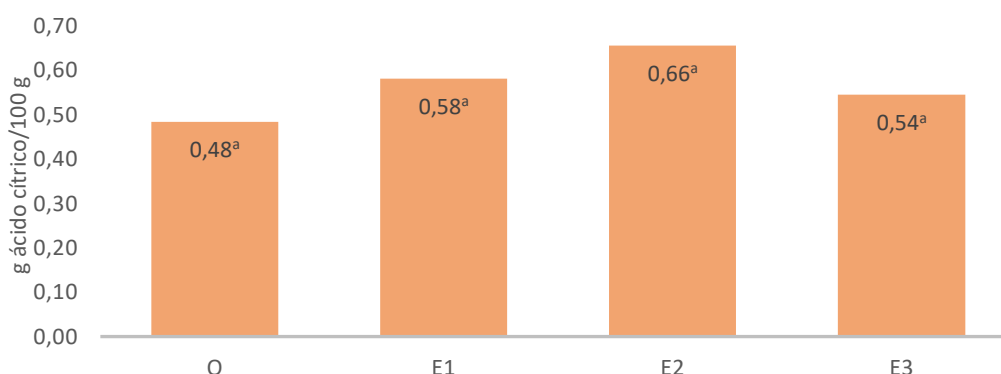


Figura 4. Acidez titulable de las mermeladas de guanábana con /sin extracto de flor de Jamaica en los diferentes estadios.

Fuente: Elaboración propia.

Se evidencia un ligero aumento de la acidez titulable al adicionar el extracto de flor de Jamaica en comparación con la mermelada sin extracto. En las mermeladas enriquecidas se obtuvieron valores superiores a 0,54 g AC/ 100 g de mermelada; mientras que, en la mermelada no enriquecida, se obtuvo

un valor de acidez titulable de 0,48 g AC/ 100 g. El ligero aumento de la acidez titulable en las mermeladas con EFJ se atribuye a la presencia de ácidos orgánicos como el ácido cítrico, ascórbico, málico, esteárico y ácido protocatecuico presentes en el extracto de flor de Jamaica (Cornejo & Párraga, 2021).

Estos resultados permiten demostrar el efecto positivo de añadir el extracto de flor de Jamaica en la elaboración de la mermelada de guanábana. Este ingrediente permite obtener un alimento con mejores propiedades sensoriales debido a que le otorga un atractivo color, agradable sabor y lo hace más cercano a lo natural, ya que no requiere la adición exógena de aditivos sintéticos.

Parámetros Antioxidantes determinados en la mermelada de guanábana con extracto de flor de Jamaica

Los resultados de los parámetros antioxidantes determinados en esta investigación para las muestras de mermelada de guanábana con/sin extracto de flor de Jamaica en los diferentes estadios se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros antioxidantes determinados en las mermeladas de guanábana con/sin extracto de flor de Jamaica en los diferentes estadios.

	Vitamina C (mg AA/100g)	Polifenoles (mg EAG/100g)	Flavonoides (mg EC/100g)
O	3,31±0,52 ^a	111,19±5,75 ^a	41,43 ±2,97 ^a
E₁	20,81±10,17 ^b	166,35±9,05 ^c	88,65 ±2,13 ^d
E₂	21,44±0,45 ^b	142,73±0,96 ^b	47,50 ±4,42 ^b
E₃	13,00±3,32 ^{ab}	150,22±5,57 ^b	59,43 ±1,63 ^c

Los valores se encuentran expresados como media ± desviación estándar. Valores con la misma letra en cada columna indica que no son significativamente diferentes a un nivel de 5%.

AA: ácido ascórbico; EAG: equivalente de ácido gálico; EC: equivalente de catequina

Fuente: Elaboración propia

Vitamina C

El organismo humano es incapaz de sintetizar ácido ascórbico por carecer de la enzima gulonolactona oxidasa, por lo cual, debemos ingerirla a través de la alimentación o por suplementos dietéticos. La dosis de ingesta diaria de vitamina C es de 90 mg/día para hombre y 75 mg/día para mujeres de tal forma de evitar la aparición de escorbuto (NIH, 2019).



El contenido varía en los alimentos y puede verse afectado por la estacionalidad, el transporte, la vida útil del alimento, el tiempo de almacenamiento, los métodos de cocción y la cloración del agua. Adicionalmente los cortes, magulladuras, el calentamiento y la exposición al cobre, hierro o condiciones ligeramente alcalinas pueden destruir el ascorbato. También se puede diluir en el agua durante la cocción (García-Casal *et al.*, 2013).

En la Figura 5, se puede apreciar la variación del contenido de vitamina C en las muestras de mermelada de guanábana al adicionar el extracto de flor de Jamaica. Se obtuvo un contenido de ácido ascórbico de 3,31 mg en la mermelada sin extracto de flor de Jamaica, el cual aumentó en un rango comprendido entre 13 y 21,44 mg al adicionar el extracto de flor de Jamaica.

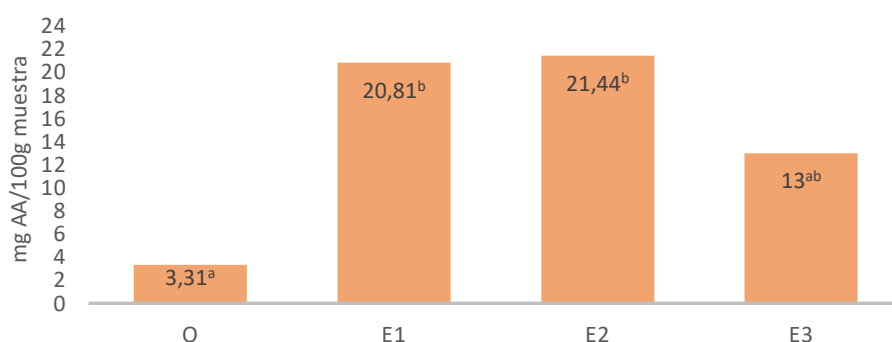


Figura 5. Contenido de vitamina C de las mermeladas de guanábana con /sin extracto de flor de Jamaica en los diferentes estadios.

Fuente: Elaboración propia

La variación del contenido de vitamina C correspondió a un aumento entre el 292 y 547%, es decir, al adicionar el extracto en el estadio 3 se obtuvo un aumento del contenido de vitamina C de casi el cuádruple y para el estadio 2, el aumento de este parámetro alcanzó un valor de casi 6,5 su valor inicial. El análisis de varianza indicó que no hay diferencia estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95% entre los tratamientos evaluados para mermeladas con extracto de flor de Jamaica. El valor más bajo de vitamina C se obtuvo en el estadio 3 y el valor más alto se obtuvo en el estadio 2. Sin embargo, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($\alpha < 0,05$) solo entre la mermelada sin extracto (control) y los estadios (1 y 2).

El aumento del contenido de vitamina C en los tratamientos se debe a los altos niveles de ácido ascórbico presente en la infusión de flor de Jamaica (Gutiérrez, 2020), permitiendo que la adición del extracto ayude a elevar los niveles de ácido ascórbico en la mermelada.

La flor de Jamaica es una rica fuente de vitamina C, esto ha sido reportado por Salinas *et al.* (2012), donde encontraron elevadas variaciones en el contenido de ácido ascórbico (vitamina C) entre variedades de calices de flor de Jamaica en México. Alma Blanca fue la variedad de mayor contenido con 90,2 mg/100 g de materia seca, mientras que el menor se observó en la variedad Colima 6, con 33,2 mg/100 g de materia seca. Como se puede observar este rubro es un excelente contribuyente para potenciar las propiedades antioxidantes de un alimento deficiente en vitamina C.

La vitamina C es uno de los ingredientes que debe ser cuidado en el procesamiento de los alimentos, ya que es muy fácil de degradar por diversos factores como la temperatura, la luz, la presencia de oxígeno, los iones metálicos y las variaciones de pH, así mismo, se ve afectada por la presencia del enzima ácido ascórbico oxidasa. La vitamina C se selecciona como el nutriente monitoreado con mayor frecuencia para evaluar la pérdida de nutrientes durante el procesamiento térmico. En general, se acepta que, si la vitamina C se conserva bien, los demás nutrientes también se conservan bien (Wang *et al.*, 2017; Salinas *et al.*, 2012; Munyaka *et al.* 2010; Lado *et al.*, 2015).

Como se mencionó anteriormente, diversos factores pueden afectar la degradación de la vitamina C. La sensibilidad de la vitamina C a la temperatura indica que su pérdida es mayor a medida que aumenta la temperatura o el tiempo de calentamiento

En esta investigación se decidió incorporar el EFJ para equilibrar la pérdida de vitamina C por efecto del proceso térmico y con ello lograr un aumento de esta vitamina en el producto. Los resultados obtenidos demuestran un aumento sustancial de las propiedades antioxidantes en todos los estadios evaluados. Sin embargo, en el tercer estadio se obtuvo un menor contenido de vitamina C, lo cual pudo deberse a que la adición del extracto de flor de Jamaica en el momento en que la mermelada alcanzaba la temperatura más elevada o su punto de ebullición, promovió una degradación brusca de este componente por el choque de temperaturas entre ambos fluidos. Aunado a esto se presume que el mayor contenido de vitamina C en los estadios 1 y 2 se deba a que factores como el pH y la presencia de ciertos flavonoides juegan un papel importante en la estabilidad de la molécula de ácido ascórbico (Salinas *et al.*, 2012).

Los flavonoides pueden prevenir la oxidación del ácido ascórbico al revertir el radical ascorbato en este ácido. Algunos flavonoides, como la miricetina y la quercetina, tienen la capacidad de inhibir la enzima ascorbato oxidasa, lo cual evita la oxidación enzimática del ácido ascórbico (Marín *et al.*, 2002). Estos hallazgos destacan la importancia de considerar estos factores en la conservación y el procesamiento de alimentos ricos en vitamina C (Zema *et al.*, 2018; Munyaka *et al.*, 2010).



Los resultados permiten demostrar el efecto positivo de añadir el extracto de flor de Jamaica en la elaboración de la mermelada de guanábana. Este ingrediente contrarresta los efectos negativos del procesamiento térmico, potenciando el contenido nutricional y antioxidante del producto permitiendo obtener un alimento con mejoradas propiedades sensoriales debido a que le otorga un atractivo color, agradable sabor y nutricionalmente es más rico en vitamina C, lo cual lo eleva como un producto que tiene beneficios a la salud y que no posee aditivos sintéticos.

Polifenoles

Los polifenoles son compuestos bioactivos que se encuentran en alimentos de origen vegetal, que han despertado interés debido a sus beneficios para la salud (Castro, 2019). Pueden interactuar con proteínas lo que afecta sus propiedades estructurales y funcionales (Kiliç Bayraktar *et al.*, 2019).

Los polifenoles tienen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias lo que los hace importantes en la prevención y el tratamiento de enfermedades crónicas (Valencia *et al.*, 2017; Quiñones *et al.*, 2012), también se ha observado que benefician la función cardiovascular, la salud gastrointestinal, el sistema nervioso, la respuesta inmunitaria y el microbiota intestinal (Castro, 2019).

Agregar polifenoles a la dieta alimentaria puede proporcionar una serie de beneficios para la salud, por ello es importante incluir alimentos ricos en polifenoles como lo son las frutas y verduras.

Existe una gran variedad de mermeladas en el mercado a nivel mundial, entre ellas, la mermelada de fresa (*Fragaria spp*), es una de las mermeladas con más demanda y popularidad debido a sus atractivas propiedades sensoriales. A nivel internacional, existen numerosos sabores y variedades de mermeladas y jaleas, desde los tradicionales como fresa (*Fragaria spp*) y uva (*Vitis vinífera*), hasta opciones más exóticas como chocolate. Sin embargo, en Estados Unidos, solo nueve sabores representan más del 80% de la producción total, encabezados por fresa y uva, seguidos de frambuesa (*Rubus idaeus*), naranja (*Citrus sinensis*), manzana (*Malus pumila*), albaricoque (*Prunus armeniaca*), melocotón (*Prunus persica*) y zarzamora (*rubus sp*). Las mermeladas son el tipo de confitura más consumida, seguidas por las jaleas (Granados & Rodríguez, 2018).

En la Figura 6, se muestra los valores promedios del contenido de polifenoles presentes en la mermelada sin/con extracto de flor de Jamaica en los diferentes estadios. El análisis de varianza arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos a un nivel de confianza del 95%.

La mermelada de guanábana sin extracto de flor de Jamaica obtuvo un contenido de polifenoles de 111,19 mg EAG/ 100 g producto; este valor es casi cinco veces más alto al contenido de polifenoles reportado por Valeriano (2014) en mermelada de fresa donde se encontró una concentración de polifenoles de 22,78 mg EAG/ 100 g producto. Resulta interesante hacer esta comparación debido a que la mermelada de fresa es una de las mermeladas más comercializadas a nivel mundial por su destacada propiedad sensorial.

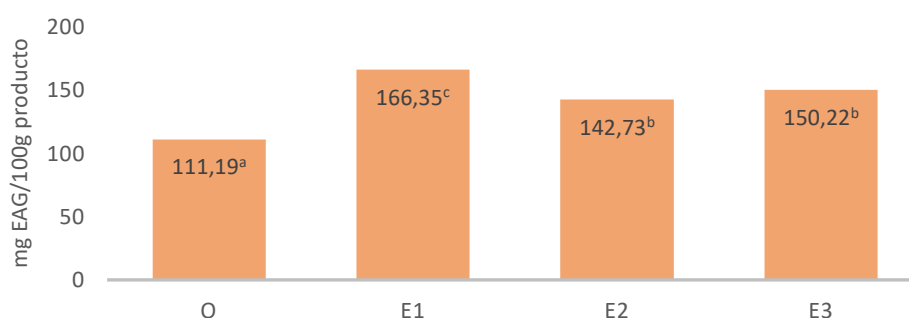


Figura 6. Contenido de polifenoles totales de las mermeladas de guanábana con /sin extracto de flor de Jamaica en los diferentes estadios.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se muestran en la Figura 6, claramente indican que la adición del extracto de flor de Jamaica potencia las propiedades funcionales de la mermelada de guanábana debido a que se evidencia un aumento significativo del contenido de polifenoles al comparar la mermelada de guanábana sin extracto con las mermeladas con extracto.

Los resultados arrojados en esta investigación evidencian diferencias estadísticamente significativas ($\alpha < 0,05$) entre los tratamientos E1 (166,35 mg EAG/ 100 g producto) y E2-E3 (142,73-150,22 mg EAG/ 100 g producto), obteniéndose un mayor contenido de polifenoles en la mermelada donde se añadió el extracto de flor de Jamaica antes de iniciar el proceso térmico (E1). Estos resultados pueden deberse a que prevalece la concentración de solutos por efecto del calentamiento a la degradación térmica sobre los compuestos polifenólicos.

Flavonoides

Los flavonoides son compuestos bioactivos presentes en alimentos de origen vegetal que ofrecen una amplia gama de beneficios para la salud, han sido destacados como posibles agentes dietéticos quimiopreventivos contra el cáncer (De la Rosa *et al.*, 2016)



En la Figura 7, se muestra los valores promedio del contenido de flavonoides para las mermeladas de guanábana con/sin extracto de flor de Jamaica en los diferentes estadios. El análisis de varianza arrojó que existen diferencias estadísticamente significativas ($\alpha < 0,05$) entre todas las muestras evaluadas.

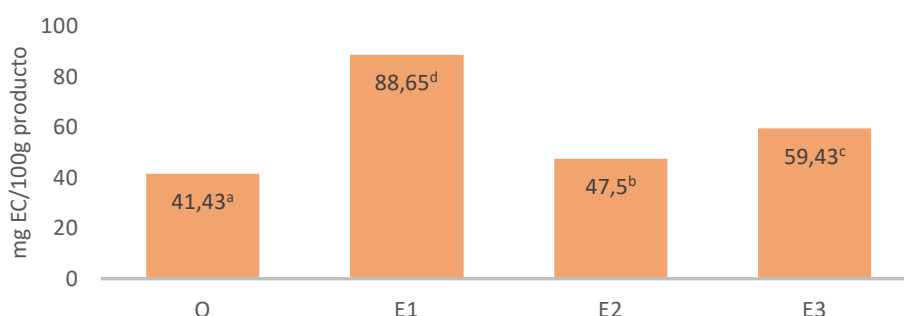


Figura 7. Contenido de flavonoides de las mermeladas de guanábana con /sin extracto de flor de Jamaica en los diferentes estadios.

Fuente: Elaboración propia

En la mermelada sin extracto de flor de Jamaica (O) se encontró un contenido de flavonoides de 41,43 mg EC/ 100 g, mientras que en las mermeladas enriquecidas con extractos de flor de Jamaica se observó un aumento sustancial del contenido de flavonoides (88,65; 47,50 y 59,43 mg EC/ 100 g mermelada para los estadios E1, E2 y E3, respectivamente). Obteniéndose el mayor contenido de flavonoides en el estadio 1 donde se añadió el extracto antes de iniciar el tratamiento térmico.

Namor *et al.* (2022), en su investigación determinaron flavonoides en diferentes mermeladas de frutas puras y fortificadas con polvo de cassis (*Ribes nigrum*), los valores obtenidos para la zarzamora (*rubus sp*) pura fue 30 mg EC/ 100 g muestra y para la mermelada fortificada 38 mg EC/ 100 g muestra. Estos valores resultan inferiores a los obtenidos para la mermelada guanábana con flor de Jamaica, demostrando el importante potencial de este nuevo producto.

La Figura 8 muestra los resultados de los parámetros antioxidantes, específicamente la concentración de vitamina C, polifenoles y flavonoides, en mermeladas sin extracto de flor de Jamaica y con extracto de flor de Jamaica en los diferentes estadios. Se observa que las mermeladas con extracto de flor de Jamaica presentan valores más altos de vitamina C, polifenoles y flavonoides en comparación con las mermeladas sin extracto de flor de Jamaica en todos los estadios analizados. Esto indica que la adición de extracto de flor de Jamaica en las mermeladas aumenta significativamente la concentración de estos compuestos antioxidantes.

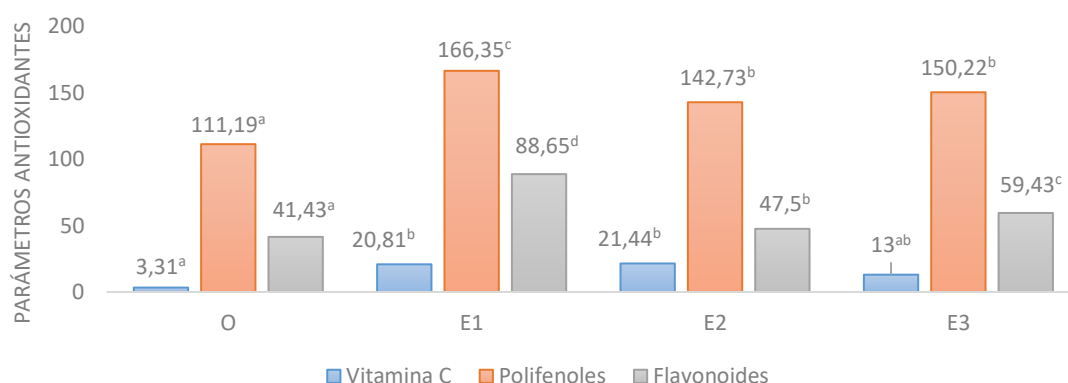


Figura 8. Parámetros antioxidantes (vitamina C, polifenoles y flavonoides) en mermelada sin/con extracto de flor de Jamaica en los diferentes estadios.

Fuente: Elaboración propia

4. CONCLUSIONES

La incorporación de extracto de flor de Jamaica en los diferentes estadios del proceso de elaboración de la mermelada de guanábana afectó significativamente sus propiedades antioxidantes y tuvo una ligera incidencia sobre las propiedades fisicoquímicas del producto. Los resultados obtenidos revelaron que la mejor etapa en el proceso de elaboración de mermelada para adicionar el extracto de flor de Jamaica es el estadio 1, es decir, antes de iniciar el proceso de cocción, debido a que es en esta etapa donde se logra la mayor potenciación de las propiedades antioxidantes sin verse afectada las propiedades fisicoquímicas del producto.

La mermelada de guanábana con extracto de flor de Jamaica destaca como un novedoso producto no convencional que se caracteriza por poseer excelentes propiedades sensoriales debido a que la flor de Jamaica le otorga un atractivo color, mejora su sensorial sabor y lo hace un producto más cercano a lo natural debido a que no requiere la adición exógena de aditivos sintéticos como pectina o ácido cítrico para garantizar su estabilidad y cumplimiento de las normas nacionales. Así mismo, la adición de extracto de flor de Jamaica enaltece y potencia las propiedades funcionales, específicamente las propiedades antioxidantes de la guanábana, permitiendo disponer de un nuevo producto que garantiza una importante fuente de vitamina C, polifenoles y flavonoides. Sin embargo, es necesario destacar que no es apta para el consumo de toda la población debido a que es un alimento rico en azúcares.

5. REFERENCIAS

Adaauto, A. (2012). Evaluación de actividad antioxidante y vitamina C en pulpa concentrada en dos estadios (fisiológicamente maduro y maduro) del fruto zarzamora (*Rubus* sp.). [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1223>



- Álvarez, C.F., Santamaría, D. E., Santamaría, F.E. y Lara, A. E. (2016). Análisis del tiempo de vida útil en la elaboración de mermelada de híguerón (*Cucúrbita Odorífera Vell*) con zanahoria (*Daucus Carota*). Revista Chilena de Nutrición, 43(3), 290-295. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000300009>
- Amyrgialaki, E., Makris, D.P., Mauromoustakos, A. y Kefalas, P. (2014). Optimisation of the extraction of pomegranate (*Punica granatum*) husk phenolics using water/ethanol solvent systems and response surface methodology. Industrial Crops and products, 59, 216-222. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.05.011>
- Andzi Barhé, T., y Feuya Tchouya, G. R. (2016). Comparative study of the anti-oxidant activity of the total polyphenols extracted from *Hibiscus Sabdariffa* L., *Glycine max* L. Merr., yellow tea and red wine through reaction with DPPH free radicals. Arabian Journal of Chemistry, 9 (1), 1 -8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.11.048>
- Arias Lamos, D., Montaña Díaz, L. N., Velasco Sánchez, M. A., y Martínez Girón, J. (2018). Alimentos funcionales: avances de aplicación en agroindustria. Tecnura, 22(57), 55–68. <https://doi.org/10.14483/22487638.12178>
- Beltrán, M. (2016). Alimentos funcionales. Farmacia Profesional, 30(3), 12–14. <https://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-articulo-alimentos-funcionales-X0213932416546681>
- Bernal Castro, C. A., Díaz-Moreno, C., y Gutiérrez-Cortés, C. (2017). Probióticos y prebióticos en matrices de origen vegetal: avances en el desarrollo de bebidas de frutas. Revista Chilena de Nutrición: Organo Oficial de La Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología, 44(4), 383–392. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182017000400383>
- Cambisaca Poveda, C. C., Martínez Valenzuela, G. E., y Cantillo Holguín, G. N. (2021). Evaluación del potencial funcional de una bebida a base de guanábana con extractos sábila (*Aloe vera*) y moringa (*Moringa oleífera*). Revista Latinoamericana de Difusión Científica, 4(6), 28–38. <https://doi.org/10.38186/difcie.46.03>
- Cámpora, C. (2016). Alimentos funcionales: tecnología que hace la diferencia. Revista de Investigaciones Agropecuarias, 42(2), 131-137. <http://www.scielo.org.ar/pdf/ria/v42n2/v42n2a04.pdf>
- Castro Hernández, C. L., Ayasta Senmache, J. G., Santa Cruz-López, C. Y., y Moreno-Mantilla, M. (2021). Efecto antibacteriano del extracto etanólico de *Annona muricata* sobre microorganismos de importancia clínica: Efecto de *Annona muricata* frente a bacterias patógenas. Gaceta médica boliviana, 44(1), 29–33. <https://doi.org/10.47993/gmb.v44i1.219>
- Castro Acosta, M. L. (2019). Polifenoles: Compuestos bioactivos con efectos benéficos en la prevención de diabetes tipo 2. Revista Digital Red CieN, 1(3), 13-18. <https://redcien.com/index.php/redcien/article/view/5>
- Cornejo, L. A., y Párraga, R. C. (2021). Capacidad antioxidante y contenido fenólico de una bebida a base de la flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*). CIENCIAMATRIA, 7(12), 229–249. <https://doi.org/10.35381/cm.v7i12.427>
- COVENIN 1295-82, Norma Venezolana, Alimentos. Determinación de ácido ascórbico (vitamina C), (1982). Caracas, Venezuela, Ministerio de Fomento, 14/10/1982.
- COVENIN 1315-79, Norma Venezolana, Alimentos. Determinación de pH. (Acidez Iónica), (1979). Caracas, Venezuela, Ministerio de Fomento, 12/06/1979. <https://sigbs.sencamer.gob.ve/cgi-bin/koha/opac-retrieve-file.pl?id=61ec330cd0abb242cb43d0c0cdc8e9ec>
- COVENIN 1151-77, Norma Venezolana, Frutas y productos derivados. Determinación de la acidez, (1977). Caracas, Venezuela, Ministerio de Fomento, 06/12/1977. <https://sigbs.sencamer.gob.ve/cgi-bin/koha/opac-retrieve-file.pl?id=1f5a8123a8e2a932aab19acef96f28d7>
- COVENIN 924-83, Norma Venezolana, Frutas y productos derivados. Determinación de sólidos solubles por refractometría, (1983). Caracas, Venezuela, Ministerio de Fomento, 09/08/1983. <https://sigbs.sencamer.gob.ve/cgi-bin/koha/opac-retrieve-file.pl?id=9d1cf834026d66d3622018bd5377c6cd>

- COVENIN 2592-89, Norma Venezolana, Mermeladas y jaleas de frutas, (1989). Caracas, Venezuela, Ministerio de Fomento, 02/08/1989. <https://sigbs.sencamer.gob.ve/cgi-bin/koha/opac-retrieve-file.pl?id=2fee5ca9532d7a56151b3eb73075a5b7>
- de la Rosa-Hernández, M., Wong-Paz, J. E., Muñiz-Márquez, D. B., Carrillo-Inungaray, M. L., y Sánchez-González, J. M. (2016). Compuestos fenólicos bioactivos de la toronja (*Citrus paradisi*) y su importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 47(2), 22-35. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57956610003>.
- Featherstone, S. (2016). *A Complete Course in Canning and Related Processes*, 9- Jams, Jellies, and related products, Fourteenth Edition, Elsevier. <https://doi.org/10.1016/c2013-0-16340-4>
- García-Casal, M. N., Landaeta, M., Adrianza de Baptista, G., Murillo, C., Rincón, M, Bou Rached, L., Bilbao, A., Anderson, H., García, D., Franquiz, J., Puche, R., García, O., Quintero, Y., y Peña-Rosas, J. P. (2013). Valores de referencia de hierro, yodo, zinc, selenio, cobre, molibdeno, vitamina C, vitamina E, vitamina K, carotenoides y polifenoles para la población venezolana. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 63(4), 338-361. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222013000400010&lng=es&tlng=es.
- Granados, B. y Rodríguez, R. (2018). Plan de negocios para determinar la viabilidad en la creación de compañía fabricante de conservas y mermeladas de frutas. [Tesis de especialización, Universidad piloto de Colombia]. <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4640/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1>
- Gutiérrez Rodas, M. (2020). Vino de mora (*Rubus ulmifolius*) y flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) con propiedades antioxidantes y nutricionales como un producto innovador, *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. <https://www.eumed.net/rev/caribe/2020/06/vino-mora-flor-jamaica.html>
- Jiménez-Zurita, J. O., Balois-Morales, R., Alia-Tejagal, I., Juárez-López, P., Jiménez-Ruiz, E. I., Sumaya-Martínez, M. T., y Bello-Lara, J. E. (2017). Tópicos del manejo poscosecha del fruto de guanábana (*Annona muricata* L.). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(5), 1155–1167. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i5.115>
- Bayraktar, M. K., Harbourne, N B. y Fagan, C. C. (2019). Impact of heat treatment and acid gelation on polyphenol enriched milk samples, *Food Science and Technology*, 113. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108282>
- Lado, J., Pascual, M., Zacarías, L., y Rodrigo, M. J. (2015). Efecto de la temperatura de conservación en el contenido de carotenoides y vitamina C en frutos de pomelo rojo. *Agrociencia Uruguay*, 19(1), 48–56. http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482015000100006
- Leiva González, S. (2018). *Annona muricata* L. “guanábana” (Annonaceae), una fruta utilizada como alimento en el Perú prehispánico. *Arnaldoa*, 25(1), 127–140. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.251.25108>
- León-Méndez, G., Crisostomo-Perez, T., Gonzalez-Fegali, M. C., Herrera-Barros, A., Pájaro-Castro, N., y León-Méndez, D. (2020). Frutas como fuentes de moléculas bioactivas. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 39(2), 153-163. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55969799002>
- López, C., González Gallardo, C. E., Guerrero Ochoa, M. J., Mariño, G., Jácome, B., y Beltrán Sinchiguano, E. (2019). Estudio de la Estabilidad de los Antioxidantes del Vino de Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) en el Almacenamiento. *La granja*, 29(1), 105–118. <https://doi.org/10.17163/lgr.n29.2019.09>
- Marín, F. R., Frutos, M. J., Pérez-Alvarez, J. A., Martínez-Sánchez, F., y Del Río, J. A. (2002). Flavonoids as nutraceuticals: Structural related antioxidant properties and their role on ascorbic acid preservation. En *Bioactive Natural Products* (pp. 741–778). Elsevier. [http://dx.doi.org/10.1016/S1572-5995\(02\)80018-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1572-5995(02)80018-7).
- Munyaka, A. W., Oey, I., Van Loey, A., y Hendrickx, M. (2010). Application of thermal inactivation of enzymes during vitamin C analysis to study the influence of acidification, crushing and blanching on vitamin C stability in Broccoli (*Brassica oleracea* L var. italica). *Food Chemistry*, 120(2), 591–598. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.10.029>



- Namor, F. C., Milanesi, I. L., Paulino, C. A. y Ochoa, M. R. (2022). Cassis en polvo: un ingrediente que aporta funcionalidad. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 5 (4): 3682–3693, <http://dx.doi.org/10.34188/bjaerv5n4-020>
- National Institutes of Health (NIH). (2019). Datos sobre la vitamina C. Office of Dietary Supplements. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminC-DatosEnEspanol/>
- Quiñones, M., Miguel, M., y Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutricion hospitalaria: Organo oficial de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral*, 27(1), 76–89. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100009
- Rioja Antezana, A. P., Vizaluque, B. E., Aliaga-Rossel, E., Tejeda, L., Book, O., Mollinedo, P., y Peñarrieta, J. M. (2018). Determinación de la capacidad antioxidante total, fenoles totales, y la actividad enzimática en una bebida no láctea en base a granos de chenopodium quinoa. *Revista boliviana de química*, 35(5), 168–176. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602018000500006
- Rojas, D.; Velandia S. y Castro, A. (2012). Aprovechamiento del fruto rajado de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en la elaboración de mermeladas, *Revista de Investigación Desarrollo e Innovación*, 3 (1), 18-24, Disponible en: <file:///D:/Descarga%20de%20Internet/Dialnet-AprovechamientoDelFrutoRajadoDeUchuvaPhysalisPeruv-6763060.pdf>
- Salinas-Moreno, Y., Zúñiga-Hernández, A. R. E., Jiménez-De la Torre, L. B., Serrano-Altamirano, V., y Sánchez-Feria, C. (2012). Color in calyxes of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) and their relationship with physicochemical characteristics of their aqueous extracts. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, XVIII(3), 395–407. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2011.08.038>
- Shinwari, K. J., y Rao, P. S. (2018). Stability of bioactive compounds in fruit jam and jelly during processing and storage: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 75, 181–193. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.02.002>
- Singleton, V. y Rossi, J. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents, *The American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158. <http://dx.doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.14>
- Tabaraki, R., Heidarizadi, E., y Benvidi, A. (2012). Optimization of ultrasonic-assisted extraction of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel antioxidants by response surface methodology. *Separation and Purification Technology*, 98, 16–23. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2012.06.038>
- Tejedor, A. G. (2020, noviembre 9). Qué son los componentes bioactivos de los alimentos y cómo pueden afectar a nuestra salud. *The Conversation*. <http://theconversation.com/que-son-los-componentes-bioactivos-de-los-alimentos-y-como-pueden-afectar-a-nuestra-salud-147589>
- Valencia-Avilés, E., Ignacio-Figueroa I., Sosa-Martínez, E., Bartolomé-Camacho, M. C., Martínez-Flores, H. E. y García-Pérez, M. E. (2017). Polifenoles: propiedades antioxidantes y toxicológicas, *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, 16. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/1583>
- Valeriano, J. (2014). Efecto de la concentración de la solución osmótica y tiempo del pretratamiento osmótico en el color, contenido de compuestos fenólicos totales y antocianinas en mermelada de fresa (*Fragaria vesca* L.), [Tesis de bachelor, Universidad Nacional de Trujillo (Perú)] <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4742249>
- Wang, J.; Lim, C.; Mujumdar, A. y Xiao, H. (2017). The degradation mechanism and kinetics of vitamin C in fruits and vegetables during thermal processing, 275-293. https://www.researchgate.net/publication/319527724_The_Degradation_Mechanism_and_Kinetics_of_Vitamin_C_in_Fruits_and_Vegetables_During_Thermal_Processing

Zema, D. A., Calabrò, P. S., Folino, A., Tamburino, V., Zappia, G., y Zimbone, S. M. (2018). Valorisation of citrus processing waste: A review. *Waste Management*, 80, 252–273. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.09.024>

Zhishen, J., Mengcheng, T., y Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64(4), 555–559. [https://doi.org/10.1016/s0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/s0308-8146(98)00102-2)

Contribución de autores

Autor	Contribución
Johanna Raga-Carreño	Conceptualización, tratamiento de datos, búsqueda bibliográfica, revisión y edición del manuscrito
Marielis Meleán	Parte experimental, búsqueda bibliográfica y elaboración de manuscrito
Violeta Ortega	Parte experimental, búsqueda bibliográfica y elaboración de manuscrito
Zulay Mármol	Edición del manuscrito
Karelen Araujo	Edición del manuscrito