

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE GOMITAS MASTICABLES A BASE DE LA FRUTA MILAGROSA (*SYNSEPALUM DULCIFICUM*)

ANTIOXIDANT CAPACITY OF CHEWABLE GUMMIES BASED ON THE MIRACLE FRUIT (*SYNSEPALUM DULCIFICUM*)

Carolina Alicia Paz Yépez¹, Kariel Adrián Ruiz Guzmán², Julio Andrés Palmay Paredes³, Grace Yanina Medina Galarza⁴

{cpaz@uagraria.edu.ec¹, kariel.ruiz.guzman@uagraria.edu.ec², jpalmay@uagraria.edu.ec³, grace.medina.galarza@uagraria.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 12/11/2024 / Fecha de aceptación: 30/11/2024 / Fecha de publicación: 2/12/2024

RESUMEN: Los radicales libres son moléculas altamente reactivas que pueden causar daños en el organismo. La fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*) es un ingrediente natural con propiedades antioxidantes que puede ayudar a reducir el efecto de estos compuestos, además de ser un ingrediente versátil que puede adaptarse a diferentes formulaciones. El objetivo de esta investigación se basa en el uso de la pulpa y semillas de la fruta milagrosa o Monkfruit para el desarrollo de una gomita masticable con propiedades antioxidantes. Para ello, se desarrollaron 3 tratamientos con diferentes concentraciones de pulpa y semillas pulverizadas, donde se analizó la aceptabilidad sensorial, propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y antioxidantes por DPPH, y la información obtenida se analizó utilizando el software estadístico MiniTab enfocado al diseño completamente al azar DCA y evaluación de variaciones por ANOVA. Los resultados de aceptabilidad obtenidos a través del análisis sensorial reflejaron una disposición positiva al tratamiento formulado con iguales cantidades de semillas y pulpa, al cual se le aplicaron los análisis previamente indicados, donde la capacidad antioxidante reflejó valores de ácido gálico 0.38 mg/mL y ácido ascórbico 0.11 mg/mL, así como los requerimientos microbiológicos de coliformes totales (<3 NMP/g), mohos y levaduras (<10 UFC/g) dentro de los parámetros permitidos por la norma vigente, por otro lado, aunque cumple con los parámetros fisicoquímicos de humedad, supera los niveles permitidos de sacarosa en un 68,32% debido a la formulación con edulcorantes añadidos. Por lo tanto, se concluye que las gomitas de monk fruit, formuladas con pulpa y semilla, poseen una destacada capacidad antioxidante. El tratamiento seleccionado, con una proporción equilibrada de pulpa y edulcorante, fue el más aceptado sensorialmente, optimizando textura, sabor y apariencia. Además, cumplió con los parámetros microbiológicos y actividad antioxidante, aunque se

¹Instituto de Investigación “Ing. Jacobo Bucaram Ortiz, Ph.D.”, Universidad Agraria del Ecuador; Facultad de Ciencias de la Salud y Desarrollo Humano; Universidad Tecnológica ECOTEC-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-9547-2817>; +5930995700068.

²Universidad Tecnológica ECOTEC-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-9547-2817>; +5930995700068.

³Facultad de Ciencias Agrarias “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz”; Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0006-1956-5070>; +5930992565071.

⁴Facultad de Ciencias Agrarias “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz”; Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-7546-5211>; +5930984794451.

⁴Instituto de Investigación “Ing. Jacobo Bucaram Ortiz, Ph.D.”, Universidad Agraria del Ecuador-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0004-8442-3760>; + 5930963313265.

recomienda evitar el uso adicional de edulcorantes para cumplir con las normativas de sacarosa.

Palabras clave: Aceptabilidad, capacidad antioxidante, edulcorante, fruta milagrosa, gomitas

ABSTRACT: Free radicals are highly reactive molecules that can cause damage to the body. Miracle fruit (*Synsepalum dulcificum*) is a natural ingredient with antioxidant properties that can help reduce the effect of these compounds, besides being a versatile ingredient that can be adapted to different formulations. The objective of this research is based on the use of the pulp and seeds of the Monk fruit or Miracle fruit for the development of a chewable gummy with antioxidant properties. For this purpose, 3 treatments were developed with different concentrations of pulp and pulverized seeds, where sensory acceptability, physical-chemical, microbiological and antioxidant properties were analyzed by DPPH, and the information obtained was analyzed using the statistical software MiniTab focused on the completely randomized design DCA and evaluation of variations by ANOVA. The results of acceptability obtained through sensory analysis reflected a positive disposition to treatment formulated with equal amounts of seeds and pulp. To which the previously indicated analyses were applied, where the antioxidant capacity reflected values of gallic acid 0.38 mg/mL and ascorbic acid 0.11 mg/mL, as well as the microbiological requirements of total coliforms (<3 NMP/g), molds and yeasts (<10 UFC/g), within the parameters allowed by the current standard. On the other hand, although it complies with the physical-chemical parameters of moisture, it exceeds the allowed levels of sucrose by 68.32% due to the formulation with added sweeteners. Therefore, the conclusion was that monk fruit, formulated with pulp and seed, have an outstanding antioxidant capacity. The selected treatment, with a balanced proportion of pulp and sweetener, optimizing texture, flavor and appearance. It also complied with microbiological parameters and antioxidant activity, although it's recommended to avoid the additional use of sweeteners to comply with sucrose regulations.

Keywords: Acceptability, antioxidant capacity, sweeteners, gummies

INTRODUCCIÓN

El monk fruit (*Synsepalum dulcificum*), fruta del monje o fruta milagrosa, es una vaya endémica del continente asiático, la cual, es reconocida a nivel mundial por sus componentes bioactivos de gran interés (1), gracias a estos compuestos denominados mogrósidos y polisacáridos, lo posicionan como una opción eficaz para reducir las complicaciones asociadas a la resistencia a la insulina o diabetes (2). Sin embargo, la presencia eficaz de dichos componentes depende principalmente de parámetros como el grado de madurez de las frutas, pureza, el valor de pH y la temperatura (3).

Entre dichos compuestos destacan, los mogrósidos V (4), como componente principal con aproximadamente 250 veces más dulzor que la sacarosa, mientras tanto, el mogroside IV tiene una intensidad de dulzor similar al mogroside V, y los mogrosides I y II tienen una intensidad de

dulzor similar a la sacarosa (5), este activo es el responsable de darle su característico dulzor intenso con cero calorías al monkfruit (6), este glucósido triterpénico predomina en un contenido del 1.5-2% en la fruta seca y un rango del 25% al 45% o 55% en la fruta madura de acuerdo a sus parámetros previamente explicados (7), donde además de beneficiar la regulación de la glucosa en sangre al aumentar la insulina postprandial, previene la conversión de azúcar de la dieta previene el cáncer. (8), además de otros compuestos bioactivos como la rutina, el kaempferol y la quercetina, responsables de las propiedades antioxidantes, antimicrobianas y antiinflamatorias. (9).

Dado que las características organolépticas y sensoriales de un alimento juegan un rol muy decisivo en la elección, consumo y preferencia de determinados productos (10), las moléculas bioactivas, representan un objeto de interés en la alimentación y nutrición, ya que tienen el potencial de brindar opciones más saludables que los edulcorantes convencionales basados en azúcar (11), estos aditivos alimentarios comerciales, que pueden ser categorizados en base a características inherentes, valor nutricional y capacidad edulcorante y su procedencia en términos de origen (12).

Debido al fuerte poder edulcorante de la monk fruit, se requiere solo una pequeña cantidad de extracto para lograr el nivel de dulzura deseado en alimentos y bebidas, lo que facilita su uso, economía y rendimiento en un entorno cada vez más demandante (13).

Gracias a esta característica, se posiciona como una opción viable, donde las industrias buscan fuentes naturales, ofreciendo opciones bajas en calorías y eficientes tecnológicamente, con el propósito de mantenerse a vanguardia de las tendencias del mercado (14). El uso de edulcorantes naturales es ventajoso debido a la preferencia actual de los consumidores por alimentos con un atractivo natural (15), que eviten enfermedades como la obesidad, diabetes y otras patologías metabólicas vinculadas al consumo de azúcar (16), y la posterior presencia de radicales libres que oxidan y enferman al organismo (17).

El deseo de edulcorantes naturales promueve la investigación y desarrollo de estrategias futuras que reduzcan el consumo de azúcar sin afectar la percepción sensorial de los edulcorantes y su impacto en el metabolismo del organismo (16), por ello, actualmente la Food and Drug Administration (FDA) reconoce que la monk fruit es segura para todos los consumidores, incluidas las mujeres embarazadas, niños y adultos mayores (4) brindando oportunidades de industrialización y aprovechamiento de sus virtudes en la producción de alimentos y bebidas funcionales para personas obesas y diabéticas, donde puede utilizarse como agentes espesantes o edulcorante cuando se mezcla con rebaudiósido A y B (7).

Dichas oportunidades se ven reflejadas en el desarrollo e investigación realizados por varios autores como Córdor (18) quien caracterizó unas muestras procedentes de la ciudad de Esmeraldas, estudiando las propiedades fisicoquímicas y compuestos bioactivos de esta fruta, comprobando su potencial antioxidante de 477.32 μm Trolox/g en fruta fresca sin semilla. Por ello, dada la importancia que han ganado los edulcorantes naturales no calóricos, el presente estudio buscó determinar la capacidad antioxidante y edulcorante de la pulpa y semilla de monk fruit (*Synsepalum dulcificum*) a través del desarrollo de una gomita masticable testeada mediante

un panel sensorial, análisis fisicoquímicos y microbiológicos que avalen su respuesta bioactiva como producto terminado.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación de carácter experimental exploratorio, empleo muestras de pulpa de monk fruit así como pulverizado de semilla a diferentes concentraciones, formulando diferentes tratamientos en entornos controlados con el fin de determinar la capacidad antioxidante presente en unas gomitas elaboradas a partir de estas materias primas. Para ello, el presente estudio tuvo como objetivo identificar y analizar los compuestos bioactivos en tratamientos específicos elaborados con diversas concentraciones de pulpa y semilla pulverizada de monk fruit, el desarrollo experimental abarcó desde la recepción de la fruta, pasando al manejo de la pulpa acorde a estándares de inocuidad, continuando con la extracción, limpieza, secado, reducción de tamaño, tamizado y envasado del pulverizado de semilla para su posterior proceso.

Una vez terminado el tratamiento de las materias primas, se procedió a la elaboración de las gomitas formuladas con distintas proporciones de pulpa y semilla de fruta milagrosa. Para ello, se diseñaron tres tratamientos variando las cantidades de semilla y pulpa bajo parámetros de temperatura a 80 °C durante un tiempo controlados de 5-10 minutos, además de la adición de pulpa de mora como saborizante y otros componentes como sacarosa, gelatina, glucosa, agua como estabilizantes mientras que como conservantes, se adiciono sorbitol y sorbato de potasio.

Realizado el producto, se procedió con un análisis sensorial con el fin de establecer el tratamiento con mayor aceptabilidad, evaluando cuatro aspectos sensoriales de las gomitas como sabor, color, textura y aceptación general utilizando una escala de cinco niveles, una vez determinado el tratamiento estrella, se aplicaron análisis físico químicos que incluyeron humedad en función de los Requisitos de la norma NTE INEN 265: 2013 y contenido de sacarosa según AOAC 930.36, además del contenido de antioxidantes mediante técnica de DPPH a 6 patrones con las siguientes concentraciones: 0.02 mM; 0.05 mM; 0.1 mM; 0.2 mM; 0.5 mM y 2 mM en cada tratamiento. Paralelo a ello, se realizaron pruebas microbiológicas para asegurar la calidad y seguridad del producto, aplicando las Buenas Prácticas de Manufactura y verificando la ausencia de microorganismos como coliformes fecales, mohos y levaduras enfocada al cumplimiento de la Norma NTE INEN 2217:2012.

Estos análisis permitieron obtener una visión integral e inocua de las propiedades de cada formulación, donde sus parámetros fisicoquímicos y actividad antioxidante, reflejan el perfil nutricional y funcional del producto mientras que el perfil sensorial demuestra su potencial de aceptación a potenciales consumidores.

Análisis sensorial

Se determinó el tratamiento con mayor aceptabilidad sensorial mediante un panel no entrenado conformado por 30 individuos mayores de 18 años, que cumplan con parámetros básicos como ausencia de dispositivos bucofaríngeos y enfermedades del tracto respiratorio con el fin de obtener datos confiables referentes a parámetros de sabor, color y textura a través de una escala

hedónica ponderada compuesta de 5 niveles, donde varían del 1 (Me disgusta mucho), 2 (Me disgusta un poco), 3 (Ni me gusta ni me disgusta), 4 (Me gusta poco), hasta el 5 (Me gusta mucho).

Análisis estadístico

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), a 3 tratamientos propuestos empleando 30 repeticiones de acuerdo con el número de panelistas, los resultados obtenidos se tabularon a través del programa estadístico MiniTab, determinando si los tratamientos presentaron diferencia estadística mediante test de Tukey con intervalos de confianza del 95% y un análisis de varianza (ANOVA).

RESULTADOS

Obtención del pulverizado de las semillas de fruta milagrosa.

El proceso para obtener pulverizado de semillas de *Synsepalum dulcificum* consistió en varias etapas operativas y de control de calidad para garantizar un producto homogéneo. Las semillas fueron obtenidas luego del despulpado de la fruta. Posteriormente, se realizó un proceso de limpieza utilizando agua potable con el fin de eliminar residuos de pulpa u otras sustancias. Las semillas fueron luego pesadas previo a iniciar el proceso de secado, que se llevó a cabo utilizando un deshidratador con temperaturas controladas evitando el deterioro. Una vez secas, las semillas fueron sometidas a un proceso de reducción de tamaño con el uso de un molino industrial, replicando el proceso varias veces hasta obtener partículas homogéneas. El pulverizado resultante fue tamizado a través de un tamiz de 200 μm para eliminar las partículas más grandes, las cuales fueron molidas nuevamente para aumentar el aprovechamiento de la materia prima. Finalmente, el producto tamizado fue envasado en bolsas de polietileno de alta densidad, selladas al vacío. El pulverizado se almacenó en un lugar fresco y seco, protegido de la luz directa, para mantener su calidad.

Para el desarrollo de las gomitas se plantearon tres tratamientos variando los porcentajes de pulpa y semillas de fruta milagrosa: Tratamiento 1: Porcentaje de Pulpa de fruta milagrosa 15.9 %, porcentaje de semilla de fruta milagrosa: 0%. Tratamiento 2: Porcentaje de Pulpa de fruta milagrosa 0 %, porcentaje de semilla de fruta milagrosa: 15.9%. Tratamiento 3: Porcentaje de Pulpa de fruta milagrosa 7.95 %, porcentaje de semilla de fruta milagrosa: 7.95%.

Elaboración de las gomitas masticables a base de *Synsepalum dulcificum*.

La elaboración de gomitas masticables con pulpa de *Synsepalum dulcificum* implicó una serie de etapas operativas dirigidas a maximizar la calidad y seguridad del producto final. Se comenzó con la recepción e inspección de las materias primas, incluida la pulpa de fruta milagrosa, que fue previamente pasteurizada. Las materias primas fueron seleccionadas con el fin de asegurar la calidad nutricional del producto final. Los ingredientes fueron pesados acorde a los valores establecidas en los tratamientos formulados. La cocción de los ingredientes, exceptuando la pulpa de mora y el sorbato de potasio, se realizó en una marmita de acero inoxidable, alcanzando una temperatura de aproximadamente 80°C durante 5 a 10 minutos, con agitación constante para asegurar la homogeneidad de la mezcla. Luego de la cocción, se agregó la pulpa de mora como

saborizante natural y sorbato de potasio para la conservación. La mezcla caliente fue cuidadosamente vertida en moldes, donde se dejó reposar a temperatura ambiente durante 24 horas para permitir que las gomitas se solidificaran y adquirieran su forma definitiva. Las gomitas fueron desmoldadas con cuidado para evitar daños en su estructura y luego empacadas en bolsas de plástico PET. Las bolsas fueron termo selladas para garantizar un sellado hermético que protegiera el producto de la humedad. Finalmente, las gomitas envasadas fueron almacenadas a temperatura ambiente y protegido de la luz directa, hasta su consumo.

Evaluación sensorial

De las formulaciones planteadas se determinó el tratamiento de mayor aceptación a través de una prueba sensorial utilizando una escala hedónica con un grupo de panelistas entrenados acorde a lo especificado en la investigación de Palmay-Paredes et al. (19), en el panel sensorial se evaluaron 4 parámetros sensoriales calificados en una escala de 5 a 1, información que se tabuló y sometió a un análisis de varianza y posteriormente prueba Tukey al 5% de probabilidad, El análisis de aceptación general basado en los parámetros de textura, color y sabor se reflejan en la tabla 1 expuesta a continuación.

Tabla 1. Valores de aceptación sensorial general y Error Estándar

Tratamientos	Textura	Color	Sabor	Aceptación
**T1	4.03 ^b	3.40 ^a	3.27 ^a	3.80 ^a
**T2	3.77 ^a	3.67 ^b	3.27 ^a	3.83 ^a
**T3	4.60 ^c	4.47 ^c	4.53 ^b	4.67 ^b
EE	0.13	0.15	0.16	0.11

*a, b, c – Describe grupos homogéneos. $p\text{-value} \leq 0.05$.

**T1: 15.9 % Pulpa de fruta milagrosa-0% semilla de fruta milagrosa. T2: 0% de Pulpa de fruta milagrosa-15.9% semilla de fruta milagrosa. T3: 7.95% Pulpa de fruta milagrosa 7.95 % semilla de fruta milagrosa.

Como se muestra en la Tabla 1, ponderada a una escala con máximo de 5, se puede observar que, en cuanto a textura, se encontró mayor predominancia por el tratamiento 3, estableciendo diferencias significativas entre el T1 y T2 de 16.72 %. Por otra parte, el parámetro color concuerda en su aceptabilidad e inclinación con el tratamiento 3, donde T1 y T2 presentaron una diferencia significativa de 21.48 % regido por el criterio de “No me gusta ni me disgusta”. En cuanto al parámetro sabor, el tratamiento 3 confirma su aceptabilidad al presentar 4.53 de calificación por parte de los panelistas y una diferencia significativa de 23.10 %. Por último, el parámetro de aceptabilidad reitera la inclinación y gusto de los panelistas hacia el tratamiento 3 con una ponderación de 4.67 en una escala de 5 con relación a la categoría de “me gusta mucho”, y una diferencia significativa entre los tratamientos 1 y 2 con 14.71% reflejando que a los panelistas les gusto poco las muestras de estos tratamientos.

Una vez procesado los datos se reafirma la aceptabilidad demostrada hacia el tratamiento 3 cuya formulación equitativa descrita por la adición en igual proporción de 7.95% de pulpa y 7.95% de pulverizado de semilla, permitieron a los panelistas apreciar de mejor forma las características organolépticas del mismo.

Capacidad antioxidante DPPH

Se desarrolló la determinación de la capacidad antioxidante al tratamiento 3 como la formulación con mayor aceptación sensorial utilizando un medio espectrofotométrico para su correcta medición, donde los resultados de los valores IC50 fueron de 0.38 mg/mL de ácido gálico y 0.11 mg/mL en ácido ascórbico.

Tabla 2. Resultado obtenido de la capacidad antioxidante

Tratamiento	Actividad antioxidante DPPH (IC50) (Espectrofotometría)	Unidad
**T3:7.95% Pulpa de fruta milagrosa 7.95% semilla de fruta milagrosa.	0.38	mg/MI
	IC 50	
	(Ac Gálico)	
	0.11	
	IC50	
	(Ac Ascórbico)	

*Descripción de los resultados obtenidos del análisis de DPPH

**Tratamiento seleccionado por los panelistas.

Parámetros fisicoquímicos

Los resultados de los análisis fisicoquímicos se muestran en la tabla 3, donde se expresan los datos obtenidos en el análisis de humedad y contenido de sacarosa mediante técnicas certificadas aplicado al tratamiento 3 definido por los panelistas en la evaluación sensorial.

Tabla 3. Resultado del análisis físico químico

Análisis	Unidades	Resultado	Requisitos según norma NTE INEN 2217: 2012
Humedad	%	7.45	Máx 25.00
<i>Sacarosa</i>	%	68.32	Máx 50.00

Los resultados obtenidos a partir del análisis físico químico se pueden observar que en cuanto a humedad se obtuvo un valor de 7.45% lo cual refleja estar acorde a los límites permitidos por la norma en cuestión, mientras que el parámetro de sacarosa presento un contenido de 68.32% el cual sobre pasa el límite permitido de 50% establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana. En ambos casos se reporta que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) entre muestras.

Parámetros microbiológicos

El análisis microbiológico aplicado al tratamiento 3, refleja un cumplimiento total tanto para coliformes fecales en un conteo de < 3 NMP/g y < 10 ufc/g para mohos y levaduras acordes a los

requerimientos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2217:2012, como se observa en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultado del análisis microbiológico del tratamiento seleccionado

	Unidades	Resultado	Requisitos según norma NTE INEN 2217: 2012
Coliformes totales	NMP/g	<3	<3
Mohos y levaduras	UFC/g	<10	3.0×10^2

Valores obtenidos a partir del estudio microbiológico aplicado

DISCUSIÓN

El desarrollo de gomitas con actividad antioxidante, empleando la fruta milagrosa como edulcorante, arrojó diversos resultados al analizar su aceptabilidad, propiedades fisicoquímicas y características microbiológicas. Estos resultados se alinean con investigaciones previas en cuanto a la inclinación y preferencia sensorial, especialmente en los parámetros de textura, color y sabor, destacando el tratamiento 3 como el de mayor aceptabilidad. La técnica utilizada para seleccionar los 30 panelistas, basada en un filtro básico, es consistente con las actividades y propuestas de Palmay-Paredes et al. (19), quienes definieron las nociones fundamentales para establecer un panel sensorial en el análisis de productos alimenticios.

Por otro lado, el proceso de elaboración de las gomitas es similar al propuesto por Barreros (20) quien recomendó un control de temperatura de secado a 80 °C, un aspecto que también se implementó en el presente estudio. Asimismo, el uso de monk fruit como edulcorante cuenta con el respaldo de la investigación de Buchilina y Aryana (21), quienes demostraron que la adición de este extracto mejora el color, la viscosidad y la homogeneidad del producto, volviéndolo más atractivo y palatable. A su vez, Chadha et al. (22) sostienen que el uso del monk fruit como edulcorante en bases lácteas, brinda atributos negativos como amargura y astringencia cuando se asocia con estevia.

Los resultados obtenidos en el análisis de capacidad antioxidante, con valores de 0.11 mg/mL de ácido ascórbico y 0.38 mg/mL de ácido gálico, demuestran la eficacia del producto como fuente de compuestos antioxidantes activos. Estos hallazgos coinciden con la investigación de Wu et al. (23) en la que los análisis *in vitro* revelaron que los mogrósidos V, compuestos presentes en el monk fruit, mantienen una capacidad antioxidante significativa, lo que respalda su aplicación en alimentos funcionales. La capacidad antioxidante observada en este estudio es comparable a la de otras frutas utilizadas en la industria alimentaria como antioxidantes naturales, lo que resalta su aplicabilidad en la formulación de alimentos funcionales, como Can-Cauich et al. (24) quienes señalaron a las frutas tropicales como alimentos con un alto potencial antioxidante por su composición de polifenoles y flavonoides, que desempeñan un papel fundamental en la protección contra el daño celular inducido por los radicales libres. Wu et al. (23) también

observaron que el extracto de piel y pulpa de monk fruit a una concentración de 1 g/mL posee un nivel antioxidante cinco veces superior al de otras matrices, lo que sugiere su potencial como antioxidante natural de alta eficacia. Donde, de acuerdo con Younes et al. (25) este efecto es posible atribuir a los mogrósidos presentes en la fruta milagrosa, los cuales son reconocidos por su capacidad para neutralizar los radicales libres, reduciendo de esta manera el estrés oxidativo según la EFSA Panel on Food Additives and Flavourings (FAF).

En cuanto a los resultados fisicoquímicos, se observó un aumento en el contenido de sacarosa, consistente con el estudio de Hadjikinova (26). Este autor determinó que los mogrósidos V en el extracto de monk fruit, utilizados como edulcorante, tienen un poder endulzante entre 250 y 400 veces superior al de la sacarosa, lo que sugiere que la combinación de ambos ingredientes puede elevar los niveles de dulzor por encima de los límites recomendados por las normativas vigentes. Esto pone de relieve la necesidad de establecer parámetros adecuados para la dosificación de mogrósidos y sacarosa en productos que busquen combinar funcionalidad antioxidante con propiedades organolépticas mejoradas.

Por último, los resultados del análisis microbiológico indicaron que el producto estaba libre de contaminación por coliformes fecales, mohos, hongos y levaduras, lo cual respalda su seguridad microbiológica y estabilidad. Estos hallazgos son consistentes con los resultados de Buchilina y Aryana (21), quienes al emplear extracto de monk fruit como endulzante, observaron que este ingrediente ayudaba a mantener estable la flora bacteriana sin provocar crecimiento microbiano anormal. Esto sugiere que el monk fruit podría poseer propiedades que contribuyen a inhibir la proliferación de microorganismos no deseados, mejorando la estabilidad microbiológica del producto. En contraste, el estudio de Córdor (18) introdujo un endulzante adicional, lo que resultó en una alteración de los niveles de azúcares totales y provocó cambios en el perfil microbiológico del producto, posiblemente debido al aporte extra de azúcares fermentables que favorecen el crecimiento microbiano. Esto refuerza la idea de que el monk fruit, además de ser un edulcorante natural, puede desempeñar un papel en la conservación de productos alimenticios debido a su estabilidad en el entorno microbiano.

CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio demuestran que el desarrollo de gomitas formuladas con pulpa y semilla pulverizada de monk fruit representa una opción prometedora para el consumo de productos bioactivos, debido a su notable capacidad antioxidante. Este perfil antioxidante sugiere que las gomitas de monk fruit podrían contribuir a la protección contra el estrés oxidativo, lo que las hace atractivas como alimentos funcionales que además resultan apetecibles.

En cuanto al desarrollo del panel sensorial, la implementación de estrategias de selección adecuadas para los miembros del panel fue fundamental para garantizar la confiabilidad de los resultados. La elección de panelistas entrenados o capacitados en evaluación sensorial es clave, ya que la participación de personas no entrenadas o con dificultades en la percepción sensorial puede afectar negativamente la precisión de los resultados, comprometiendo la validez del análisis.

La selección del tratamiento 3 como el de mayor aceptabilidad por parte de los panelistas sugiere que una proporción equilibrada de los componentes principales, como pulpa y edulcorante, optimiza las características reológicas y organolépticas del producto, haciéndolo más atractivo para el consumidor potencial. Este equilibrio parece influir positivamente en aspectos como la textura, el sabor y la apariencia, lo que indica un alto potencial de aceptación en el mercado.

Por otra parte, el tratamiento seleccionado cumplió con los parámetros de humedad, actividad antioxidante y seguridad microbiológica requeridos, lo cual respalda su viabilidad como producto seguro y funcional. Sin embargo, se observaron alteraciones en el contenido de sacarosa, que superaban el límite recomendado. Por tanto, se sugiere evitar el uso adicional de edulcorantes en la formulación para asegurar el cumplimiento con las normativas vigentes en cuanto a niveles de edulcorantes permitidos. En conclusión, las gomitas con monk fruit muestran gran potencial como alimentos funcionales, y la formulación y metodología empleadas en su desarrollo resaltan la importancia de balancear adecuadamente los ingredientes activos y aditivos para maximizar tanto su calidad nutricional como su seguridad alimentaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Shivani, J., Thakur, B. M., Mahajan, M., Kapoor, P., Malhotra, J., Dhiman, R., & Kumar, P. (2021). Introduction, adaptation and characterization of monk fruit (*Siraitia grosvenorii*): a non caloric new natural sweetener. *Scientific Reports*, *11*, 6205. Obtenido de <https://www.nature.com/articles/s41598-021-85689-2>
2. Ban, Q., Chen, J., Sun, X., Jiang, Y., ZHao, S., Song, X., & Guo, M. (2020). Effects of a synbiotic yogurt using monk fruit extract as sweetener on glucose regulation and gut microbiota in rats with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Dairy Science*, *103*(4), 2956-2968. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2019-17700>
3. Pandey, A., & Chauchan S. Monk fruit (*Siraitia grosvenorii*) - health aspects and food applications.
4. Siddhi, I., Vrushali, T., Sanika, B., & Anuja, B. (2022). A review on: Swingle fruit (Monk fruit). *World Journal of Pharmaceutical Research*, 414701. Obtenido de https://wjpr.s3.ap-south-1.amazonaws.com/article_issue/b6c050cf9f3bea097a680a2dd5ff126d.pdf
5. Yeung, A. (2023). Bibliometric analysis on the literature of monk fruit extract and mogrosides as sweeteners. *Frontiers in Nutrition*, *10*, 253-255. doi:10.3389/fnut.2023.1253255
6. Pandey, P. (2021). Natural Sweeteners: An Alternative to Sugar. *Journal of Natural Product and Plant Resources*, *11*(4). Obtenido de <https://www.scholarsresearchlibrary.com/articles/natural-sweeteners-an-alternative-to-sugar.pdf>
7. Massoud, M., & Hashem, S. (2023). Utilization of Monk Fruit Sweetener as A Promising Sugar Substitute in Preparing Sugar Free Syrup for Popular Desserts. *Egyptian Journal of Food Science*, *51* (2), 165-178. Obtenido de https://ejfs.journals.ekb.eg/article_307495_d59efe70f1411ebf6b3369f450882a94.pdf
8. Suri, S., Kathuria, D., Mishra, A., & Sharma, R. (2020). Phytochemical composition and pharmacological impact of natural non-calorie sweetener- monk fruit (*Siraitia grosvenorii*): A review. *Nutrition & Food Science*, 2-14. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/NFS-09-2020-0350>

9. Swiąder, K., Wegner, K., Piotrowska, A., Tan, F., & Sadowska, A. (2019). Plants as a source of natural high-intensity sweeteners: a review. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 92, 160 - 171. doi:10.5073/JABFQ.2019.092.022
10. Forde, C. G. (2018). From perception to ingestion; the role of sensory properties in energy selection, eating behaviour and food intake. *Food Quality and Preference*, 66, 171-177. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329318300582>
11. Maia, R., Dos Santos, I., Fernandes, A., Ferreira, N., Medeiros, R., & Araujo, M. (2023). Miraculin-based sweeteners in the protein-engineering era: an alternative for developing more efficient and safer products. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 2-10. doi:<https://doi.org/10.1080/07391102.2023.2262589>
12. Corocho, M., Morales, P., & Ferreira, E. (2017). Sweeteners as food additives in the XXI century: A review of what is known, and what is to come. *Food and Chemical Toxicology*, 107(A), 302-317. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.06.046>
13. Harshita, K. (2023). Monk fruit (*Siraitia grosvenorii*): A comprehensive review of its sweetness, health benefits, and applications as a natural sweetener. *The Pharma Innovation Journal*, 12(6), 3007-3012. Obtenido de <https://www.thepharmajournal.com/archives/2023/vol12issue6/PartAI/12-6-289-851.pdf>1554–1583. doi:10.1111/1541-4337.12703
14. Muñoz, A., Hernandez, O., & Moreno, J. (2023). A review of the state of sweeteners science: the natural versus artificial noncaloric sweeteners debate. *Stevia rebaudiana* and *Siraitia grosvenorii* into the spotlight. *Critical Reviews in Biotechnology*, 2-24. doi:10.1080/07388551.2023.2254929
15. Pereira, C., Pereira, D., & André, H. (2022). The Influence of the Presence of Sweeteners to Substitute Sucrose in Yogurts: A Review. *Journal of Culinary Science & Technology*, 2-17. doi:<https://www.tandfonline.com/action/showCitFormats?doi=10.1080/15428052.2022.2040676>
16. Mora, M., & Dando, R. (2021). The sensory properties and metabolic impact of natural and synthetic sweeteners. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20, 1554–1583. doi:10.1111/1541-4337.12703
17. Adwas, A., Azab, A., & Elsayed, A. (2019). Oxidative stress and antioxidant mechanisms in human body. *Journal of applied biotechnology & bioengineering*, 6(1). Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Azab-Azab/publication/331287732_Oxidative_stress_and_antioxidant_mechanisms_in_human_b](https://www.researchgate.net/profile/Azab-Azab/publication/331287732_Oxidative_stress_and_antioxidant_mechanisms_in_human_body/links/5c9fd648a6fdccd460458f65/Oxidative-stress-and-antioxidant-mechanisms-in-human-body.pdf)ody/links/5c9fd648a6fdccd460458f65/Oxidative-stress-and-antioxidant-mechanisms-in-human-body.pdf
18. Córdor, S. (2019). *Caracterización de compuestos bioactivos, físicos y químicos del fruto milagroso (Synsepalum dulcificum) para aplicaciones agroindustriales. Tesis de pre grado.* Quito: Universidad de las Américas.
19. Palmay-Paredes, J., Paz-Yépez, C., Medina-Galarza, G., Guerra, R., Campuzano, A., & Hernandez, C. (2023). Training of A sensory panel and its correlation with instrumental methods: Texture of a pseudo plastic. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 11(3), 1374–1385. doi:<https://doi.org/10.12944/crnfsj.11.3.36>

20. Barreros, J. (2022). *Elaboración de un proyecto de factibilidad para la instalación de una microempresa de gomitas nutricionales en el cantón Salcedo*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
21. Chadha, D., Hamid, N., Kantono, K., & Marsa, M. (2022). Changes in temporal sensory profile, liking, satiety, and postconsumption attributes of yogurt with natural sweeteners. *Journal of Food Science*, 87(7). doi:<http://dx.doi.org/10.1111/1750-3841.16224>
22. Buchilina, A., & Aryana, K. (2021). Physicochemical and microbiological characteristics of camel milk yogurt as influenced by monk fruit sweetener. *Journal of Dairy Science*, 104(2), 1484–1493. Obtenido de <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18842>
23. Wu, J., Jian, Y., Wuan, H., Huang, H., Gong, L., Liu, G., Wang, W. (2022). A Review of the Phytochemistry and Pharmacology of the Fruit of *Siraitia grosvenorii* (Swingle): A Traditional Chinese Medicinal Food. *Molecules*, 27(19), 6618. doi:<https://doi.org/10.3390/molecules27196618>
24. Can-Cauich, C. A., Sauri-Duch, E., Betancur-Ancona, D., Chel-Guerrero, L., González-Aguilar, G. A., Cuevas-Glory, L. F., & Moo-Huchin, V. M. (2017). Tropical fruit peel powders as functional ingredients: Evaluation of their bioactive compounds and antioxidant functional ingredients: Evaluation of their bioactive compounds and antioxidant activity.
25. EFSA Panel on Food Additives and Flavourings (FAF).; Younes, M., Aquilina, G., Engel, K. H., Fowler, P., Frutos Fernandez, M. J., & Castle, L. (2019). Safety of use of Monk fruit extract as a food additive in different food categories. *EFSA Journal*, 17(12).
26. Hadjikinova, R. (2021). Monk like sweetener – a review. (págs. 27-31). Plovdiv: Universidad de Tecnologías Alimentarias. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/357832726_MONK_LIKE_SWEETENER_-_A_REVIEW