



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JABCOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL

**USO DE LA FRUTA MILAGROSA (*Synsepalum
dulcificum*) EN EL DESARROLLO DE UNA GOMITA
MASTICABLE CON ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE**

TRABAJO EXPERIMENTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
INGENIERO AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL

AUTOR
RUIZ GUZMAN KARIEL ADRIAN

TUTORA
LCDA. CAROLINA PAZ YÉPEZ PHD.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2023



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JABCOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, CAROLINA PAZ YÉPEZ, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **“USO DE LA FRUTA MILAGROSA (*SYNSEPALUM DULCIFICUM*) EN EL DESARROLLO DE UNA GOMITA MASTICABLE CON ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE”**, realizado por el estudiante **RUÍZ GUZMÁN KARIEL ADRIÁN**; con cédula de identidad **N° 0706402328** de la carrera **INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL** de la Facultad de Ciencias Agrarias “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz”, Campus Universitario “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz” Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

PhD. CAROLINA PAZ YÉPEZ
DIRECTOR DE TESIS

Guayaquil, 17 de mayo del 2023



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JABCOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“USO DE LA FRUTA MILAGROSA (*Synsepalum dulcificum*) EN EL DESARROLLO DE UNA GOMITA MASTICABLE CON ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE”**, realizado por el estudiante RUÍZ GUZMÁN KARIEL ADRIÁN, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Daniel Borbor Suarez
PRESIDENTE

Ec. Alex Ibarra Velásquez
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Yoansy García Ortega
EXAMINADOR PRINCIPAL

PhD. Carolina Paz Yepez
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 27 de febrero del 2023

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por darme la vida, las ganas de seguir adelante a pesar de las adversidades y así seguir luchando por mis sueños y a mis padres German Ruíz y Yenny Guzmán por todos sus sacrificios y amor incondicional en cada paso de mi vida, a mi abuelita Eddita que siempre me exigía que estudie para sacar el título, ella estuvo allí desde el inicio hasta el final de mis estudios, también a mi enamorada Shairy que me brindo su amor y me alentaba en todo momento para poder cumplir mis objetivos, gracias porque sin ustedes no hubiera sido posible llegar a cumplir esta meta, por permitirme dar este gran paso en mi vida y contribuir a mi formación profesional.

Agradecimiento

Primero a Dios, padre celestial, por brindarme la valiosa oportunidad de alcanzar este logro mediante su maravillosa e infinita sabiduría y poder, a mis padres, abuelita que me ayudaron en los momentos de dificultad durante el desarrollo de mi etapa estudiantil, por permitirme culminar una meta importante en mi vida, gracias por los consejos, el aliento ya que sin ello no estuviese cumpliendo mis objetivos, por la formación y principios otorgados que me hicieron una persona de bien, gracias papás.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, **RUÍZ GUZMÁN KARIEL ADRIÁN**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“USO DE LA FRUTA MILAGROSA (*Synsepalum dulcificum*) EN EL DESARROLLO DE UNA GOMITA MASTICABLE CON ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE”** para optar el título de **INGENIERO AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 17 de mayo del 2023

.....

RUÍZ GUZMÁN KARIEL ADRIÁN

C.I. 0706402328

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Índice general	7
Índice de tablas	11
Índice de figuras.....	13
Resumen	14
Abstract.....	15
1. Introducción.....	16
1.1 Antecedentes del problema.....	16
1.2 Planteamiento y formulación del problema	17
1.2.1. Planteamiento del problema.	17
1.2.2. Formulación del problema.	18
1.3 Justificación de la investigación.....	18
1.4 Delimitación de la investigación	19
1.5 Objetivo general	19
1.6 Objetivos específicos.....	19
2. Marco teórico.....	20
2.1 Estado del arte.....	20
2.2 Bases teóricas	23
2.2.1. Fruta milagrosa (<i>Synsepalum dulcificum</i>).	23

2.2.1.1. Definición.	23
2.2.1.2. Origen.	24
2.2.1.3. Taxonomía.	25
2.2.1.4. Características nutricionales.	25
2.2.1.5. Características fisicoquímicas.	26
2.2.1.6. Características medicinales.	26
2.2.2. Gomas.	27
2.2.2.1. Definición.	27
2.2.2.2. Principales componentes.	28
2.2.2.3. Usos.	29
2.2.3. Glucoproteína miraculina.	30
2.2.3.1. Definición.	30
2.2.3.2. Composición y estructura de la miraculina.	31
2.2.3.2. Métodos analíticos de determinación de concentración.	32
2.2.3.3. Importancia como edulcorante no calórico.	32
2.2.4. Edulcorantes.	33
2.2.4.1. Clasificación de los edulcorantes.	33
2.2.4.2. Metodología analítica para determinación de la capacidad edulcorante.	34
2.2.4.3. Edulcorantes en alimentos.	35
2.2.4.4. Índice glucémicos y relación con edulcorantes.	36
2.3 Marco legal.....	37
3. Materiales y métodos.....	38
3.1 Enfoque de la investigación.....	38
3.1.1. Tipo de investigación.	38
3.1.2. Diseño de investigación.	38

3.2.1. Variables.	38
3.2.1.1. <i>Variable independiente.</i>	38
3.2.1.2. <i>Variable dependiente.</i>	39
3.2.2. Tratamientos.	39
3.2.3. Diseño experimental.	39
3.2.4. Recolección de datos.	40
3.2.4.1. <i>Recursos.</i>	40
3.2.4.2. <i>Métodos y técnicas.</i>	42
3.2.5. Análisis estadístico.	49
4. Resultados... ..	59
4.1 Desarrollo de tres tratamientos de gomitas masticables empleando diferentes concentraciones de pulpa y pulverizado de semilla de fruta milagrosa (<i>Synsepalum dulcificum</i>) las mismas que serán evaluadas mediante un panel sensorial para su grado de aceptabilidad.....	59
4.4.1. Textura.	60
4.4.2. Sabor.	62
4.4.3. Color.	64
4.4.4. Aceptación general.	66
4.2 Determinación de la capacidad antioxidante empleando el método DPPH al tratamiento de mayor aceptación sensorial.....	68
4.3 Análisis de los parámetros físicos (humedad y contenido de sacarosa) y microbiológicos (coliformes fecales, mohos y levaduras) del tratamiento con mayor aceptación sensorial, según la norma NTE INEN 2217	70
4.3.1. Parámetros físicos.	70
4.3.2. Parámetros microbiológicos.	70

5. Discusión.....	72
6.Conclusiones.....	77
7. Recomendaciones	78
8. Bibliografía.....	69
9. Anexos	80
5.1 Anexo 1. Fruto milagroso	80
5.2 Anexo 2. Formulario de evaluación sensorial	87
5.3 Anexo 3. Informe de resultados obtenidos en las tres muestras del T3 92	
5.4 Anexo 4. Datos estadísticos de prueba ANOVA y Tukey al 5%.....	104
5.5 Anexo 5. Norma Técnica INEN 2217	103

Índice de tablas

Tabla 1. Composición de los tratamientos de gomitas	39
Tabla 2. Análisis ANOVA para DCA balanceado	50
Tabla 3. Análisis de la varianza.....	52
Tabla 4. Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)	52
Tabla 5. Análisis estadístico – textura.....	52
Tabla 6. Análisis de la varianza.....	53
Tabla 7. Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)	54
Tabla 8. Análisis estadístico – sabor	54
Tabla 9. Análisis de la varianza.....	55
Tabla 10. Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)	55
Tabla 11. Análisis estadístico – color	55
Tabla 12. Análisis de la varianza.....	56
Tabla 13. Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III).....	57
Tabla 14. Análisis estadístico – aceptación general.....	57
Tabla 15. Cuadro comparativo de la capacidad antioxidante	59
Tabla 16. Análisis físicos.....	59
Tabla 17. Análisis microbiológicos	60
Tabla 18. Taxonomía de fruta milagrosa (<i>Synsepalum dulcificum</i>)	81
Tabla 19. Análisis proximal de <i>Synsepaum dulcificum</i>	81
Tabla 20. Contenido de vitaminas en fruta milagrosa	82
Tabla 21. Contenido de minerales en fruta milagrosa	82
Tabla 22. Contenido de aminoácidos en fruta milagrosa	83
Tabla 23. Compuestos antinutrientes en <i>Synsepalum dulcificum</i>	83
Tabla 24. Propiedades fisicoquímicas de fruta milagrosa	83

Tabla 25. Formulación típica para gomita a base de gelatina	84
Tabla 26. Atributos de varios hidrocoloides usados en gomitas.....	84
Tabla 27. Técnicas de cuantificación de miraculina	85
Tabla 28. Edulcorantes naturales y artificiales	85
Tabla 29. Clasificación de edulcorantes según su intensidad edulcorante	85
Tabla 30. Técnicas analíticas de determinación de edulcorantes	86
Tabla 31. Valor IG de edulcorantes.....	86
Tabla 32. Requisitos físicos para gomitas.....	37
Tabla 33. Requisitos microbiológicos para gomitas	37
Tabla 34. Test de aceptabilidad – Textura	88
Tabla 35. Test de aceptabilidad – sabor	89
Tabla 36. Test de aceptabilidad – color	90
Tabla 37. Test de aceptabilidad – aceptación general	91

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo de la obtención del pulverizado de semillas de fruta milagrosa (<i>Synsepalum dulcificum</i>).....	2
Figura 2. Diagrama del proceso de elaboración de gomitas.	2
Figura 3. Gráfica estadística de la textura.....	2
Figura 4. Gráfica estadística del sabor.....	2
Figura 5. Gráfica estadística del color	2
Figura 6. Gráfica estadística de la aceptación general.....	2
Figura 7. Fruto milagroso con piel, sin piel y semilla.....	2
Figura 8. Forma monomérica de miraculina.....	2
Figura 9. Variables a medir del producto en estudio, según las características organolépticasdel mismo.....	2
Figura 10. Datos obtenidos de la evaluación sensorial de la textura	2
Figura 11. Datos obtenidos de la evaluación sensorial del sabor	2
Figura 12. Datos obtenidos de la evaluación sensorial del color.....	2
Figura 13. Datos obtenidos de la evaluación sensorial del color.....	2
Figura 14. Resultados de los análisis de sacarosa, humedad, coliformes totales, hongos y levadura.....	2
Figura 15. Resultados de los análisis de sacarosa, humedad, coliformes totales, hongo y levadura.....	2
Figura 16. Ingredientes para procesamiento del producto	2
Figura 17. Secado del producto en proceso.....	2
Figura 18. Molido	2
Figura 19. Pesado de ingredientes	2
Figura 20. Mezclado de ingredientes	2
Figura 21. Medición de la temperatura.....	2
Figura 22. Moldeado	2

Figura 23. Reposo.....	2
Figura 24. Obtención del producto final.....	2
Figura 25. Empaquetado.....	2
Figura 26. Test Sensorial de textura	2
Figura 27. Test Sensorial del olor	2
Figura 28. Test Sensorial de la aceptación general	2
Figura 29. Análisis sensorial - textura	2
Figura 30. Análisis sensorial - sabor	2
Figura 31. Análisis sensorial - color	2
Figura 32. Análisis sensorial - aceptación general	2
Figura 33. Norma Técnica INEN 2017	2

Resumen

La presente investigación permitió obtener un producto novedoso utilizando la fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*) en el desarrollo de una gomita masticable con actividad antioxidante. La metodología fue de tipo experimental en la cual se emplearon tres tratamientos variando los porcentajes de la materia prima utilizada (fruta milagrosa y pulverizado de las semillas), se realizó un análisis sensorial mediante una escala hedónica del 1 al 5 donde se determinó que el tratamiento de mayor aceptación evaluados por 30 panelistas no entrenados fue el T3 (7,95 % pulpa de fruta milagrosa y 7,95 % semilla de fruta milagrosa). También se determinó la capacidad antioxidante mediante el método DPPH donde se observó que una gran parte de la capacidad antioxidante de este ingrediente (fruta milagrosa) posee ácido gálico (0.38 mg/mL) y ácido ascórbico (0.11 mg/mL) los cuales representan cantidades importantes dentro de esta fruta, favoreciendo la disminución de radicales libres y oxidantes, por ello, la suplementación de antioxidantes podría ser beneficiosa tanto para la producción como para el consumo, se analizaron las características físico – químicas (porcentaje de humedad y de sacarosa). con respecto al porcentaje de sacarosa se obtuvieron resultados diferentes a los valores indicados en la norma NTE INEN 2217: 2012. Se determinaron las características microbiológicas (coliformes totales, mohos y levaduras) donde se obtuvieron valores que se encontraron dentro de los parámetros, según la norma NTE INEN 2217:2012. Como conclusión, la gomita masticable obtenida cumple con las normas de sanidad e higiene garantizando de manera óptima la calidad del producto.

Palabras claves: Antioxidantes, DPPH, fruta milagrosa, gomita, radicales libres.

Abstract

This current research allowed obtaining a novel product using the miraculous fruit (*Synsepalum dulcificum*) in the development of a chewy gummy with antioxidant activity. The methodology was of experimental type in which three treatments were used varying the percentages of the raw material used (miracle fruit and pulverized seeds), a sensory analysis was carried out using a hedonic scale from 1 to 5 where it was determined that the treatment of greater acceptance evaluated by 30 untrained panelists was T3 (7.95 % miracle fruit pulp and 7.95 % miracle fruit seed). The antioxidant capacity was also determined by the DPPH method where it was observed that a large part of the antioxidant capacity of this ingredient (miracle fruit) possesses gallic acid (0.38 mg/mL) and ascorbic acid (0.11 mg/mL) which represent important quantities within this fruit, favoring the reduction of free radicals and oxidants, therefore, the supplementation of antioxidants could be beneficial for both production and consumption, the physical-chemical characteristics were analyzed (percentage of moisture and sucrose) with respect to the percentage of sucrose results different from the values indicated in the NTE INEN 2217: 2012 standard were obtained. Microbiological characteristics (total coliforms, molds and yeasts) were determined and values were obtained that were within the parameters according to NTE INEN 2217: 2012. In summary the chewing gum obtained meets the sanitary and hygienic standards, guaranteeing optimal product quality.

Key words: Antioxidants, DPPH, miraculous fruit, gummies, free radicals.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

Los edulcorantes son sustancias capaces de endulzar alimentos, bebidas y constituyen uno de los grupos más importantes de los aditivos alimentarios. El poder del edulcorante es mayor que el azúcar, por lo que se necesita menos cantidades (Gil-Campos, Gonzáles, Martín y de la Asociación, 2015).

De acuerdo a su origen, los edulcorantes se dividen en dos grupos: naturales y artificiales. Los edulcorantes artificiales, también son conocidos como edulcorantes no nutritivos (NNS), edulcorantes intensos, proveen un dulzor más intenso y bajas calorías, se usan en productos dietéticos, y en productos como bebidas (Gil-Campos, Gonzáles, Martín y de la Asociación, 2015).

El aumento en la incidencia de diabetes, obesidad y síndrome metabólico han llevado a un cambio constante en el uso de edulcorantes bajos en calorías, ya que estos no afectan negativamente al control glucémico en personas sanas ni diabéticas (Sharma, Amarnath, Thulasimani y Ramaswamy, 2016).

La *Stevia rebaudiana* en particular es un aditivo alimentario bajo en calorías y es valorada en todo el mundo debido a su composición rica en glucósidos llamado esteviósido cuyo poder edulcorante en estado puro y cristalino es 300 veces mayor que el azúcar de caña, este aditivo reduce hasta el 35% los niveles de glucosa en la sangre (Martínez, 2015).

El fruto milagroso (*Synsepalum dulcificum*) es un arbusto de 3 a 5 m de altura, crece en climas cálidos y húmedos con un pH de <5,8. Este fruto produce bayas de color rojizo de aproximadamente 2 a 2.5 cm de largo (Martínez, 2015). Según Martínez, Periago y Navarro (2016), la baya posee una glicoproteína llamada miraculina, cuya función es convertir los alimentos ácidos en dulces luego de

ingerirlos durante 60 minutos, esta proteína enlaza las papilas gustativas enmascarando los sabores ácidos y amargos.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1. Planteamiento del problema.

El azúcar es un carbohidrato que no tiene valor nutricional, aumenta las calorías, genera hiperactividad, aumenta el peso, y esto puede producir diabetes, esta enfermedad antes mencionada se pueden evitar cambiando los hábitos alimenticios, dando paso a los edulcorantes como una alternativa.

Los edulcorantes naturales incrementaron de forma significativa debido a la demanda de productos, catalogados bajo el perfil de cero calorías, la razón de esta creciente necesidad radica en los consumidores que ahora son más conscientes en su salud lo que implica controlar el aporte calórico de los alimentos (Pastoriza y Villamar, 2015).

La incorporación de un edulcorante innovador es fundamental por lo que no incrementa los niveles de azúcar en la sangre, debido a que no contiene calorías y lo único que hace es estimular especialmente las papilas gustativas al tener contacto con los receptores del sabor dulce (Hartel, von Elbe y Hofberger, 2018).

Los receptores del gusto (hT1R2-hT1R3) son un complejo heteromérico compuesto por dos sub-unidades T1R2 y T1R3, son receptores adaptados a proteínas (GPCR). Cada subunidad tiene una gran propiedad amino-terminal (ATD) unido por un dominio extracelular rico en cisteína (CRD) a una propiedad helicoidal de siete transmembranas (TMD). hT1R2 – hT1R3 responde a una extensa variedad de sustancias químicas que incorporan azúcares naturales (glucosa, sacarosa, fructosa y alcoholes de azúcar), D-aminoácidos (D-triptófano y D-fenilalanina) y glucósidos (esteviósido y glicirricina). Además, las proteínas modificadoras del

gusto de origen natural, como la neoculina y la miraculina, también se unen a los receptores del gusto (hT1R2 – hT1R3).

Esta investigación se basó de la incorporación de la fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*) para el desarrollo de una gomita masticable. Este ingrediente activo se utilizó en el desarrollo de una golosina con el fin de reducir el consumo de azúcar, el cual beneficiaría a todo tipo de personas.

1.2.2. Formulación del problema.

¿La incorporación de la fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*) permitió convertir una gomita masticable con actividad antioxidante?

1.3 Justificación de la investigación

La presente investigación se realizó con la finalidad de incorporar la fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*) en el desarrollo de una golosina. Su compuesto activo de dulzor se une directamente al receptor del sabor dulce, se vuelve antagonista del sabor ácido, la solución de pH ácido se vuelve neutra, causando una sensación de dulzor durante un tiempo determinado.

El consumo de azúcares libres es mayor de lo recomendado, por esta razón las personas optan por reemplazar en su dieta opciones que contienen edulcorantes naturales, proporcionando el mismo placer que el azúcar común. Adicional a su efecto a nivel de dulzor, estos productos también se emplean como compuestos beneficiosos para la salud (Cavagnari, 2019).

La finalidad de esta investigación fue emplear el componente activo miraculina presente en la pulpa de la fruta milagrosa y las semillas con la intención de ofrecer alternativas frente al uso de los edulcorantes, sean estos de origen natural o sintético, los cuales están asociados con efectos adversos a la salud de quienes los consumen. Además, con la incorporación de la pulpa de la fruta milagrosa y su

semilla se buscó aprovechar las propiedades antioxidantes presentes en dichos componentes, de esta manera, también se buscó obtener un producto que aleje la tradicional noción de que las gomitas son alimentos que carecen de beneficios nutricionales.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Esta investigación se realizó en la ciudad de Guayaquil en los laboratorios de la Universidad Agraria del Ecuador.
- **Tiempo:** La duración fue de 6 meses.
- **Población:** Esta investigación fue dirigida al público en general.

1.5 Objetivo general

Emplear la pulpa y semillas de la fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*) como edulcorantes para el desarrollo de una gomita masticable.

1.6 Objetivos específicos

- Desarrollar tres tratamientos de gomitas masticables empleando diferentes concentraciones de pulpa y pulverizado de semilla de fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*) las mismas que serán evaluadas mediante un panel sensorial para su grado de aceptabilidad.
- Determinar la capacidad antioxidante empleando el método DPPH al tratamiento de mayor aceptación sensorial.
- Analizar los parámetros físicos (humedad y contenido de sacarosa) y microbiológicos (coliformes fecales, mohos y levaduras) del tratamiento con mayor aceptación sensorial, según la norma NTE INEN 2217.

1.7 Hipótesis

La fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*) logró ser considerada como una alternativa para el desarrollo de una gomita masticable.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Cóndor (2019) determinó las características físicas (diámetro polar, diámetro longitudinal y peso) químicas (acidez, pH y humedad) y compuestos bioactivos del fruto milagroso (*Synsepalum dulcificum*) para su aprovechamiento agroindustrial. Los frutos fueron recolectados en la provincia de Esmeraldas, se separó la parte comestible (pulpa) de las semillas y la piel del fruto, se sometió a un proceso de liofilización para reducir el contenido de agua a la vez de facilitar su preservación y análisis. Entre los resultados destacan: pH = 3.81; acidez = 0.41 % (expresado como ácido cítrico) y humedad = 83.37% (base fresca) y una elevada cantidad de polifenoles totales (34.64 mg ácido gálico/g), además de una considerable capacidad antioxidante (477.32 μ m Trolox/g).

Charoen, Savedboworn, Phuditcharnchnakun y Khuntaweeetap (2015) estudiaron la capacidad antioxidante de nueve tratamientos de gomitas elaboradas a partir de gelatina 240 bloom, agua, azúcar, jarabe de glucosa 40DE y solución de ácido cítrico al 50 % incorporando tres concentraciones (10; 13,33 y 16,7 mL) de extracto etanólicos de hojas de guayaba (*Psidium guajava*) en su formulación. Entre sus resultados se destaca la actividad antioxidante total (AAT) de los tratamientos, los cuales variaron desde 84,10 hasta 91,85 μ mol/mL.

Ortiz (2020) evaluó el potencial de usar el liofilizado de la fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*) como materia prima en la elaboración de una gelatina hipocalórica. Se sometieron las frutas a un proceso de liofilización, posteriormente fueron pulverizadas y tamizadas, obteniendo un polvo de características similares a la harina. Se desarrollaron tres tratamientos, donde el factor de variación fue el contenido de pulpa liofilizada de fruta milagrosa (1, 2 y 3 g/100 g de producto). Los

resultados de la evaluación sensorial mostraron que el tratamiento que incorporaba 2 g de pulpa liofilizada de fruta milagrosa en su composición fue la que presentó la mayor aceptación. El tiempo de vida útil estimado del producto obtenido es aproximadamente 1 mes.

He, Tan, Lai y Ariff (2015) estudiaron la optimización de condiciones, empleando cromatografía de afinidad de iones metálicos inmovilizados (IMAC – por sus siglas en inglés) para la extracción y purificación de miraculina a partir de la fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*). Para el estudio se utilizó solamente la pulpa de frutas seleccionadas, descartando la piel y las semillas. La pulpa obtenida se sometió a un proceso de liofilización, luego se pulverizó hasta alcanzar una textura y consistencia similar a la harina empleando una licuadora. El pulverizado de pulpa liofilizada se mantuvo en envases herméticos a una temperatura de -30 °C previo a su utilización en las etapas de extracción y purificación de miraculina. Para la etapa de extracción, se homogenizó durante 2 min una suspensión formada por 40 g de agua destilada y 4 g del pulverizado de pulpa. Posteriormente, el homogenizado fue centrifugado a 12000 g durante 30 min. El sobrenadante fue descartado y el sedimento fue homogenizado durante 2 min en 30 mL de solución buffer. El homogenizado se centrifugó a 12000 g durante 20 min, el sobrenadante fue recolectado y almacenado en tubos cónicos Falcon a -30 °C.

En otra investigación, se evaluaron las propiedades nutricionales y antioxidantes de la pulpa de fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*). Se obtuvo la pulpa pulverizada, previamente se separó la parte comestible (pulpa) de la piel y semillas, y la pulpa se sometió a un proceso de liofilización, molienda y tamizado. Entre los resultados más destacables se encuentra su alto contenido de vitamina C y

contenido de fenoles totales lo que le proporciona una elevada capacidad antioxidante (He et al., 2016).

Fazilah, Ariff, Khayat y Halim (2019) examinaron el potencial de extractos de fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*) en la elaboración de yogurt enfocado en personas diabéticas. Los autores emplearon extractos liofilizados de pulpa, hojas y semillas de esta fruta. El proceso de liofilización se realizó durante 48 h con la excepción de las hojas, las cuales se deshidrataron mediante un horno de convección a 50 °C durante 24 h. Cada muestra fue finamente molida y tamizada hasta obtener un polvo con tamaño de partícula muy reducido, de características similares a la harina. Los extractos de cada una de las muestras fueron obtenidos al combinar una relación de 1:10 (p:v), pulpa y agua destilada. Las soluciones fueron incubadas en una bañera a una temperatura de 50 °C durante 16 h, posteriormente fueron filtrados empleando papel filtro No. 5 Whatman. El filtrado fue recolectado y centrifugado a 6000 g durante 10 min. Se recuperó el sobrenadante y se descartó la parte sólida.

Martínez (2016) en su trabajo de investigación estipulo que existe un amplio número de métodos para evaluar capacidad antioxidante in vitro, uno de esos métodos para evaluar la capacidad antioxidante de una muestra es el método DPPH, sin embargo, existen marcadores del daño oxidativo a biomoléculas los resultados in vivo siguen siendo contradictorios. Por ello, destaco que el estudio de una metodología para evaluar ingredientes funcionales antioxidantes, considerando aspectos como el modo de extracción, posibles interferencias en los métodos más comunes y la expresión de resultados como el DPPH una metodología donde se aplica a un posible ingrediente funcional, el autor experimentó la capacidad antioxidante utilizando la fibra antioxidante de uva,

obteniendo una cantidad importante de antioxidantes (catequinas, seguidos de los ácidos benzoicos, flavonoles y antocianidinas).

Morella (2019) en su investigación definió la importancia de consumir alimentos funcionales, por ello desarrollo un snack deshidratado, la investigación incluye el análisis del flujo de proceso del snack deshidratado, la determinación del porcentaje de humedad, tiempo de deshidratación y tiempo de vida útil, así como la evaluación microbiológica del producto final, teniendo como resultados los siguientes valores: aerobios mesófilos 1.0×10^4 ufc/g, coliformes totales <3 , mohos y levaduras 3.0×10^2 ufc/g. Por consiguiente, la población microbiana se mantuvo dentro de los límites establecidos por la Norma técnica NTE INEN 2217:2012. Requisitos para las gomitas.

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*).

2.2.1.1. Definición.

La fruta milagrosa es una baya con una forma ovalada de 3 cm aproximadamente (ver anexo 1) (figura 7). Los frutos presentan un color verde cuando se encuentran inmaduros, a medida que la madurez se presenta, adquieren una tonalidad rojo fuego. La planta de donde se obtienen los frutos es un arbusto que se desarrolla en climas cálidos, alcanzando una altura de hasta 10 m, y que empiezan a producir frutos a los 10 años de haber sido plantados. Las plantas producen en promedio 50 frutas por árbol y se cosechan alrededor de cada 3 meses (Terán, 2015).

A las frutas se les atribuye un alto contenido de azúcares en su composición, lo que otorga su sabor dulce. No obstante, los frutos de *Synsepalum dulcificum* no son enormemente dulces, sino que la presencia de una glucoproteína, denominada

miraculina, otorga la particularidad de volver dulces los alimentos ácidos luego de haber sido ingeridos. No existen reportes de efectos adversos, por lo que se considera seguro su consumo (Martínez, Periago y Navarro, 2016).

Synsepalum dulcificum ha sido referida bajo diferentes nombres: *Bumelia dulcifica*, *Sideroxylon dulcificum*, *Bakeriella dulcificum* y *Richardella dulcificum*. La denominación de 'fruta milagrosa' se atribuye a viajeros europeos quienes experimentaron los efectos de modificación del gusto o sabor luego de su consumo hace más de 100 años atrás. Luego que las bayas de la planta son consumidas, los sabores amargos son reducidos y enmascarados con una sensación de dulzor. El efecto que produce es dramático, por ejemplo, los limones que presentan un sabor altamente ácido pueden ser ingeridos como si fueran naranjas u otra fruta, sin experimentar el gusto intensamente ácido característico de estas frutas (Masterton, 2013).

Algunos de los nombres comunes con la que se conoce a *Synsepalum dulcificum* son: fruta(o) milagrosa(o), baya milagrosa, baya mágica, baya dulce (Ebert, Astorga, Ebert, Mora y Umaña, 2007).

2.2.1.2. Origen.

Varios autores indican que la fruta milagrosa es una especie nativa del continente africano (Huang et al., 2012; Achigan-Dako et al., 2015).

Específicamente, se menciona que es originaria de África del Oeste, y muy probablemente de la región comprendida por Benín, Ghana, Nigeria y Togo (Lim, 2013).

Existen evidencias que datan del siglo XVIII y XIX donde se describe frutos de características similares a *Synsepalum dulcificum* hallados en Benín, como su lugar

de origen. Mientras que otros autores señalan a Ghana como el centro de su origen (Swenson et al., 2008).

En la actualidad se encuentra distribuida por todo el continente africano además de Estados Unidos, Australia, Asia y Latinoamérica. En Ecuador se menciona que esta fruta fue introducida en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas hace más de 20 años (Tapia, 2014).

2.2.1.3. Taxonomía.

La taxonomía de una especie facilita su identificación y estudio de sus características. En la tabla 1 (ver anexos 9), se observa la clasificación taxonómica de la fruta milagrosa:

2.2.1.4. Características nutricionales.

La composición proximal de cualquier alimento proporciona una noción de los beneficios nutricionales que potencialmente se derivan de su consumo. En la tabla 2 (ver anexos 9) se observa los resultados del análisis proximal de pulpa y hojas de fruta milagrosa:

Las vitaminas son micronutrientes esenciales para diferentes procesos metabólicos en los organismos. En la tabla 3 (ver anexos 9), se presentan el contenido de las principales vitaminas en *Synsepalum dulcificum*:

Los minerales constituyen importantes nutrientes esenciales para el mantenimiento de ciertos procesos fisicoquímicos que son esenciales para la vida. En la tabla 4 (ver Anexos), se manifiesta el contenido de los principales minerales presentes en la pulpa y las hojas de *Synsepalum dulcificum*:

Los aminoácidos tienen una elevada importancia por el rol que cumplen en diferentes procesos bioquímicos. En la tabla 5 (ver anexos 9), se observa el perfil de aminoácidos en *Synsepalum dulcificum*:

Los anti nutrientes son compuestos químicos indeseables presentes de manera natural en las plantas, impiden la absorción de nutrientes en humanos; fitatos y oxalatos son particularmente conocidos por formar quelatos con elementos minerales, por lo tanto, originan compuestos poco solubles que no son fácilmente absorbidos en el tracto gastrointestinal. En la tabla 6 (ver anexos 9), se observan algunos anti nutrientes presentes en *Synsepalum dulcificum*:

2.2.1.5. Características fisicoquímicas.

En la tabla 7 (ver anexos 9), se observan algunas de las principales características fisicoquímicas de la fruta milagrosa:

2.2.1.6. Características medicinales.

La fruta milagrosa ha sido consumida desde hace varios de siglos en los países africanos donde se atribuye su lugar de origen. Aparte de sus beneficios nutricionales, no solo al fruto, pero a otras partes de la planta de *Synsepalum dulcificum* se le atribuye varios efectos medicinales. A continuación, se mencionan algunos de los atributos medicinales:

Actividad antidiabética

Chen et al. (2009) ha experimentado que la administración oral (0.2 mg/Kg) del pulverizado liofilizado de fruta milagrosa disminuyó los niveles de glucosa en plasma, lo que indica que la fruta milagrosa tiene la habilidad de mejorar la sensibilidad de insulina. Los resultados sugieren que la fruta milagrosa podría ser usada como adyuvante en el tratamiento de pacientes diabéticos que presentan resistencia a la insulina debido a que la fruta posee la habilidad de mejorar la sensibilidad a la insulina.

Actividad Anti-tirosinasa

Wang et al. (2011) han investigado que los extractos metanólicos y extractos clorofórmicos de pulpa de fruta milagrosa mostraron tener actividad anti-tirosinasa en ensayos *in vitro*. Se ha relacionado que la actividad anti-tirosinasa está ligada a una inhibición significativa de la proliferación del melanoma humano.

Actividad antioxidante

Inglett y Chen (2011) han reportado importante actividad antioxidante presente en extractos de piel, pulpa y semillas de fruta milagrosa. Entre sus hallazgos más destacados, se menciona que la piel contiene tres veces más la cantidad de compuestos fenólicos libres que la pulpa y cuatro veces más que las semillas.

2.2.2. Gomitas.

2.2.2.1. Definición.

Las gomitas son una clase de dulces basados en un hidrocoloide (a veces llamado estabilizador) que proporcionan una estructura o red que permite mantener un jarabe de azúcar con alto contenido de humedad (Koga, Lee y Lee, 2016).

Tradicionalmente, el término gomita (en inglés se conoce como gummy o gummi) es reservado para caramelos hechos con gelatina, aunque esta práctica no se sigue estrictamente en el mundo. Los caramelos hechos con otros hidrocoloides son generalmente considerados como gomitas o jaleas. Los hidrocoloides más comunes son la gelatina, el almidón y la pectina. Cada hidrocoloide imparte su propia textura única y propiedades organolépticas al producto. Otros hidrocoloides (como agar, goma arábica, carragenina, etc.) se utilizan a menudo en mezclas con otros hidrocoloides para impartir nuevas características y texturas (Hartel, von Elbe y Hofberger, 2018).

2.2.2.2. Principales componentes.

Las gomitas, jaleas y regalices son dulces relativamente simples que contienen edulcorantes, hidrocoloides, colorantes, saborizantes y, a veces, ácidos orgánicos (Elliot e Hilario, 2002). En la tabla 8 (ver anexos 9), se observa una típica formulación de gomitas desarrolladas a base de gelatina.

Entre los principales componentes de las gomitas se encuentran:

Endulzantes. La sacarosa y el jarabe de glucosa resulta el mayor componente de gomitas y jaleas. Aportan dulzura y cuerpo en forma de jarabe de azúcar que mantiene su estructura mediante el gel formado por el hidrocoloide empleado (Hartel, von Elbe y Hofberger, 2018).

Hidrocoloides o estabilizantes. Las gomitas, jaleas y regaliz cubren una amplia gama de caramelos con diferentes propiedades de textura, principalmente debido al tipo y cantidad de hidrocoloide empleado. La tabla 9 (ver anexos 9), muestra algunos atributos tecnológicos otorgados por algunos de los hidrocoloides más comúnmente empleados en la elaboración de gomitas. El tipo y la naturaleza de los edulcorantes y el contenido final de agua también juegan un papel importante en la determinación de las características del producto. Los hidrocoloides más utilizados incluyen almidón, pectina y gelatina, aunque la goma arábica y el agar se pueden utilizar también (Hartel, von Elbe y Hofberger, 2018).

Ácidos orgánicos. Los ácidos orgánicos se utilizan para complementar los sabores de frutas y para acentuar el sabor amargo/ácido de las gomitas. Se emplean aproximadamente 1 al 2% de ácidos cítrico, málico, láctico, etc. a la formulación, generalmente después de la cocción, para mejorar los sabores frutales y / o proporcionar una experiencia sensorial de amargor (Hartel, von Elbe y Hofberger, 2018).

Saborizantes. Los atributos de sabor dependen del tipo de agente gelificante utilizado y tipo de ácido orgánico, de ser empleado. Los sabores líquidos, ya sea a base de agua o de aceite, son los más comunes para su uso en gomitas y caramelos de gelatina. El contenido típico en gomitas y caramelos de gelatina se ubica alrededor del 0.1 al 0.2% para sabores artificiales y hasta el 3% para aquellos certificados como naturales. El nivel de saborizante empleado depende del tipo de estabilizante empleado (Hartel, von Elbe y Hofberger, 2018).

Colorantes. Colorantes hidrosolubles son utilizados en aplicaciones de gomitas y caramelos de gelatina. El material colorante debe ser estable a las condiciones a las que estará expuesto, como altas temperaturas y pH bajo (Hartel, von Elbe y Hofberger, 2018).

Otros ingredientes. En la actualidad, se está incrementando la adición de concentrados de jugos de frutas, los cuales buscan proporcionar una imagen de un alimento más sano. Estos concentrados buscan reemplazar endulzantes, saborizantes y colorantes por ingredientes naturales (Hartel, von Elbe y Hofberger, 2018).

2.2.2.3. Usos.

De manera tradicional, las gomitas han sido productos elaborados por la industria de confitería y han sido considerados como alimentos poco saludables debido al bajo valor nutricional que aportan debido a su alto contenido de azúcares, colorantes, saborizantes y otros ingredientes (Herrera y de Jesús, 2016). Sin embargo, en la actualidad, existe un abundante número de publicaciones científicas que demuestran que existe creciente interés en introducir componentes beneficiosos para la salud en la composición de esta clase de productos.

Varios autores han experimentado con la microencapsulación de diferentes compuestos que ofrecen propiedades antioxidantes y funcionales para los consumidores de estos productos. Algunas de los compuestos que han sido integrados en la composición de gomitas se menciona al polifenol resveratrol (Koga, Lee y Lee, 2016), la vitamina C que presenta capacidad antioxidante (Yan et al., 2020), los pigmentos betalainas que poseen actividad antioxidante (Otalora et al., 2019), la presencia de ácidos grasos omega 3 (Mirzaee, 2019), prebióticos y probióticos (Lele et al., 2018), entre otros.

2.2.3. Glucoproteína miraculina.

2.2.3.1. Definición.

Miraculina (MCL) es una glucoproteína encontrada en la fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*). Esta glucoproteína constituye el ingrediente activo de dicha fruta, que tiene la particularidad de modificar el gusto amargo en dulce, cuando la pulpa de esta baya es ingerida (Hirai et al., 2010). MCL en sí no es dulce, pero la lengua humana, una vez expuesta a esta, percibe los alimentos normalmente ácidos (como los cítricos) como dulces hasta 2 h después. Esta pequeña baya roja se ha utilizado en África occidental para mejorar el sabor de los alimentos ácidos. Dado que la fruta milagrosa en sí no tiene un sabor distintivo, esta función de modificación del sabor de la fruta se habría considerado un milagro, de allí surge su nombre (Izawa et al., 2010). El contenido de MCL puede alcanzar hasta el 10% del contenido total de proteínas solubles en la fruta milagrosa (Sun et al., 2006).

Esta glucoproteína ha atraído la atención como una potencial alternativa a los edulcorantes tradicionales como la sacarosa. Sin embargo, la fruta milagrosa es una planta tropical que es difícil de cultivar fuera de su entorno natural (Hirai et al.,

2010). Se han buscado otras opciones para obtener miraculina, a través de la ingeniería genética se ha modificado el ADN de diferentes organismos como lechuga transgénica (Sun et al., 2006), tomate transgénico (Sun et al., 2007), frutilla transgénica (Sugaya et al., 2008) y *Aspergillus orizae* (Ito et al., 2007) con la finalidad de obtener dicha glucoproteína. De todas estas fuentes, los mejores resultados se han obtenido en el tomate transgénico, no obstante, el contenido de miraculina en dichos organismos fue menos de la mitad de lo que se obtiene en la fruta milagrosa.

Se ha encontrado que la glucoproteína es secretada en los espacios intercelulares de la fruta milagrosa, y se especula que su función en esta consiste en un mecanismo de defensa (Hirai et al., 2010).

2.2.3.2. Composición y estructura de la miraculina.

La glucoproteína miraculina es una cadena polipeptídica única con un peso molecular de 21.257 Da. El contenido de carbohidratos es de hasta 13,9%, y por lo tanto el peso molecular calculado es 24.600 Da. Una característica de la estructura de la miraculina es que la mitad del terminal amino de la molécula está enriquecida en residuos de prolina; contiene 10 de 14 residuos de prolina. Otra característica de la estructura de la miraculina es que 5 medias cistinas de un total de 7 medias cistinas se encuentran entre las posiciones 138 y 159. Es decir, que 2 residuos de media cistina se encuentran en posiciones 47 y 92, y 5 residuos están en las posiciones 138, 148, 152, 155 y 159. El hecho de que la región que contiene 5 residuos de media cistina es altamente resistente a la digestión de proteasas a menos que la aplicación de la molécula redox ditiotreitól (DTT) a la miraculina sugiere que estos residuos de media cistina forman enlaces disulfuro (Theerasilp et al., 1989).

La miraculina es un homodímero de dos polipéptidos glicosilados de 191 aminoácidos unidos por enlaces disulfuro, que tienen un peso molecular de aproximadamente 24000 Da (ver figura 8) anexos 9 (Kinghorn, Chin, Pan y Lia, 2010) se observa la forma monomérica de la miraculina.

2.2.3.2. Métodos analíticos de determinación de concentración.

Diferentes técnicas permiten la determinación y cuantificación de miraculina, en la tabla 10 (ver anexos 9), se indican algunas de las que han sido empleadas por diferentes investigadores:

2.2.3.3. Importancia como edulcorante no calórico.

A pesar de que existen edulcorantes naturales de amplio consumo como la sacarosa, presentan la desventaja de que su consumo no moderado están relacionados con el riesgo de padecer ciertas enfermedades como obesidad, diabetes, desordenes metabólicos, dislipidemia entre otros (Tappy, Le, Tran y Paquot, 2010).

Algunos edulcorantes artificiales como sacarina, aspartame, sucralosa, jarabe de glucosa, acesulfame-K son empleados por su poder edulcorante y porque no aportan calorías al ingerirlos, sin embargo, a pesar de que su consumo es considerado seguro por la FDA, algunos de estos pueden ejercer cierta acción carcinogénica (Kant, 2005).

Debido a estos antecedentes, existe una constante investigación por encontrar alternativas a los edulcorantes naturales y artificiales. El descubrimiento de varias proteínas derivadas de plantas con actividad edulcorante como brazzeina, neoculina, curculina, mabinlina, monellina, pentadina y taumatina han ampliado las opciones ya existentes (Kinghorn et al., 2010).

Una de esas promisorias opciones constituye la miraculina (MCL). MCL de por sí no es dulce, es decir que no posee poder edulcorante como tal, sin embargo, posee la capacidad de modificar los receptores de sabor para percibir los sabores ácidos como si fueran dulces. Actúa sobre varios ácidos, tales como ácido oxálico, ácido acético, ácido láctico, ácido clorhídrico, ácido fórmico, y ácido cítrico; el efecto edulcorante depende de la acidez y el pH del ácido. El efecto edulcorante alcanza su nivel máximo después de ser sostenido en la boca durante aproximadamente 3 minutos. Se requiere una concentración superior a 4×10^{-7} M para efecto máximo, y la dulzura corresponde a 0,4 M solución de sacarosa. El efecto modificador del sabor de la miraculina puede mantenerse durante más de 1 h, aunque depende de la concentración de la solución de miraculina (Hiwasa-Tanase et al., 2012).

2.2.4. Edulcorantes.

2.2.4.1. Clasificación de los edulcorantes.

Los edulcorantes se clasifican en naturales y sintéticos. Los naturales son los más nutritivos, en lo que se refiere a proporcionar energía en forma de calorías, entre los más importantes se encuentran sacarosa, fructosa, lactosa y maltosa. Sacarosa es considerado el principal endulzante responsable de mejorar la aceptabilidad de alimentos desde hace siglos atrás. Los de origen sintético poseen un elevado poder edulcorante y son denominados endulzantes de alta intensidad por esta característica (Rao y Ramalakshmi, 2011). En la tabla 11 (ver anexos 9), se aprecian los principales edulcorantes naturales y artificiales:

Existe otra clasificación de los edulcorantes, en base al dulzor relativo comparados contra la sacarosa, la cual constituye el azúcar de referencia y recibe un poder edulcorante de 1. Mortensen (2006), divide la clasificación de los edulcorantes en dos grupos: los que presentan un alto poder edulcorante, no

proporcionan calorías a los alimentos a los que son incorporados. Y aquellos denominados edulcorantes ‘de volumen’, que no proporcionan tan elevado poder edulcorante como los anteriormente mencionados, pero se los utilizan por que proporcionan o mejoran la consistencia o volumen de ciertos alimentos. En la tabla 12 (ver Anexos), se observan algunas características de los 2 grupos:

2.2.4.2. Metodología analítica para determinación de la capacidad edulcorante.

Es importante la posibilidad de cuantificar de manera apropiada los edulcorantes presentes en los alimentos debido a que varios de estos poseen límites máximos permitidos según varias legislaciones. Las principales técnicas de edulcorantes en muestras de alimentos involucran Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) (Zygler, Wasik y Namiesnik, 2009). Cromatografía de Iones (IC) es una herramienta efectiva para el análisis de múltiples edulcorantes en matrices alimenticias. Además, presenta la ventaja de que se emplean soluciones salinas como eluyentes a diferencia de la separación por medio de solventes orgánicos requerido en HPLC (Zhu, Guo, Ye y James, 2005).

Electroforesis capilar (CE) es una técnica de separación cuando la muestra presenta más de un edulcorante. En algunas ocasiones, se indica que CE presenta mayor efectividad en la separación, tiempo de análisis y reducido consumo de solventes frente a HPLC (Zygler, Wasik y Namiesnik, 2009).

Existen opciones de pruebas rápidas que son específicas para determinar un edulcorante en particular. Hasta el momento se han reportado pruebas de este tipo para determinación de acesulfame-K, sacarina, ciclamatos y aspartame. Entre sus ventajas resalta que son muy prácticas, simples y rápidas (Zygler, Wasik y Namiesnik, 2009).

En la tabla 13 (ver Anexos), se pueden apreciar algunas técnicas analíticas de determinación de edulcorantes aplicadas en alimentos:

2.2.4.3. *Edulcorantes en alimentos.*

Las características organolépticas y sensoriales de un alimento juegan un rol muy decisivo en el cerebro humano en el momento de elegir, consumir y preferir determinados productos (Forde, 2018). El gusto es uno de los sentidos primordiales empleados en evaluar la calidad de un alimento y seleccionamos alimentos guiados primordialmente por las emociones de deleite o repugnancia que experimentamos al ingerirlos (Saulo, 2005). De esta situación particular se encuentran muy bien informados los departamentos de Innovación y Desarrollo (I&D) de las industrias alimenticias, los cuales utilizan diferentes recursos como aditivos en el desarrollo y formulación de productos alimenticios.

Según la definición del Codex Alimentarius, los aditivos alimentarios son “cualquier sustancia que no es consumida como un alimento en sí, y de manera normal no es usado típicamente como un ingrediente de los alimentos, con o sin valor nutricional cuya adición intencional al alimento con un fin tecnológico (incluido organoléptico) en la fabricación, procesamiento, preparación, tratamiento, envasado, transporte o la conservación de dichos alimentos dan como resultado, o se puede esperar razonablemente que resulten (directa o indirectamente) en que éstos o sus subproductos se conviertan en un componente o que afecten de otro modo las características de dichos alimentos” (FAO, 1981).

Los aditivos alimentarios se clasifican en 6 grupos de moléculas: preservantes, colorantes, aditivos nutricionales, agentes texturizantes, agentes misceláneos y saborizantes, dentro de este último grupo se incluyen los edulcorantes, saborizantes naturales y artificiales y los potenciadores de sabor. Los edulcorantes

son un tipo de compuestos que proporcionan dulzor a los alimentos. Existen los edulcorantes calóricos de origen natural como sacarosa, fructosa (jarabe de maíz alto en fructosa) y glucosa y los no calóricos de origen sintético (Carocho, Barreiro, Morales y Ferreira, 2014).

2.2.4.4. Índice glucémicos y relación con edulcorantes.

El índice glucémico (IG) es un indicador de la velocidad a la que un alimento puede incrementar el nivel de glucosa en la sangre. Alimentos con IG elevado incrementan los valores de glucosa en la sangre de manera rápida, mientras que los alimentos con IG bajo aumentan paulatinamente la glucosa en la sangre. Este índice es considerado de suma importancia para el control de glucosa para personas que sufren diabetes. Es necesario señalar que el IG está relacionado con la presencia de carbohidratos en el alimento, alimentos que no poseen carbohidratos en su composición, pero si algún otro componente (grasa, aceite) no poseen IG, es decir que no aportan glucosa a la sangre (Fernández, López y Jiménez, 2008).

Cada edulcorante posee un valor de IG, por ejemplo, la glucosa posee un IG de 100 (valor más alto de la escala). En la tabla 14 (ver Anexos) se aprecian los valores de IG de los algunos edulcorantes:

2.3. Marco legal

Se empleó la Norma Técnica NTE INEN 2217:2012 (anexo 2) como referencia para evaluar los parámetros físicos y microbiológicos de las gomitas. En las tablas 15 y 16 se aprecian los requisitos físicos y químicos, respectivamente, contenidos en dicha norma.

Tabla 15. Requisitos físicos para gomitas

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Humedad	%	-	25,0	NTE INEN 265
Sacarosa	%	-	50,0	AOAC 930.36

Requisitos físicos para gomitas.
NTE INEN 2217, 2012

Tabla 16. Requisitos microbiológicos para gomitas

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
NMP Coliformes fecales/g	5	<3	-	0	NTE INEN 1529-6
Mohos y levaduras UFC/g	5	$3,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$	1	NTE INEN 1529-10

Requisitos microbiológicos para gomitas.
NTE INEN 2217, 2012

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación.

El presente proyecto de investigación correspondió al tipo experimental, debido a que se emplearon diferentes porcentajes de la fruta milagrosa (pulpa y semilla) para la elaboración de gomitas, la intención de esta manipulación consistió en determinar si la mayor capacidad antioxidante reside en la pulpa, semilla o en una combinación de ambas.

La investigación también fue de tipo bibliográfico ya que se ha revisado exhaustivamente diversas fuentes bibliográficas acerca de la fruta milagrosa, su composición y características, su contenido de miraculina y sus propiedades, entre otra información que se ha tomado de libros, artículos científicos, tesis, etc.

El nivel de investigación fue correlacional ya que se buscó determinar la capacidad antioxidante del producto como respuesta a la concentración de la pulpa de la fruta y pulverizado de semilla de la fruta milagrosa.

3.1.2. Diseño de investigación.

La investigación fue de tipo experimental, debido a que se manipularon dos variables en los tratamientos y se estudió el efecto que ocasiona la alteración de estas variables sobre sus características fisicoquímicas y sensoriales en el producto final.

3.2. Metodología

3.2.1. Variables.

3.2.1.1. Variable independiente.

- Porcentaje de pulpa de fruta milagrosa.
- Porcentaje de pulverizado de semilla de fruta milagrosa.

3.2.1.2. Variable dependiente.

- Capacidad antioxidante de las gomitas (Método DPPH).
- Características organolépticas de las gomitas (sabor, color, textura y aceptación general).
- Características fisicoquímicas (Humedad, sacarosa) de la gomita de mayor aceptación sensorial.
- Características microbiológicas (Coliformes fecales, Mohos y Levaduras) de la gomita de mayor aceptación sensorial.

3.2.2.Tratamientos.

En la tabla 17 se presentan las formulaciones o tratamientos de las gomitas a base de pulpa de fruta milagrosa y pulverizado de la semilla:

Tabla 17. Composición de los tratamientos de gomitas

Ingrediente	T1		T2		T3	
	%	g	%	G	%	g
Pulpa de fruta milagrosa	15.9	159	0	0	7.95	79.5
Semilla de fruta milagrosa	0	0	15.9	159	7.95	79.5
Sacarosa	40	400	40	400	40	400
Gelatina	7	70	7	70	7	70
Glucosa	20	200	20	200	20	200
Agua	14	140	14	140	14	140
Sorbitol	2	20	2	20	2	20
Pulpa concentrada de mora	2	20	2	20	2	20
Sorbato de potasio	0.1	1	0.1	1	0.1	1
Total	100	1000	100	1000	100	1000

Composición de los tratamientos de gomitas que se desarrollarán.

Adaptado de Pasquel, 2013

3.2.3. Diseño experimental.

El diseño experimental de la investigación correspondió a un diseño completamente al azar (DCA) compuesto de 3 tratamientos, evaluados por 30 panelistas con dos variables independientes, que fueron el contenido de pulpa de fruta milagrosa y el contenido del pulverizado de la semilla de la fruta milagrosa.

3.2.4. Recolección de datos.

3.2.4.1. Recursos.

Recursos bibliográficos

Libros.

Artículos científicos de revistas indexadas.

Tesis de grado y pregrado.

Revistas virtuales.

Materias primas

Pulpa y semilla de fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*).

Pulpa de mora (*Rubus glaucus*).

Sacarosa.

Gelatina.

Glucosa.

Sorbitol.

Sorbato de potasio.

Agua.

Materiales

Cuchillos de acero inoxidable.

Tamiz de 200 μm .

Moldes para gomitas.

Bolsas de tereftalato de polietileno (PET) de 50 g

Tubos Falcon.

Tubos de ensayo.

Asa de siembra.

Mortero y pilón.

Desecador con gel de sílice.

Equipos

Marmita de acero inoxidable de 10 litros de capacidad.

Licuada semi-industrial 1400 W.

Balanza analítica Sartorius LC 2200 P.

Balanza de precisión Kern PCB 6000-0.

Termoselladora Torrey 125 W.

Espectrofotómetro UV Genesys 10UV (Thermo-electron).

Termómetro digital.

Baño de ultrasonidos DR-LD30.

Cromatógrafo Varian CP-3800.

Columna cromatográfica Poroshell 120 EC-C18

Estufa de secado SWOF 50 L.

Incubadora LEEC tipo GA2SN.

Reactivos

Hipoclorito de sodio (10% P/V).

Caldo de triptona lauril sulfato.

Caldo lactosado con bilis y verde brillante (VGBL).

3.2.4.2. Métodos y técnicas.

3.2.4.2.1. Diagrama de flujo de la obtención del pulverizado de semillas de fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*).

En la figura 2 se demostraron las etapas involucradas en el proceso de obtención del pulverizado a partir de las semillas:

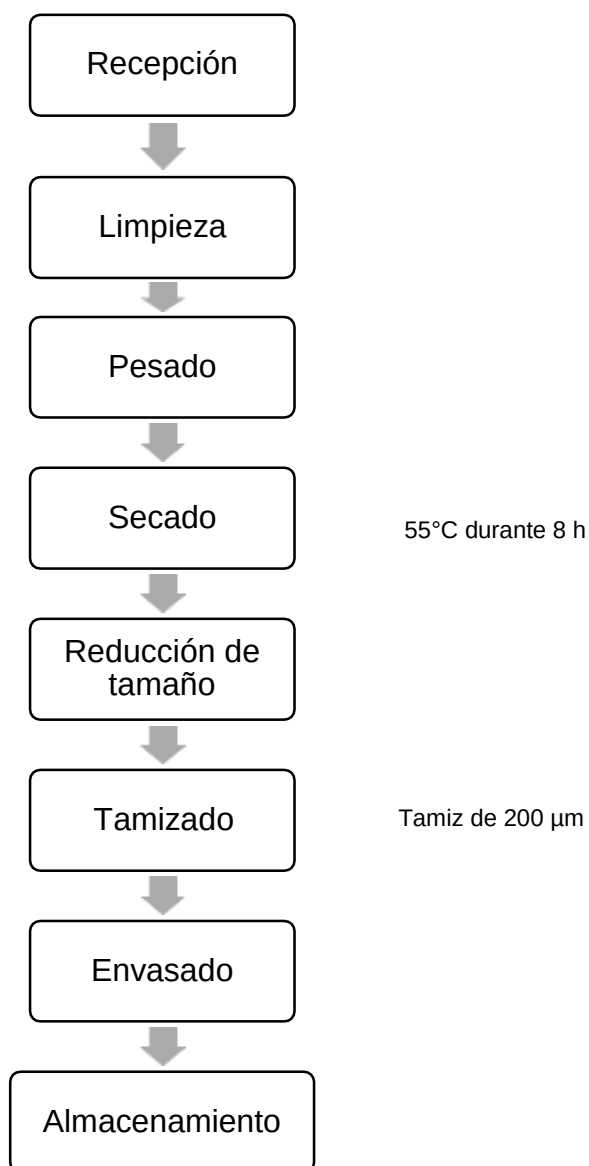


Figura 1. Diagrama de flujo de la obtención del pulverizado de semillas de fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*).
Proceso adaptado de Espitia y Pozo (2007)

3.2.4.2.2. Descripción del diagrama de flujo de la obtención del pulverizado de semillas de fruta milagrosa.

Recepción. Se receptan las semillas provenientes de la operación de despulpado de la fruta milagrosa.

Limpieza. Se empleará abundante agua potable para retirar residuos de pulpa o alguna otra sustancia indeseable en la superficie de las semillas.

Pesado. Se empleará una balanza para determinar el peso de las semillas antes de proceder con el secado.

Secado. El secado buscará reducir el contenido de humedad, se empleará el secado al horno. Al finalizar esta etapa, se registrará nuevamente el peso para evaluar rendimiento.

Reducción de tamaño. Se utilizará un molino, este proceso se lo realizará en varias ocasiones hasta alcanzar un tamaño de partícula más reducido y homogéneo.

Tamizado. Se empleará un tamiz de 200 μ m para retener partículas de mayor tamaño, las cuales podrían ser nuevamente molidas con la intención de aprovechar la materia prima.

Envasado. El producto tamizado será envasado en bolsas de polietileno de alta densidad, las cuales serán selladas al vacío empleando un equipo de tipo casero.

Almacenamiento. El producto envasado se almacenará en un lugar fresco y seco, evitando la incidencia de la luz directa. Se mantendrá en estas condiciones hasta su utilización.

3.2.4.2.3. Diagrama de flujo de la elaboración de gomitas a base de fruta milagrosa.

En la figura 3 se indicaron las etapas involucradas en la elaboración de las gomitas empleando fruta milagrosa:

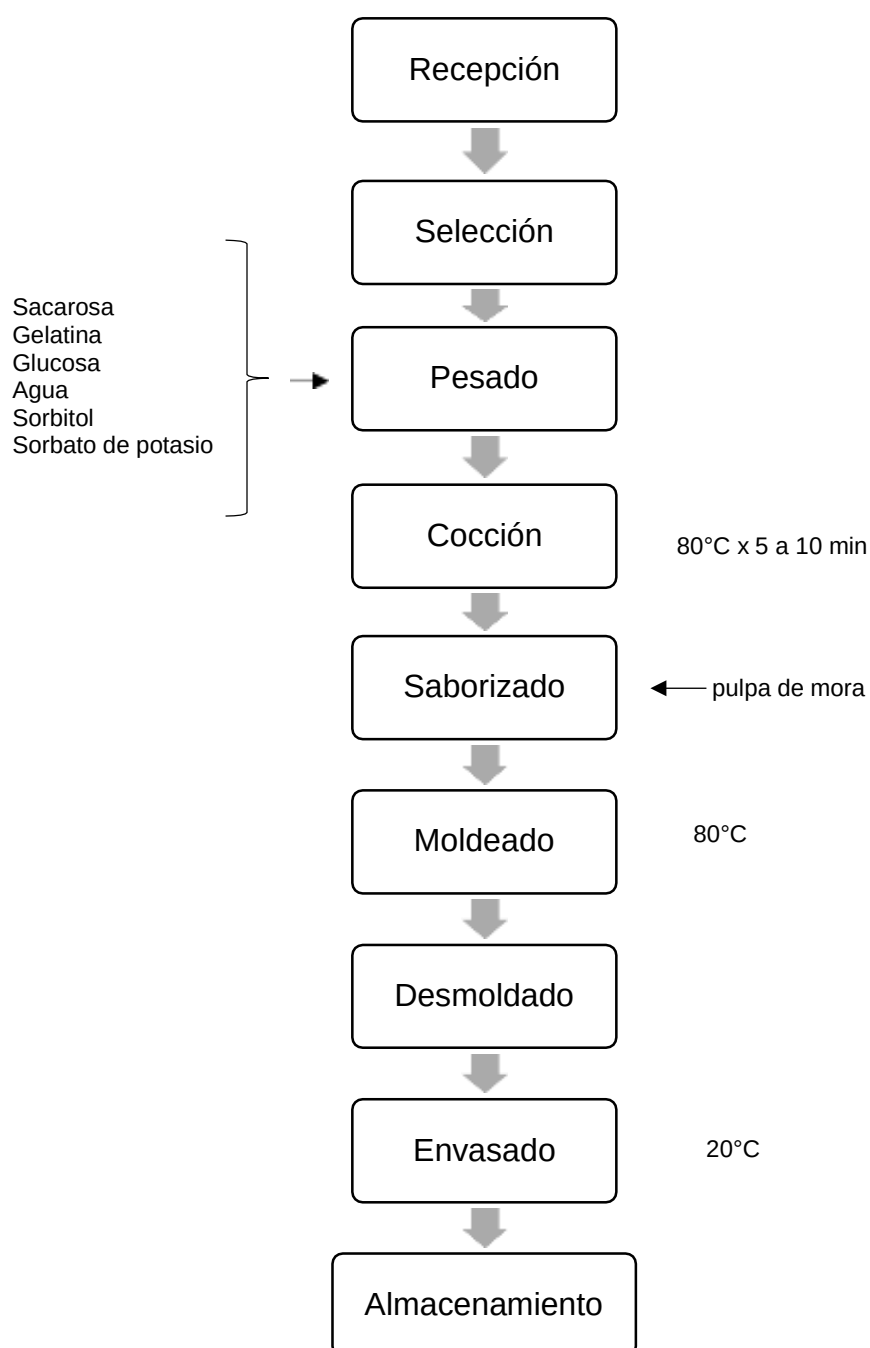


Figura 2. Diagrama del proceso de elaboración de gomitas.
Ruiz, 2023

3.2.4.2.4. Descripción del diagrama de la elaboración de gomitas.

Recepción. Se recepcarán las materias primas, ingredientes e insumo que participarán en la elaboración del producto planificado.

Selección. Se seleccionarán materias primas e insumos de óptima calidad para asegurar la inocuidad y calidad del producto final. Se empleará pulpa pasteurizada de fruta milagrosa sin adición de ningún edulcorante.

Pesado. Se pesarán las materias primas de acuerdo a los tratamientos planteados.

Cocción. En una marmita de acero inoxidable, los ingredientes (excepción de la pulpa de mora y el sorbato de potasio) serán sometidos a un proceso de cocción alcanzando una temperatura aproximada de 80°C durante 5 a 10 minutos con movimiento constante para lograr una mezcla homogénea.

Saborizado. Se agregará la pulpa de mora que servirá de saborizante natural de las gomitas y el sorbato de potasio como conservante.

Moldeado. La mezcla (80°C) se colocará de manera cuidadosa en los moldes que darán forma y tamaño a las gomitas. Se dejarán en reposo y se mantendrán a temperatura ambiente por un lapso cercano de 24 horas.

Desmoldado. Las gomitas serán retiradas de los moldes con cuidado para no deteriorar su estructura.

Envasado. Las gomitas serán empacadas en bolsas de plástico PET en presentaciones de 50 g las cuales serán termoselladas.

Almacenamiento. Las bolsas serán colocadas en un ambiente fresco y seco hasta que sean utilizadas.

3.2.4.2.5. Análisis físicos.

Determinación de porcentaje de humedad

Fundamento: El principio radica en el secado en estufa, se utiliza la técnica de estufa a presión atmosférica (105°C) siguiendo parámetros estandarizadas de enfriamiento luego del proceso de secado. Esta técnica determina la humedad libre.

Se describe el proceso de determinación de humedad según la norma técnica NTE INEN 265, 2013:

1. Pesar 50 g de muestra (gomitas) y triturarlos con ayuda de un mortero.
2. Pesar las cápsulas de secado y registrar su masa.
3. Colocar 20 g de muestra en la cápsula.
4. Colocar las cápsulas con muestra en una estufa (precalentado previamente hasta 105°C).
5. Mantener la cápsula en la estufa a 105°C durante 3 horas.
6. Retirar con precaución las cápsulas y colocarlas en un desecador hasta que alcancen temperatura ambiente.
7. Pesar las cápsulas conteniendo la muestra deshidratada.
8. El cálculo se obtiene por medio de la ecuación:

$$\% \text{ pérdida durante el secado} = \frac{100(m_2 - m_3)}{m_1 - m_2}$$

Donde:

m_1 : masa de la cápsula (g)

m_2 : masa de la cápsula + muestra antes del secado (g)

m_3 : masa de la cápsula + muestra después del secado (g)

Determinación de porcentaje de sacarosa

Fundamento: Esta técnica se fundamenta en la capacidad de separación de la cromatografía, los analitos presentes en la fase móvil interactúan (adsorción) con los componentes de la fase estacionaria (columna) logrando la separación de los componentes presentes en una muestra.

Se describe el proceso de determinación de sacarosa según AOAC 930.36:

1. Se pesan 5 g de muestra y se agregan 100 mL de etanol al 60% (v/v) en un vaso de precipitado.
2. Se coloca el vaso de precipitado en una plancha calefactora a 83°C durante 20 minutos con agitación constante.
3. Se deja enfriar a temperatura ambiente y se filtra en papel Whatman No. 4.
4. La solución se filtra con ayuda de filtros de membrana de 0.22 µm.
5. Se inyectan 10 µL de la muestra, previamente filtrada, en el cromatógrafo.
6. Los resultados son expresados a través del cromatograma obtenido.

3.2.4.2.6. Análisis microbiológicos

Determinación de coliformes fecales

Fundamento: El recuento de coliformes fecales reside en la propiedad de este grupo microbiano de fermentar la triptona lauril sulfato con producción de gas a 30°C durante 48 horas.

Se describe el proceso de conteo de coliformes fecales según la norma NTE INEN ISO 4831, 2006:

1. Sembrar 1 mL de muestra líquida de dilución 10^{-1} en tres tubos de caldo de triptona lauril sulfato.
2. Repetir esta operación con diluciones 10^{-2} y 10^{-3} .
3. Incubar a $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas.
4. Retener los tubos que presentan formación de gas y turbidez en el medio.

5. A partir de cada tubo con gas, sembrar con asa en VGBL.
6. Incubar a $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.
7. Se considera la reacción positiva si se presenta desprendimiento de gas.
8. Contar las colonias empleando el contador de colonias.

Determinación de mohos y levaduras

Fundamento: Esta técnica radica en inocular un número determinado de muestra, empleando un medio de cultivo específico, considerando la idoneidad de este grupo de microorganismos de emplear como nutrientes los polisacáridos presentes en el medio.

Se describe el proceso de conteo de mohos y levaduras según norma NTE INEN 1529-10, 2013:

1. Sobre una placa de agar previamente fundido, utilizando una pipeta estéril, transferir 0,1 mL de la muestra si es líquido, o 0,1 mL de la suspensión inicial en el caso de otros productos.
2. Sobre una segunda placa de agar, utilizando una pipeta estéril fresco, transferir 0,1 mL de la dilución decimal primera (10^{-1}) dilución (producto líquido), o 0,1 mL de la dilución 10^{-2} (otros productos).
3. Incubar las placas preparadas aeróbicamente, con las tapas superiores en posición vertical en la incubadora a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 5 días.
4. Leer las placas entre 2 días y 5 días de incubación. Seleccionar los platos que contienen menos de 150 colonias y contarlas.
5. Contar las colonias de levaduras y las colonias de mohos por separado, si es necesario. Para la identificación de levaduras y mohos, seleccionar áreas de crecimiento de hongos y examinar con el microscopio o inocular en el medio adecuado para su aislamiento.

Método DPPH – Determinación de actividad antioxidante

Para determinar la actividad antioxidante se empleará el método DPPH descrito por Nossa, Talero y Rozo (2016), como se describe a continuación:

1. Se elabora una curva de calibración con ácido ascórbico como equivalente de mM/ácido ascórbico. Se emplearán 6 patrones con las siguientes concentraciones: 0.02 mM; 0.05 mM; 0.1 mM; 0.2 mM; 0.5 mM y 2 mM.
2. Se toman 100 μ L de la muestra y se les adiciona 5 mL de solución metanólica de DPPH⁺, se deja en la oscuridad durante 30 minutos.
3. Se mide la absorbancia a una longitud de onda de 517 nm empleando un espectrofotómetro UV.

3.2.4.2.7. Análisis sensorial.

El análisis sensorial buscará determinar el tratamiento que presente mayor aceptabilidad por parte de los panelistas. Se empleará un panel no entrenado conformado por 30 individuos de ambos sexos, mayores de edad consumidores regulares de productos de confitería. Se evaluarán 4 parámetros sensoriales (sabor, color, textura y aceptación general) de las gomitas a través de una escala hedónica compuesta de 5 niveles (anexo 3) figura 9. Los cinco niveles de la escala varían del 1 (Me disgusta mucho) hasta el 5 (Me gusta mucho) (Cordero-Bueso, 2013).

3.2.5. Análisis estadístico.

El diseño estadístico que se aplicó fue un diseño completamente al azar (DCA), el cual constó de 3 tratamientos y 30 repeticiones que fue el número de panelistas que evaluaron las características organolépticas de los tratamientos. Para averiguar si los tratamientos presentaron diferencia estadística se empleó el test de Tukey con intervalos de confianza del 95%. Adicionalmente, se utilizó el análisis de varianza (ANOVA), para el cual se establecieron los grados de libertad

expuestos en la tabla 18. Para analizar la información obtenida se empleó el software estadístico MiniTab versión gratuita.

Tabla 18. Análisis ANOVA para DCA balanceado

Fuentes de variación	Grados de libertad (GL)
Tratamientos	$3 - 1 = 2$
Panelistas (repeticiones)	$30 - 1 = 29$
Error	$(3 - 1) \times (30 - 1) = 58$
Total	$(3 \times 30) - 1 = 89$

Grados de libertad según ANOVA.
Ruiz, 2023

4. Resultados

4.1 Desarrollo de gomitas masticables empleando pulpa y pulverizado de semilla de fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*) las mismas que fueron evaluadas mediante un panel sensorial para su grado de aceptabilidad

Para el desarrollo de las gomitas masticables elaboradas a partir del concentrado de pulpa y pulverizado de la semilla de la fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*) se seleccionó la fruta según su estado de madurez y se verificó la presencia daños mecánicos y roturas en el epicarpio. También, se analizaron organolépticamente los ingredientes adicionales pulpa de mora (*Rubus glaucus*), sacarosa, gelatina, glucosa, sorbitol, sorbato de potasio, agua, esto facilitó la preparación del producto, dentro del cual se emplearon técnicas de saneamiento, se aplicaron Buenas Prácticas de Manufactura durante todo el proceso de elaboración.

Se desarrolló una formulación de la cual se derivaron dos variantes para análisis: porcentaje de pulpa de fruta milagrosa y el porcentaje de pulverizado de semilla de fruta milagrosa. Estas variables fueron adecuadas a 3 tratamientos cada uno con tres repeticiones para su posterior valoración de la capacidad antioxidante, requisitos microbiológicos y físico – químicos.

Para determinar el tratamiento de mayor aceptación, se realizó una encuesta utilizando una escala hedónica donde se evaluaron 4 parámetros sensoriales asignándole una calificación en una escala de 5 a 1 en la que 5 corresponde a “me gusta mucho”, 4 significa “me gusta poco”, 3 es “ni me gusta, ni me disgusta”, 2 es “me disgusta un poco” y 1 representa “me disgusta mucho”. Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza y posteriormente procesados a una prueba Tukey al 5% de probabilidad.

4.4.1. Valoración parámetro de textura.

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza, los tratamientos T1 y T2 no indicaron diferencias debido a que el p – valor fue $< 0,0001$. La prueba de Tukey señaló el valor de T1 con una media de 4,03; mientras que en T3 se obtuvo un valor de 4,60 por lo tanto se obtiene como resultado según la escala hedónica planteada que los dos tratamientos se encuentran entre 4 (me gusta poco) y 5 (me gusta mucho) acercándose a un me gusta mucho como se indica en la tabla 21.

Tabla 21. Análisis estadístico – textura

TRATAMIENTO	MEDIAS	N	E.E.	
T2	3,77	30	0,13	A
T1	4,03	30	0,13	A
T3	4,60	30	0,13	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Ruiz, 2023

Como indica en la figura 3, existe un nivel de preferencia por el tratamiento 3 de acuerdo con la evaluación sensorial acercándose a una puntuación de 5 lo que indica que a los panelistas les gusta. En cuanto al coeficiente de variación es de 16,72% lo que confirma que existen diferencias significativas entre tratamientos en textura.

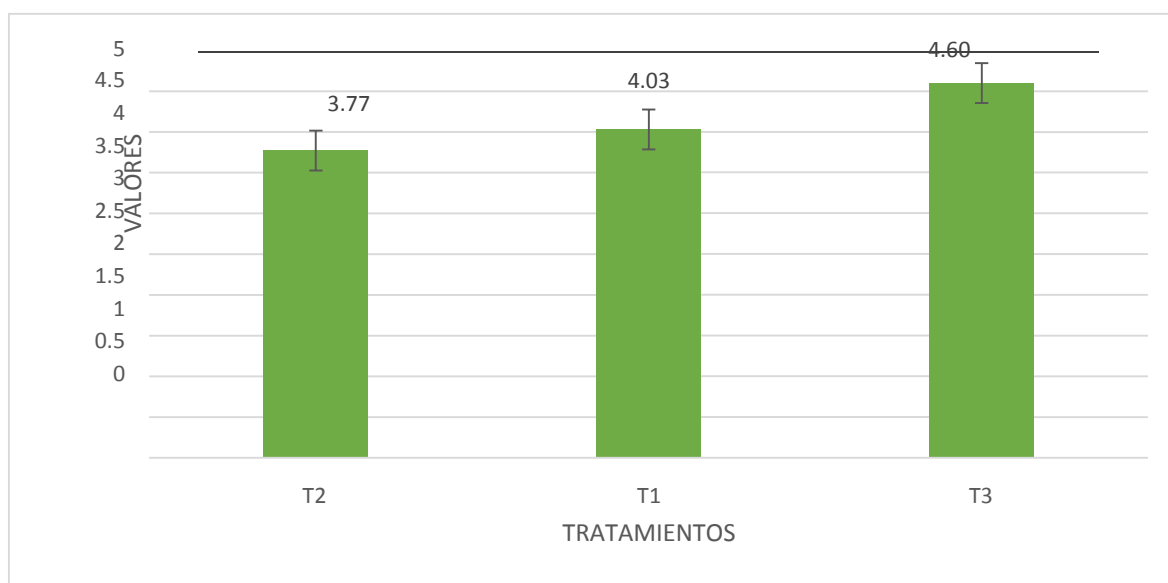


Figura 3. Gráfica estadística de la textura
Ruiz, 2023

4.4.2. Valoración parámetro de Sabor.

En los resultados del análisis de varianza se obtuvo que uno de los tres tratamientos demuestra diferencia significativa ($p > 0,05$), los otros dos tratamientos son semejantes ya que se encuentran dentro de la misma clase de error experimental ($p - \text{valor} < 0,0001$).

En el T3 presenta a una media de 4,53 siendo este el valor con mayor de aproximación a 5 (les gusta mucho), lo que significa que a los panelistas les gusta mucho, por otro lado, el T2 y T3 obtuvieron medias iguales a 3 lo que significa que a los panelistas ni les gusta ni les disgusta. Para el análisis sensorial de sabor tiene un coeficiente de variación de 23,10% lo que afirma que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 24. Análisis estadístico – sabor

TRATAMIENTO	MEDIAS	N	E.E.	
T2	3,27	30	0,16	A
T1	3,27	30	0,16	A
T3	4,53	30	0,16	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Ruiz, 2023

En la figura 4 se demuestra que los tratamientos con mayor aceptación fue el tratamiento 3, por el contrario, los tratamientos 2 y 3 que obtuvieron menor preferencia.

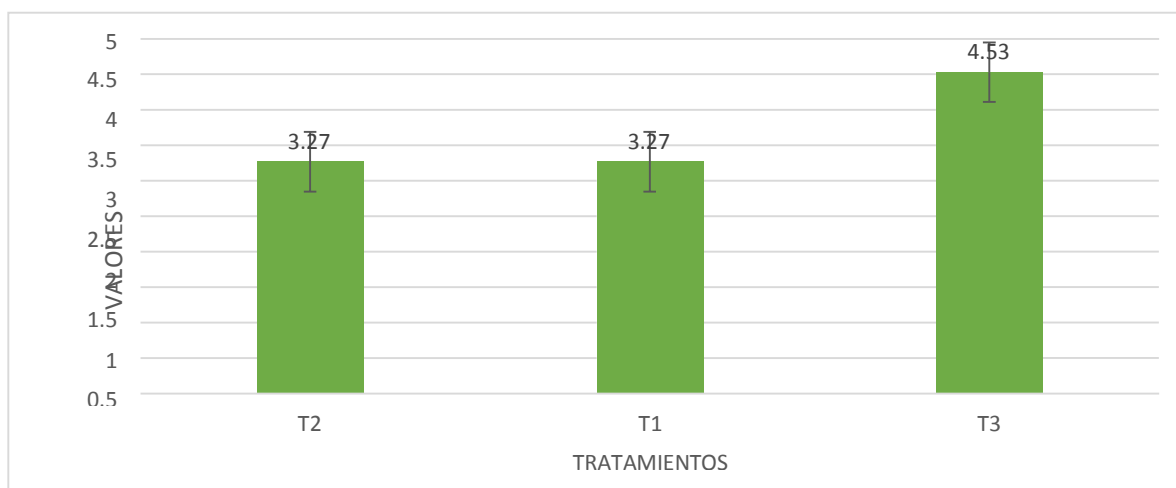


Figura 4. Gráfica estadística del sabor
Ruiz, 2023

4.4.3. Valoración parámetro de color.

De acuerdo con el análisis de varianza se obtuvo que dos de los tres tratamientos no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) debido a que el p – valor fue de $<0,0001$. Por otro lado, la prueba Tukey muestra el valor de T3 como el de mayor aceptación, los resultados clasificaron a los tratamientos 1 y 2 con letras iguales (A). Según la escala hedónica utilizada la media para el tratamiento 2 fue de 3,40 lo que significa que a los panelistas ni les gustó, ni les disgustó acercándose a un me gustó poco, mientras que T1 obtuvo una media de 3,67 cercano a 4 lo que demuestra que a los panelistas les gustó poco. En cuanto al coeficiente de variación fue de 21,48% lo que avala que si existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 27. Análisis estadístico – color

TRATAMIENTO	MEDIAS	N	E.E.	
T2	3,40	30	0,15	A
T1	3,67	30	0,15	A
T3	4,47	30	0,15	B

Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Ruiz, 2023

En la figura 5 se puede visualizar el mayor grado de aceptación para el tratamiento 1, seguido de los tratamientos 2 y 3.

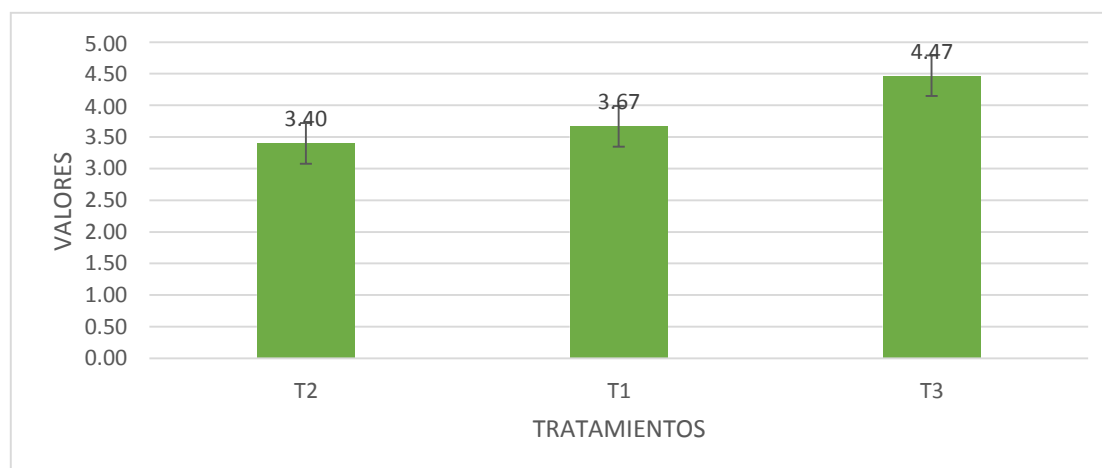


Figura 5. Gráfica estadística del color
Ruiz, 2023

4.4.4. Aceptación general.

El análisis de varianza indica que dos de los 3 tratamientos presentaron medias semejantes razón por la cual fueron clasificados con la misma letra (A), el T1 obtuvo una media de 3,80 valor cercano a 4 al igual que T2, lo que representó que a los panelistas les gustó poco, mientras que T3 obtuvo una media de 4,67 cercano a 5 lo que indica que a los panelistas les gusto mucho como se observa en la tabla 30. El coeficiente de variación del análisis total de aceptación es de 14,71% que confirma que existió diferencia significativa entre los tratamientos obteniendo la mayor puntuación el T3.

Tabla 30. Análisis estadístico – aceptación general

TRATAMIENTO	MEDIAS	N	E.E.	
T1	3,80	30	0,11	A
T2	3,83	30	0,11	A
T3	4,67	30	0,11	B

Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).
Ruiz, 2023

En la figura 6 se puede visualizar el mayor grado de aceptabilidad general es el T3 demostrando que a los panelistas les gusta mucho.

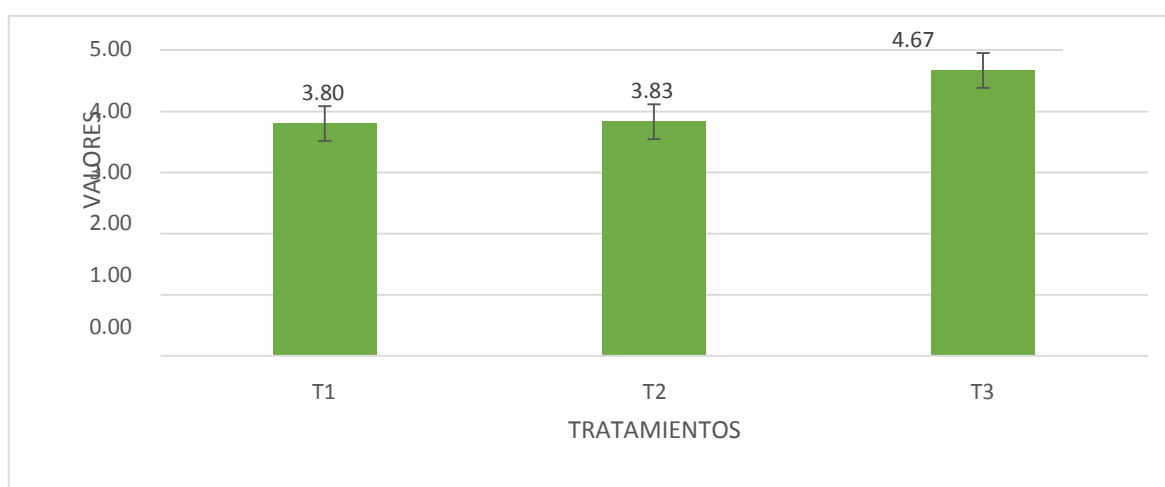


Figura 6. Gráfica estadística de la aceptación general
Ruiz, 2023

4.2 Determinación de la capacidad antioxidante empleando el método DPPH al tratamiento de mayor aceptación sensorial.

En la presente investigación se desarrolló la determinación de la capacidad antioxidante utilizando medio espectrofotométrico para su correcta medición, se tomó muestras de extractos del tratamiento 3 el cual fue seleccionado por los panelistas no entrenados como el de mayor aceptación sensorial. Por lo general, los ensayos antioxidantes *in vitro* utilizan un captador de radicales libres y son relativamente sencillos de realizar. El método DPPH es el más rápido y simple.

La molécula 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH) es un radical libre estable debido a la deslocalización de un electrón separado sobre la molécula completa, por lo cual la molécula no se dimeriza, como es el caso de la mayoría de los radicales libres. La deslocalización o separación del electrón también intensifica el color violeta intenso típico del radical, el cual absorbe en metanol a 517 nm. Cuando la solución de DPPH reacciona con el sustrato antioxidante que puede donar un átomo de hidrógeno, el color violeta se desvanece. El cambio de color es monitoreado espectrofotométricamente y es utilizado para la determinación de los parámetros para las propiedades antioxidantes.

En la tabla 31 se muestran los resultados obtenidos de los análisis de DPPH realizados al tratamiento 3 con su respectivo límite de cuantificación. Se puede observar los resultados de los valores IC₅₀ fueron ácido gálico 0.38 mg/mL y en ácido ascórbico 0.11 mg/mL.

Tabla 31. Cuadro comparativo de la capacidad antioxidante

TRATAMIENTO	Actividad antioxidante DPPH (IC50) (Espectrofotometría)	Unidad
Muestra 3	0.38 IC 50 (Ac Gálico) 0.11 IC50 (Ac Ascórbico)	mg/mL

Cuadro descriptivo de los resultados obtenidos del análisis de DPPH.
Ruiz, 2023

4.3 Análisis de los parámetros físicos (humedad y contenido de sacarosa) y microbiológicos (coliformes fecales, mohos y levaduras) del tratamiento con mayor aceptación sensorial, según la norma NTE INEN 2217.

4.3.1. Parámetros físicos.

Los resultados de los análisis físico – químicos de las tres muestras del T3 fueron expresados en la tabla 32, se obtuvieron valores promedio por las tres muestras de acuerdo con la prueba de Tukey no existe diferencia significativa ($p > 0,05$) entre las tres muestras. Cabe indicar que los valores de las medias con respecto a la humedad (7.45 %) se encuentran dentro de los límites especificados en la norma de calidad utilizada como referencia. Sin embargo, el nivel de sacarosa sobrepasó el límite máximo permitido con un valor de (68.32 %).

Tabla 32. Análisis físicos

	Unidades	T3	Requisitos según norma NTE INEN 2217: 2012
Humedad	%	7.45	Máx 25.00
Sacarosa	%	68.32	Máx 50.00

Cuadro comparativo de los resultados físicos de las tres muestras del T3.
Ruiz, 2023

4.3.2. Parámetros microbiológicos.

En la tabla 33 se establecieron los resultados de los análisis microbiológicos correspondientes a la norma NTE INEN 2217: 2012 ya que, de acuerdo con esta norma, los valores en coliformes totales se encontraron dentro de los parámetros establecidos con resultados de (<3 NMP/g). De la misma forma las cantidades en los análisis de mohos y levaduras dieron resultados de (<10 ufc/g), valores encontrados dentro de los límites según la norma correspondiente. Ratificando el cumplimiento de las normas establecidas NTE INEN 2217: 2012. Ya que según, Castellanos y Murguía (2002) el correcto uso de buenas prácticas de manufactura garantiza la inocuidad de un producto.

Tabla 33. Análisis microbiológicos

	Unidades	T3	Requisitos según norma NTE INEN 2217: 2012
Coliformes totales	NMP/g	<3	<3
Mohos y levaduras	UFC/g	<10	3.0×10^2

Cuadro comparativo de los resultados microbiológicos de las tres muestras del T3. Ruiz, 2023

5. Discusión

La elaboración de tres tratamientos de gomitas masticables utilizando diferentes concentraciones de pulpa y pulverizado de semilla de fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*), resultó de una serie de procedimientos unitarios que conllevaron procesos de recepción de la materia prima, selección de insumos óptimos, pesado de los ingredientes, cocción con temperaturas de 80 °C, saborizado, moldeado, desmoldado y envasado. Por su parte, Bueno (2021), desarrolló gomitas nutritivas a base de vegetales y frutas deshidratadas empleando diferentes procedimientos como el pesado de los ingredientes previamente deshidratados y la pulpa de piña obtenida con anterioridad, luego se realizó la cocción a temperaturas de 80 °C añadiendo todos los demás ingredientes para posteriormente obtenida la mezcla se moldeó y se dejó reposar por 30 min y finalmente se desmoldó y envasó para posteriores tratamientos. El proceso de Bueno (2021) tiene las mismas características de procesamiento de la investigación efectuada, particularmente en los procedimientos de cocción, puesto que en ambos casos se sometió la mezcla a temperatura de 80 °C, ya que según Paiva (2019), en su práctica indicó que las temperaturas óptimas para la elaboración de gomitas masticables son de 80 °C a 110 °C, debido a que en este rango de temperatura las gomitas van a mantener una textura elástica y también le va permitir recuperar su forma.

Bravo, Barazarte y González (2020) evaluaron 6 tratamientos de una golosina tipo gomita a base de pulpa de parchita (*Passiflora edulis*) endulzada con estevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*), emplearon una evaluación sensorial con una serie de jueces semi entrenados quienes valoraron atributos como textura, color y dulzor en la cual se clasificó el agrado o desagrado de cada una de las formulaciones a través de una escala hedónica con características de “Me gusta mucho”, “Me gusta

moderadamente”, “Me gusta ligeramente”, “Me es indiferente”, “Me disgusta ligeramente”, “Me disgusta moderadamente” y “Me disgusta mucho”, escogiendo el tratamiento número 4 como el mejor según aceptación global. El diseño utilizado en la evaluación de Bravo, Barazarte y González (2020) tiene características similares debido a que sigue los mismos procedimientos agroindustriales con el del presente estudio de investigación, esto se debe a que se estudiaron variables semejantes como características sensoriales (textura, sabor y color) y se utilizó una escala hedónica con puntos referenciados para evaluar aquellos atributos. Sin embargo, en cuanto a la evaluación sensorial se pudo evidenciar una diferencia de datos, debido a que en el presente estudio utilizó un panel sensorial noentrenado, en este contexto según Morales, 2021 se requiere catadores expertos para obtener una evaluación sensorial objetiva. La evaluación sensorial del presente estudio manifestó el grado de aceptación en cuanto a los atributos de textura, color, sabor y aceptación general, escogiendo el tratamiento 3 como el mejor, con medias de 4,6 a 5 representadas como “Me gusta poco” y “Me gusta mucho” al igual que el estudio de Bravo, Barazarte y González (2020) quienes obtuvieron resultados de aceptación sensorial de “Me gusta moderadamente” y “Me gusta mucho” en características de textura, color y dulzor. Los datos pudieron haber mantenido una similitud, debido a las propiedades de cada materia prima empleada en la elaboración de las gomitas.

Existen diferentes técnicas para evaluación antioxidante, el método empleado en la evaluación del tratamiento 3 de la presente investigación fue el método de decoloración del radical 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH), los resultados obtenidos fueron de ácido ascórbico 0,11 mg/mL y de ácido gálico 0,38 mg/mL resultados que expresaron niveles aceptables, dado a que según Han et al. (2019),

expresó que en 1 g/mL de extracto de piel y pulpa de la fruta milagrosa, representó cinco veces mayor el nivel antioxidante, con un valor de DPPH de 52,60 %, esto quiere decir que la cantidad de IC50 fue de 0,9 mg/mL comparado con el extracto de la semilla el cual fue de 6,3 mg/mL. Esta afirmación está respaldada puesto que un componente con mayor actividad antioxidante demuestra una mayor capacidad depuradora con valores más bajos de IC50 (Brand et al., 1995). De la misma forma los valores que se registran en análisis de antioxidante pueden variar antes de procesar y posterior al procesamiento de las matrices, debido a la composición de la muestra estudiada, de sus ingredientes y la pérdida de componentes. Particularmente Ronquillo y Jouvin (2019) indican que el fruto milagroso tiende a disminuir sus propiedades cuando este es sometido a temperatura ambiente por largos periodos de tiempo. Algunas de las variaciones son producto de los factores edafoclimáticos y estado de madurez de la fruta. De acuerdo con lo mencionado, los niveles altos de antioxidantes pueden ser afectados al ser sometidos a cocción con altas temperaturas y por largos periodos de tiempo, debido a que el ácido ascórbico se degrada con mayor facilidad que otros componentes (Rivera, 2019).

Por otro lado, conforme a el análisis de varianza en el tratamiento 3 de la actual investigación, se obtuvo un porcentaje de humedad del 7.45 %. A diferencia de los valores reportados por Fonseca, Llive y Negrete (2020) quienes obtuvieron resultados mayores al 34,23 % en una gomita realizada a base de extracto de zapallo y pulpa de maracuyá con adición de inulina. Datos que según las autoras indican que la adición de inulina provoca un mayor porcentaje de humedad, debido a que la gomita absorbe más agua de lo usual, esto se debe a la variante en el reemplazo parcial de la sacarosa por inulina, mientras que en la norma NTE INEN 2217: 2012 se indica que la humedad debe estar comprendida entre 10 – 25 %. Lo

cual significó que ninguna formulación cumplió con lo establecido en la norma mencionada.

Frente a esto, en la composición de las gomitas del presente estudio se aplicaron varios endulzantes como: glucosa 20 %, sacarosa 40 %, pulpa concentrada de mora 2 % y sorbitol 2 % en los tres tratamientos, afectando directamente al porcentaje de azúcares en el producto final donde se obtuvo un porcentaje de sacarosa de 68.32 % en el tratamiento 3. Debido a ello excedió los estándares estipulados en la norma NTE INEN 2217: 2012 la cual menciona un límite de hasta un 50 % de azúcares añadidos. La estimación de azúcares obtenidos en el presente estudio mantuvo diferencias significativas con las de Cóndor (2019) quien evaluó la cantidad de azúcar contenida en una muestra liofilizada de pulpa y cáscara de la fruta milagrosa obteniendo resultados de 45.65 % de azúcares totales en base seca. Que según Martínez y Periago (2016) el contenido de azúcares en el fruto milagroso es relativamente bajo por lo que representa un fruto con alto poder edulcorante, debido a ello, se lo puede implementar en dietas de personas con obesidad y diabetes. Por lo general suele tener cantidades bajas de glúcidos 22,5 %; monosacáridos 5, 6 % entre ellos glucosa, ribosa, galactosa, y arabinosa. Estas cantidades exhibidas en la actual investigación pudieron haber sobrepasado los límites debido al exceso de azúcares añadidos en el tratamiento 3, pudiéndose equilibrar con cantidades más bajas de pulpa de fruta milagrosa.

Los valores de calidad microbiológica dieron resultados de <3 ufc/g en coliformes totales y <10 ufc/g en mohos y levaduras resultados que se mantuvieron dentro de los límites máximos permitidos por la norma NTE INEN 2217: 2012 la cual establece que el límite máximo permitido es de (3.0×10^2) para mohos y levaduras)

y (<3 ufc/g para coliformes totales). Garantizando las gomitas como un producto inocuo y libre de contaminantes que puedan causar daño al consumidor.

6. Conclusiones

De acuerdo con lo propuesto como investigación: se logró obtener tres diferentes tratamientos variando los rangos porcentuales de la pulpa de fruta milagrosa y el pulverizado de la semilla de la fruta milagrosa. Optando por utilizar en el primer tratamiento (15.9 % de pulpa de fruta milagrosa) (0 % de semilla pulverizada de fruta milagrosa); para el tratamiento 2 se empleó (0 % de pulpa de fruta milagrosa) (15.9 % de semilla pulverizada de fruta milagrosa) y para el tratamiento 3 (7.95 % de pulpa de fruta milagrosa) (7.95 % de semilla pulverizada de fruta milagrosa) para la obtención de gomitas masticables con actividad antioxidante, implementando la norma INEN NTE INEN 2217: 2012 con el propósito de obtener un producto inocuo y libre de contaminantes.

El análisis sensorial se realizó a los tres tratamientos de gomitas. Dando como resultado el tratamiento 3 como el mejor con estimación de promedios de 4,6 a 5 representadas como “Me gusta poco” y “Me gusta mucho”. El panel sensorial estuvo integrado por una serie de jueces no entrenados pudiendo ser la causa por la que no se obtuvieron datos imparciales.

De la misma forma, se obtuvieron resultados de capacidad antioxidante en el tratamiento 3 seleccionado como el mejor de acuerdo con el panel sensorial se obtuvo valores de ácido ascórbico de 0.11 mg/mL y de ácido gálico 0.38 mg/mL dichos datos fueron al ácido ascórbico se degrada con mayor facilidad que otros componentes.

Se analizó las características fisicoquímicas del tratamiento con mayor aceptación del panel sensorial el cual fue el tratamiento 3, donde se establecieron valores de humedad de 7.45 %; dicho dato encontrado dentro de los límites establecidos por la norma NTE INEN 2217: 2012, donde indican que el porcentaje máximo de humedad es 25 %.

El porcentaje de sólidos solubles encontrado en la mezcla dio un 68.32 % en cantidad sobrepasando los límites señalados en la norma los cuales son cantidades porcentuales máxima es de 50 %. Pudiendo haber afectado las cantidades de azúcares añadidos a los tratamientos como: glucosa 20 %, sacarosa 40 %, pulpa concentrada de mora 2 % y sorbitol 2 %, durante el proceso de elaboración del producto. Resultando innecesarias ya que la fruta milagrosa contiene un alto poder edulcorante.

Los análisis microbiológicos dieron resultados de < 3 ufc /g en coliformes totales, <10 ufc/g en mohos y levaduras, en el tratamiento 3, asegurando que cumple con la normativa NTE INEN 2217: 2012 y que el tratamiento 3 fue elaborado según las buenas prácticas de manufactura.

7. Recomendaciones

El actual estudio presentó las siguientes recomendaciones:

Se recomienda profundizar estudios sobre la aplicación de la fruta milagrosa en diferentes productos de consumo humano con la finalidad de aprovechar esta materia prima.

Implementar métodos complementarios de determinación de antioxidantes en productos elaborados con el fruto milagroso como materia prima.

Utilizar la fruta milagrosa como materia prima en necesidad de edulcorante no calórico y popularizar su industrialización.

8. Bibliografía

- Achigan-Dako, E. G., Tchokponhoué, D. A., N'Danikou, S., Gebauer, J., y Vodouhè, R. S. (2015). Current knowledge and breeding perspectives for the miracle plant *Synsepalum dulcificum* (Schum. et Thonn.) Daniell. *Genetic resources and crop evolution*, 62(3), 465/476. Recuperado de:<https://link.springer.com/article/10.1007/s10722-015-0225-7>
- AOAC. (2012). Official Methods of Analysis. Washington, Estados Unidos: Association of Official Analytical Chemists.
- Awotedu, O. L., y Ogunbamowo, (2019). Nutritional, Anti-nutritional and Phytochemical Profile of the Leaves and Fruits of *Synsepalum dulcificum* (Schumach. & Thonn.) Daniell. *American Journal of Biological Chemistry*, 7(3), 53-59. Recuperado de: <https://miraburst.com/wp-content/uploads/2020/01/Nutritionals-Anti-Nutritional-and-Phytochemical-Profile-of-the-Leaves-and-Fruit-of-the-Miracle-Fruit.pdf>
- Brouwer, J. N., Van Der Wel, H., Francke, A., y Henning, G., J. (1968). Miraculin, the sweetness-inducing protein from miracle fruit. *Nature*, 220(5165), 373-374. Recuperado de:<https://link.springer.com/content/pdf/10.1038/220373a0>
- Carocho, M., Barreiro, M. F., Morales, P., y Ferreira, I. C. (2014). Adding molecules to food, pros and cons: A review on synthetic and natural food additives. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 13(4), 377-399. Recuperado de:<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/15414337120>
- Cavagnari, B. M. (2019). Non-caloric sweeteners and body weight. *Medicina* 19(79), 115/122. Recuperado de:<https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/9715/1/non-caloric-sweeteners-body.pdf>

- Chen, C. Y., Wu, P. Y., Huang, T. S., Lin, C. W., Li, Y. C., Chou, R. H., y Wang, H. M. (2009). The sour taste-modifying protein (miraculin), tyrosinase inhibitors and antioxidants from *Synsepalum dulcificum*. *Current Nutrition & Food Science*, 5(3), 172-179. Recuperado de: <https://www.ingentaconnect.com/content/ben/cnf/2009/00000005/00000003/art00002>
- Charoen, R., Savedboworn, W., Phuditcharnchnakun, S., y Khuntaweetap, T. (2015). Development of antioxidant gummy jelly candy supplemented with *Psidium guajava* leaf extract. *Applied Science and Engineering Progress*, 8(2), 145-151. Recuperado de: https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/ijast/article/download/67472/pdf_43
- Cóndor, S., Y., F. (2019). *Caracterización de compuestos bioactivos, físicos y químicos del fruto milagroso (Synsepalum dulcificum) para aplicaciones agroindustriales*. (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas. Quito, Ecuador.
- Cordero-Bueso, G. A. (2013). Aplicación del Análisis Sensorial de los Alimentos en la Cocina y en la Industria Alimentaria. *Curso de Verano. Sevilla: Universidad de Pablo Olavide*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Gustavo_CorderoBueso/publication/262561546_aplicacion_del_analisis_sensorial_de_los_alimentos_en_la_cocina_y_en_la_industria_alimentaria/links/0a8e537fdb346e28d000000/aplicacion-del-analisis-sensorial-de-los-alimentos-en-la-cocina-y-en-la-industria-alimentaria.pdf
- Ebert, A., Astorga, C., Ebert, I., Mora, A., y Umaña, C. (2007). Asegurando nuestro futuro: Colecciones de germoplasma del CATIE. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE.

- Elliot, J., e Hilario, R. (2002). Marshmallows y gomitas enriquecidas con Uña de Gato. Lima, Perú: Soluciones Prácticas.
- FAO. (1981). Codex General Standard for the Labelling of Food Additives when sold as such. CODEXSTAN 107 1981. Recuperado de:<http://www.fao.org/3/y2770e/y2770e03.htm#fn8>
- Fazilah, N. F., Ariff, A. B., Khayat, M. E., y Halim, M. (2020, January). Anti-diabetic properties of *Synsepalum dulcificum* and its potential inclusion in functional yogurt. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 716, No. 1, p. 012004). IOP Publishing. Recuperado de:<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/716/1/012004/pdf>
- Fernández, J. M., López, M., J. y Jiménez, F. P. (2008). Índice glucémico y ejercicio físico. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 1(3), 116-124. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/3233/323327656006.pdf>
- 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. Recuperado de:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329318300582>
- Gil-Campos, M., González, M. S. J., Martín, J. D., y de la Asociación, C. D. N. (2015). Uso de azúcares y edulcorantes en la alimentación del niño. Recomendaciones del Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. In *Anales de Pediatría*, 83(5), 353-e1-353-e7. Elsevier Doyma. Recuperado de:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1695403315000739>

- Godshall, M. A. (2007). The expanding world of nutritive and non-nutritive sweeteners. *Sugar Journal*. 69.8. Recuperado de:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3982014/>
- Hartel, R., W., von Elbe, J., H., y Hofberger, R. (2018). Confectionery science and technology (pp. 85-124). Cham, Suiza: Springer.
- He, Z., Tan, J. S., Lai, O. M., y Ariff, A. B. (2015). Optimization of conditions for the single step IMAC purification of miraculin from *Synsepalum dulcificum*. *Food chemistry*, 181,19_24. Recuperado de:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814615002162>
- He, Z., Tan, J. S., Abbasiliasi, S., Lai, O. M., Tam, Y. J., y Ariff, A. B. (2016). Phytochemicals, nutritionals and antioxidant properties of miracle fruit *Synsepalum dulcificum*. *Industrial Crops and Products*, 86, 87_94. Recuperado de:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669016301789>
- Herrera, C., y de Jesús, G. (2016). Elaboración de gomitas de papaya endulzadas con stevia (stevia rebaudiana). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (Tesis doctoral).
- Hirai, T., Sato, M., Toyooka, K., Sun, H. J., Yano, M., & Ezura, H. (2010). Miraculin, a taste-modifying protein is secreted into intercellular spaces in plant cells. *Journal of plant physiology*, 167(3), 209-215. Recuperado de: https://tsukuba.repo.nii.ac.jp/?action=repository_action_common_download&item_id=19064&item_no=1&attribute_id=17&file_no=1
- Hiwasa-Tanase, K., Hirai, T., Kato, K., Duhita, N., & Ezura, H. (2012). From miracle fruit to transgenic tomato: mass production of the taste-modifying protein miraculin in transgenic plants. *Plant cell reports*, 31(3), 513-525. Recuperado de: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00299-011-1197-5.pdf>

- Huang, J. B., Liu, H., Qi, H. L., y Lu, S. L. (2012). Anti-fatigue and immune function by nutritional constituents from *Synsepalum dulcificum* mixing fruit power [J]. *Chin J Exp Tradit Med Formul*, 14, 058. Recuperado de: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotat-ZSFX201214058.htm
- INEN. (2013). NTE INEN 1529-10:2013 Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y Levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad. Recuperado de: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1529-10-1.pdf
- INEN. (2013). NTE INEN 265 Azúcar. Determinación de la humedad (Método de rutina). Recuperado de: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_265-1.pdf
- Inglett, G. E., y Chen, D. (2011). Contents of phenolics and flavonoids and antioxidant activities in skin, pulp, and seeds of miracle fruit. *Journal of food science*, 76(3), C479_C482. Recuperado de: <https://pubag.nal.usda.gov/download/49530/PDF>
- Ito, K., Asakura, T., Morita, Y., Nakajima, K. I., Koizumi, A., Shimizu-Ibuka, A., & Kitamoto, K. (2007). Microbial production of sensory_active miraculin. *Biochemical and biophysical research communications*, 360(2), 407-411. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006291X07013010>
- Izawa, K., Amino, Y., Kohmura, M., Ueda, Y., y Kuroda, M. (2010). Human–Environment Interactions_Taste. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080453828001088>

- Kant, R. (2005). Sweet proteins–potential replacement for artificial low-calorie sweeteners. *Nutrition Journal*, 4(1),5. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1186/1475-2891-4-5>
- Kelebek, H., y Selli, S. (2011). Determination of volatile, phenolic, organic acid and sugar components in a Turkish cv. Dortyol (*Citrus sinensis* L. Osbeck) orange juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(10), 1855-1862. Recuperado de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.4396>
- Kinghorn, A. D., Chin, Y. W., Pan, L., y Jia, Z. (2010). Natural products as sweeteners and sweetness modifiers.
- Koga, C. C., Lee, S. Y., & Lee, Y. (2016). Consumer acceptance of bars and gummies with unencapsulated and encapsulated resveratrol. *Journal of food science*, 81(5), S1222_S1229. Recuperado de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1750-3841.13274>
- Kurihara, Y., y Nirasawa, S. (1997). Structures and activities of sweetness-inducing substances (miraculin, curculin, strogina) and the heat-stable sweet protein, mabinlin. *FFI J Jpn*, 174, 67_74. Recuperado de: <https://ci.nii.ac.jp/naid/10026706025/>
- Lele, V., Ruzauskas, M., Zavistanaviciute, P., Laurusiene, R., Rimene, G., Kiudulaite, D., Tomkeviciute, J., Nemeikstyle, J., Stankevicius, R., y Bartkiene, E. (2018). Development and characterization of the gummy–supplements, enriched with probiotics and prebiotics. *CyTA-Journal of Food*, 16(1), 580-587. Recuperado de: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2018.1433721>
- Marfil, P., H., Anhe, A., C., y Telis, V., R. (2012). Texture and microstructure of gelatin/corn starch-based gummy confections. *Food Biophysics*, 7(3), 236-

243. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11483-012-9262-3>

Martínez, C., M. (2015). *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni. Una revisión. *Cultivos tropicales*, 36,5_15. Recuperado de:http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000500001

Martínez, N., C., Periago, M., J., y Navarro, I. (2016). Revelando el secreto de la fruta milagrosa. *Rev. esp. nutr. comunitaria*, 20-27. Recuperado de: http://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC_2016_4_04.pdf

Masterton, R. (Ed.). (2013). *Sensory integration* (Vol. 1). Nueva York, Estados Unidos: Springer Science & Business Media.

Mirzaee, M. H. (2019). Investigation of PhysicoMechanical Properties of Functional Gummy Candy Fortified with Encapsulated Fish Oil in Chitosan-Stearic Acid Nanogel by Pickering Emulsion Method. Recuperado de:<https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=747010>

Mortensen, A. (2006). Sweeteners permitted in the European Union: safety aspects. *Scandinavian Journal of Food and Nutrition*, 50(3), 104_116.

Recuperado de:https://www.researchgate.net/publication/239599910_Sweeteners_permitted_in_the_European_Union_Safety_aspects

Morella Celi, Y. S. (2019). Universidad Nacional De Piura. Edu.pe. Recuperado el 28 de mayo de 2022.

Njoku, N. E., Ubbaonu, C. N., Alagbaoso, S. O., Eluchie, C. N., y Umelo, M. C. (2015). Amino acid profile and oxidizable vitamin content of *Synsepalum dulcificum* berry (miracle fruit) pulp. *Food science & nutrition*, 3(3), 252-256. Recuperado de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/fsn3.213>

- Nossa, G., D. L., Talero, P., Y., V., y Roza, N., W. E. (2016). Determinación del contenido de polifenoles y actividad antioxidante de los extractos polares de comfrey (*Symphytum officinale* L). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 21(2),125-132. Recuperado de:<http://scielo.sld.cu/pdf/pla/v21n2/pla01216.pdf>
- Ogunsola, K. E., y Ilori, C. O. (2008). In vitro propagation of miracle berry (*Synsepalum dulcificu*Daniel) through embryo and nodal cultures. *African Journal of Biotechnology*, 7(3).Recuperado de:<https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/download/58387/46730>
- Ortiz Bassante, A. M. (2020). *Elaboración de una gelatina hipocalórica con el extracto de la fruta milagrosa (Synsepalum dulcificum)*. Universidad de las Américas (Tesis de pregrado).
- Otalora, M. C., de Jesús B., H., Perilla, J. E., Osorio, C., y Nazareno, M. A. (2019). Encapsulated betalains (*Opuntia ficus-indica*) as natural colorants. Case study: Gummy candies. *LWT*, 103, 222_227. Recuperado de:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643818311411>
- Pasquel, A., B., A. (2013). Desarrollo de una gomita masticable de mora (*Rubus glaucus*) fortificada con carbonato de calcio. Universidad San Francisco de Quito (Tesis de pregrado).
- Pastoriza, E., G., S., y Villamar, B., A., F. (2015). Proyecto de factibilidad para la producción y comercialización de edulcorantes naturales a base de Stevia. Universidad Católica de Guayaquil (Tesis de pregrado).
- Rao, L. J. M., y Ramalakshmi, K. (Eds.). (2011). *Recent trends in soft beverages*. Nueva Delhi, India: CRC Press.

- Saulo, A., A. (2005). Sugars and sweeteners in foods. College of Tropical Agriculture and Human Resources (CTAHR). Recuperado de:<https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/bitstream/10125/12259/FST-16.pdf>
- Sharma, A., Amarnath, S., Thulasimani, M., & Ramaswamy, S. (2016). Artificial sweeteners as a sugar substitute: Are they really safe?. *Indian journal of pharmacology*, 48(3),237. Recuperado de:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc4899993/>
- Sugaya, T., Yano, M., Sun, H. J., Hirai, T., y Ezura, H. (2008). Transgenic strawberry expressing the taste modifying protein miraculin. *Plant biotechnology*, 25(4), 329_333. Recuperado de:https://www.jstage.jst.go.jp/article/plantbiotechnology/25/4/25_4_329/_pdf
- Sun, H., J., Cui, M., L., Ma, B., y Ezura, H. (2006). Functional expression of the taste-modifying protein, miraculin, in transgenic lettuce. *FEBS letters*, 580(2), 620_626. Recuperado de:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014579305015656>
- Sun, H. J., Kataoka, H., Yano, M., y Ezura, H. (2007). Genetically stable expression of functional miraculin, a new type of alternative sweetener, in transgenic tomato plants. *Plant biotechnology journal*, 5(6), 768-777. Recuperado de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1467-7652.2007.00283.x>
- Swenson, U., Richardson, J. E., y Bartish, I. V. (2008). Multi-gene phylogeny of the pantropical subfamily Chrysophylloideae (Sapotaceae): evidence of generic polyphyly and extensive morphological homoplasy. *Cladistics*, 24(6), 1006-1031. Recuperado de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1096-0031.2008.00235.x>

- Tapia, A., V., A. (2014). Estudio investigativo sobre la fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*) y su aplicación en la gastronomía. Universidad Tecnológica Equinoccial (Tesis de pregrado).
- Tappy, L., Lê, K. A., Tran, C., & Paquot, N. (2010). Fructose and metabolic diseases: new findings, new questions. *Nutrition*, 26(11-12), 1044-1049. Recuperado de: https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/90906/1/fructose%20%20metabolic%20diseases%20_nutrition_ocr.pdf
- Terán, S., J. (2015). Transformación de la baya roja (*Syncephalum dulcificum*) y su aplicación alimentaria para mejorar la salud humana. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria*. e-ISSN 2528-7842, 1(1), 11-22. Recuperado de: <http://45.238.216.13/ojs/index.php/mikarimin/article/view/321>
- Theerasilp, S., Hitotsuya, H., Nakajo, S., Nakaya, K., Nakamura, Y., y Kurihara, Y. (1989). Complete amino acid sequence and structure characterization of the taste-modifying protein, miraculin. *Journal of Biological Chemistry*, 264(12), 6655-6659. Recuperado de: <https://www.jbc.org/content/264/12/6655.full.pdf>
- Wang, H. M., Chou, Y. T., Hong, Z. L., Chen, H. A., Chang, Y. C., Yang, W. L., y Chen, C. Y. (2011). Bioconstituents from stems of *Synsepalum dulcificum* Daniell (Sapotaceae) inhibit human melanoma proliferation, reduce mushroom tyrosinase activity and have antioxidant properties. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 42(2), 204_211. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876107010000994>
- Yan, B., Davachi, S. M., Ravanfar, R., Dadmohammadi, Y., Deisenroth, T. W., Van Pho, T., Odorisio, P., A., Darji, R., H., y Abbaspourrad, A. (2020). Improvement of vitamin C stability in vitamin gummies by encapsulation in casein gel. *Food*

Hydrocolloids,106414. Recuperado de:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X20313886>

Zhu, Y., Guo, Y., Ye, M., y James, F. S. (2005). Separation and simultaneous determination of four artificial sweeteners in food and beverages by ion chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1085(1), 143_146. Recuperado de:<http://www.paper.edu.cn/scholar/showpdf/NUz2QNzIMTT0ExeQh>

Zygler, A., Wasik, A., y Namieśnik, J. (2009). Analytical methodologies for determination of artificial sweeteners in foodstuffs. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 28(9),1082_1102. Recuperado de:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165993609001381>

9. Anexos

9.1 Anexo 1. Morfología del fruto milagroso y tablas referentes del capítulo 1



Figura 7. Fruto milagroso con piel, sin piel y semilla
Terán, 2015

Asp-Ser-Ala-Pro-Asn-Pro-Val-Leu-Asp-Ile-Asp-Gly-Glu-Lys-Leu-Arg-Thr-Gly-Thr-Asn-			
1	5	10	15
Tyr-Tyr-Ile-Val-Pro-Val-Leu-Arg-Asp-His-Gly-Gly-Gly-Leu-Thr-Val-Ser-Ala-Thr-Thr-			
21	25	30	31
Pro-Asn-Gly-Thr-Phe-Val-Cys-Pro-Pro-Arg-Val-Val-Gln-Thr-Arg-Lys-Glu-Val-Asp-His-			
41	45	50	55
Asp-Arg-Pro-Leu-Ala-Phe-Phe-Pro-Glu-Asn-Pro-Lys-Glu-Asp-Val-Val-Arg-Ala-Ser-Thr-			
61	65	70	75
Asp-Leu-Asn-Ile-Asn-Phe-Ser-Ala-Phe-Met-Pro-Cys-Arg-Tip-Thr-Ser-Ser-Thr-Val-Ser-			
81	85	90	95
Arg-Leu-Asp-Lys-Tyr-Asp-Glu-Ser-Thr-Gly-Gln-Tyr-Phe-Val-Thr-Ile-Gly-Gly-Val-Lys-			
101	105	110	115
Gly-Asn-Pro-Gly-Pro-Glu-Thr-Ile-Ser-Ser-Trp-Phe-Lys-Ile-Glu-Glu-Phe-Cys-Gly-Ser-			
121	125	130	135
Gly-Phe-Tyr-Lys-Leu-Val-Phe-Cys-Pro-Thr-Val-Cys-Gly-Ser-Cys-Lys-Val-Lys-Cys-Gly-			
141	145	150	155
Asp-Val-Gly-Ile-Tyr-Ile-Asp-Gln-Lys-Gly-Arg-Arg-Arg-Leu-Ala-Leu-Ser-Asp-Lys-Pro-			
161	165	170	175
Phe-Ala-Phe-Glu-Phe-Asn-Lys-Thr-Val-Tyr-Phe-			
181	185	190	

Figura 8. Forma monomérica de miraculina
Kingham et al., 2010

Tabla 1. Taxonomía de fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*)

Dominio	Eucariota
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Spermatophyta</i>
Subdivisión	<i>Angiospermae</i>
Clase	<i>Dicotyledonae</i>
Orden	Ebenales
Familia	<i>Sapotaceae</i>
Género	<i>Synsepalum</i>
Especie	<i>S. dulcificum</i>

Clasificación taxonómica de la fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*).
Ogunson y Ilori, 2008

Tabla 2. Análisis proximal de *Synsepalum dulcificum*

Componente	Fruta (pulpa)	Hoja
Proteína cruda	10.26±1.46 ^b	8.42±0.72 ^a
Grasa cruda	2.32±0.63 ^b	1.97±0.426 ^a
Carbohidratos	17.44±0.99 ^b	40.38±0.57 ^a
Fibra cruda	3.63±0.35 ^b	17.58±0.42 ^a
Cenizas	3.95±0.25 ^b	2.87±1.24 ^a
Humedad	62.40±1.38 ^b	28.78±1.13 ^a

Composición proximal de pulpa y hojas de *Synsepalum dulcificum*. Media con diferente letra en la misma fila indica diferencia significativa, $p < 0.05$.
Awotedu y Ogunbamowo, 2019

Tabla 3. Contenido de vitaminas en fruta milagrosa

Vitamina	Contenido
Vitamina A (g)	2.54±0.27
Vitamina C (mg/100 g)	1.33±0.24
Vitamina E (mg/100 g)	0.78±0.05

Contenido de vitaminas en pulpa de *Synsepalum dulcificum*. Valores corresponden a la media de tres repeticiones.

Njoku, Ubbaonu, Alagbaoso, Eluchie y Umelo, 2015

Tabla 4. Contenido de minerales en fruta milagrosa

Mineral (mg/Kg)	Fruta (pulpa)	Hoja
Macroelementos		
Calcio	1395±354 ^b	4100±282 ^a
Magnesio	2678.8±88 ^b	3000±131 ^a
Potasio	2900±127 ^b	2500±156 ^a
Sodio	1531±231 ^b	1986±250 ^a
Microelementos		
Zinc	17±1 ^b	52±4 ^a
Hierro	102±2 ^b	243±25 ^a
Cobre	89±18 ^b	48±2 ^a
Manganeso	34±6 ^b	44±10 ^a

Composición mineral de pulpa y hojas de *Synsepalum dulcificum*. Media con diferente letra en la misma fila indica diferencia significativa, $p < 0.05$.

Awotedu y Ogunbamowo, 2019

Tabla 5. Contenido de aminoácidos en fruta milagrosa

Aminoácido	Contenido (g/100 g proteína)
Lisina	1.60
Leucina	2.35
Isoleucina	0.82
Tirosina	0.92
Fenilalanina	1.25
Treonina	0.52
Valina	0.52
Metionina	0.31
Prolina	0.59
Glicina	0.38
Alanina	1.01
Cistina	0.45

Perfil de aminoácidos en pulpa de *Synsepalum dulcificum*. Valores corresponden a la media de tres repeticiones.

Njoku et al., 2015

Tabla 6. Compuestos antinutrientes en *Synsepalum dulcificum*

Antinutriente (mg/100g)	Fruta (pulpa)	Hoja
Oxalatos	28.5±0.011 ^a	31.5±0.022 ^a
Fitatos	34.7±0.013 ^b	59.9±0.019 ^a
Nitratos	95±0.020 ^b	180±0.036 ^a

Antinutrientes en pulpa y hojas de *Synsepalum dulcificum*. Media con diferente letra en la misma fila indica diferencia significativa, $p < 0.05$.

Awotedu y Ogunbamowo, 2019

Tabla 7. Propiedades fisicoquímicas de fruta milagrosa

Característica	Unidad	Valor
Físicas		
Diámetro longitudinal	Mm	9.33±1.15
Diámetro polar	Mm	18.67±1.15
Peso	G	1.28±0.12
Químicas		
Acidez	% Base fresca	0.61±0.02
pH		3.81±0.01
Humedad	% Base fresca	83.37±0.28

Promedios de tres mediciones ± desviación estándar.

Condor, 2019

Tabla 8. Formulación típica para gomita a base de gelatina

Componente	Valor (%)
Jarabe de glucosa (42 DE)	37 – 42
Sacarosa	31 – 34
Agua (para jarabe de azúcar)	9 – 12
Gelatina (250 bloom)	5.0 – 5.5
Agua (para hidratación de gelatina)	9 – 11
Ácido	0.6 – 0.9
Saborizante	0.3 – 0.6
Colorante	0.05 – 0.1

Componentes y porcentajes de una formulación de gomitas a base de gelatina. Marfil, Anhe y Telis, 2012

Tabla 9. Atributos de varios hidrocoloides usados en gomitas

	Almidón	Gelatina	Pectina	Agar	Goma arábica
Nivel de uso (%)	10 – 30	6 – 10	1 – 2	1 – 2	20 – 50
Temp de uso (°C)	20 – 35	30 – 35	75 – 85	35 – 40	20 – 35
Tiempo (h)	12	12 – 16	1	12 – 16	24
Apariencia	Turbia, opaca	Traslúcida	Clara	Clara	Traslúcida
Textura	Suave a firme, fibroso	Elástica, firme	Blando	Blando	Muy firme, duro
Liberación de Sabor	Media	Lenta	Rápida	Rápida	Lenta
Combina con	Gelatina, pectina, goma arábica	Pectina, almidón, goma arábica	Almidón, gelatina	Almidón, gelatina	Almidón, gelatina

Atributos tecnológicos de hidrocoloides empleados en elaboración de gomitas. Hartel, von Elbe y Hofberger, 2018

Tabla 10. Técnicas de cuantificación de miraculina

Técnica	Referencia
Cromatografía de intercambio de iones	Kurihara y Nirasawa, 1997
Cromatografía de filtración en gel	Brower et al., 1968
Western blot y ELISA (Ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas - siglas en inglés)	Sugaya et al., 2008
ELISA con IgG anti-miraculina purificada por afinidad e IgG anti-miraculina conjugada con peroxidasa	Sun et al., 2006

Técnicas para la cuantificación de glucoproteína miraculina.
Ruiz, 2023

Tabla 11. Edulcorantes naturales y artificiales

Edulcorante natural	Dulzor Relativo	Edulcorante artificial	Dulzor relativo*
Sacarosa	1.0	Sacarina	300 – 500
Glucosa	0.6	Acesulfame-K	150 – 300
Fructosa	2.0	Ciclamato	30
Maltosa	0.6	Sucralosa	600
Lactosa	0.25	Aspartame	150 – 200
Glicósidos de esteviol	40 – 300	Neotame	7000 – 13000

Edulcorantes y su dulzor. * Con referencia al dulzor de la sacarosa.
Mohan y Ramalakshmi, 2011

Tabla 12. Clasificación de edulcorantes según su intensidad edulcorante

Edulcorante	Numero-E	Dulzor*	Edulcorante	Numero-E	Dulzor*
Intensos			De volumen		
Acesulfame-K	E950	200	Eritritol	E968	0.6 – 0.8
Aspartame	E951	180 – 200	Isomaltosa	E953	0.5
Ciclamato	E952	30	Lactitol	E966	0.5
Neohesperidin	E959	1900	Maltitol	E965	1
Sacarina	E954	300 – 500	Manitol	E421	0.7
Sucralosa	E955	600	Sorbitol	E420	0.5
Taumatina	E957	2000 – 3000	Xylitol	E967	1

Características de edulcorantes. * comparados con sacarosa.
Mortensen, 2006

Tabla 13. Técnicas analíticas de determinación de edulcorantes

Técnica analítica	Muestra
Análisis de Inyección de Flujo (FIA) con detección espectrofotométrica	Edulcorante de mesa
HPLC-UV-ELCD	Bebidas, edulcorantes de mesa en polvo
HPLC-detector de conductividad Suprimida	Bebidas gaseosas carbonatadas, jugos de frutas, conservas de frutas
(Cromatografía eletrocinética micelar) MEKC-UV	Bebidas soft, bebidas carbonatadas, mermeladas
(Isotacoforésis capilar) CITP-detector de conductividad	Caramelos, gomas de mascar

Técnica analítica y muestra de alimento analizado.

Zygler, Wasik y Namiesnik, 2009

Tabla 14. Valor IG de edulcorantes

Edulcorante	IG	Tipo
Eritritol	0	Alcohol de azúcar
Fructosa	19 – 23	Monosacárido
Isomaltitol	2	Alcohol de azúcar
Lactosa	46	Disacárido
Maltitol	35 – 52	Alcohol de azúcar
Sorbitol	9	Alcohol de azúcar
Sacarosa	61 - 65	Disacárido

Edulcorantes y sus valores de IG.

Godshall, 2007

9.2 Anexo 2. Formulario de evaluación sensorial y tablas

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL

FORMULARIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Instrucciones:

1. Siga las indicaciones señaladas por el organizador.
2. Recuerde que **su respuesta es anónima**.
3. Responda de manera honesta de acuerdo a su percepción.
4. Evite interactuar con los demás participantes durante la duración de la degustación.
5. Califique cada parámetro empleando un valor de 1 a 5 de la escala detallada a continuación.
6. Si necesita ayuda o tiene dudas levante la mano para recibir asistencia.

Escala hedónica de evaluación sensorial	Valor	Nivel de aceptación
	1	Me disgusta mucho
	2	Me disgusta poco
	3	Ni me gusta, ni disgusta
	4	Me gusta poco
	5	Me gusta mucho

Código	Sabor	Color	Textura	Aceptación general

Observaciones:

¡Gracias por su participación!

Figura 9. Variables a medir del producto en estudio, según las características organolépticas del mismo
 Ruiz, 2023

9.3 Anexo 3. Tabulación de evaluación sensorial

Tabla 1. Test de aceptabilidad – sabor

TEXTURA			
PANELISTAS	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 3
1	4	4	5
2	3	4	5
3	3	5	5
4	5	5	5
5	3	4	4
6	4	5	5
7	4	4	4
8	5	5	5
9	3	3	5
10	5	3	5
11	5	3	5
12	4	3	4
13	4	5	4
14	4	4	5
15	4	4	5
16	4	4	5
17	4	3	5
18	4	5	4
19	4	4	4
20	4	4	4
21	5	4	4
22	5	3	5
23	4	3	4
24	3	4	5
25	5	3	4
26	5	2	4
27	4	3	4
28	3	4	5
29	4	3	5
30	3	3	5

Figura 10. Datos obtenidos de la evaluación sensorial de la textura
Ruiz, 2023

Tabla 2. Test de aceptabilidad – sabor

SABOR			
PANELISTAS	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 3
1	3	2	5
2	4	2	4
3	4	2	5
4	4	4	5
5	3	2	5
6	3	4	5
7	3	4	4
8	3	3	4
9	5	5	4
10	5	2	4
11	2	2	4
12	3	2	5
13	2	2	5
14	2	3	5
15	2	3	5
16	2	4	4
17	2	2	4
18	3	3	5
19	3	3	5
20	3	3	5
21	4	4	4
22	3	5	5
23	3	3	4
24	3	3	4
25	4	4	5
26	4	5	4
27	4	5	5
28	4	3	4
29	4	4	4
30	4	5	5

Figura 11. Datos obtenidos de la evaluación sensorial del sabor
Ruiz, 2023

Tabla 3. Test de aceptabilidad – color

COLOR			
PANELISTAS	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 3
1	4	2	5
2	4	4	5
3	4	3	5
4	2	4	4
5	4	3	2
6	4	4	5
7	4	2	5
8	4	4	5
9	4	4	5
10	4	5	4
11	4	4	4
12	4	3	5
13	4	4	5
14	3	3	5
15	3	4	4
16	3	3	5
17	5	3	5
18	4	2	5
19	3	4	5
20	3	4	1
21	3	2	4
22	4	3	5
23	4	4	5
24	5	3	5
25	3	3	4
26	3	4	4
27	5	4	5
28	3	2	5
29	3	4	4
30	3	4	4

Figura 12. Datos obtenidos de la evaluación sensorial del color
 Ruiz, 2023

Tabla 4. Test de aceptabilidad – aceptación general

COLOR			
PANELISTAS	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 3
1	5	4	5
2	5	4	5
3	4	3	5
4	4	5	5
5	3	4	5
6	4	4	5
7	3	4	5
8	3	3	4
9	4	5	4
10	4	4	4
11	5	4	5
12	4	4	5
13	4	4	5
14	3	3	5
15	3	3	4
16	4	4	4
17	4	3	4
18	4	4	5
19	4	3	5
20	5	4	5
21	3	3	4
22	3	4	4
23	3	4	5
24	3	5	4
25	3	5	5
26	4	4	5
27	4	3	5
28	4	3	5
29	4	4	4
30	4	4	5

Figura 13. Datos obtenidos de la evaluación sensorial del color
Ruiz, 2023

9.4 Anexo 4. Tablas de análisis de varianza de los atributos de las gomitas

Tabla 19. Análisis de la varianza de textura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Valor	90	0,21	0,19	16,72

Análisis de varianza de la textura.
Ruiz, 2023

Tabla 20. Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III) de la textura

F.V.	SC	gl	CM	F	P – valor
Modelo	10,87	2	5,43	11,38	<0,0001
Tratamiento	10,87	2	5,43	11,38	<0,0001
Error	41,53	87	0,48		
Total	52,40	89			

Análisis de la varianza ANOVA en base a los tres tratamientos.
Ruiz, 2023

Tabla 22. Análisis de la varianza del sabor

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Valor	90	0,34	0,32	23,10

Análisis de varianza del sabor.
Ruiz, 2023

Tabla 23. Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III) del sabor

F.V.	SC	GI	CM	F	P – valor
Modelo	32,09	2	16,04	22,09	<0,0001
tratamientos	32,09	2	16,04	22,09	<0,0001
Error	63,20	87	0,73		
Total	95,29	89			

Análisis de la varianza ANOVA del atributo sabor en base a los tres tratamientos.
Ruiz, 2023

Tabla 25. Análisis de la varianza del color

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Valor	90	0,24	0,22	21,48

Análisis de la varianza del color.
Ruiz, 2023

Tabla 26. Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III) del color

F.V.	SC	gl	CM	F	P – valor
Modelo	18,49	2	9,24	13,56	<0,0001
Tratamiento	18,49	2	9,24	13,56	<0,0001
Error	59,33	87	0,68		
Total	77,82	89			

Análisis de varianza ANOVA en base a los tres tratamientos.
Ruiz, 2023

Tabla 28. Análisis de la varianza de la aceptación general

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Valor	90	0,31	0,30	14,71

Análisis de la varianza de la aceptación general.
Ruiz, 2023

Tabla 29. Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III) de aceptación general

F.V	SC	gl	CM	F	P – valor
Modelo	14,47	2	7,23	19,89	<0,0001
Tratamientos	14,47	2	7,23	19,89	<0,0001
Error	31,63	87	0,36		
Total	46,10	89			

Análisis de la varianza ANOVA en base a los tres tratamientos.
Ruiz, 2023

9.5 Anexo 5. Informe de resultados obtenidos en las tres muestras del T3



**ANALYTICAL
LABORATORIES**
TESTING & CONSULTING

INFORME DE RESULTADOS
IDR 32817-2022

Fecha: 11 de Mayo del 2022

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	RUIZ GUZMAN KARIEL ADRIAN					
Dirección	Cda las Terrazas					
Teléfono	0992565071					
Contacto	Sr. Kariel Ruiz					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Gomita masticable	Cantidad	Aprox. 150 g			
No. de muestras	1 (n=3)	Lote	N/A			
Presentación	Funda plástica estéril	Fecha de recepción	04 de Mayo del 2022			
Colecta de muestra	Realizado por Cliente	Fecha de colecta de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	25.7	Humedad (%)	64.1			
Fecha de Inicio de Análisis	05 de Mayo del 2022					
Fecha de Finalización del análisis	11 de Mayo del 2022					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Limite de Cuantificación
Uso de la fruta Milagrosa (Synsepalum dulcificum) en el desarrollo de una gomita masticable con actividad antioxidante	UBA-32817-1	Sacarosa	Perez et. al, 2005 (Cromatografía)	68.32	%	-
		Humedad	AOAC 930.15 (Gravimetría)	7.45	%	-
		Coliformes Totales	BAM-FDA CAP. #4 2002 (Recuento en placa)	<3	NMP/g	-
		Hongos y Levaduras	INEN 1529-10 1998 (Recuento en placa)	<10	UFC/g	-
		Actividad Antioxidante DPPH (IC50)	(DPPH Method) (Espectrofotometría)	0.38 IC50 (Ac Gálico) 0.11 IC50 (Ac Ascórbico)	mg/mL	-
Observaciones: 1. Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote. 2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio. 3. Nomenclatura: N.D. = No Detectable; N. A= No Aplica. 4. <10 = Ausencia de crecimiento en la menor dilución empleada. 5. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.						

FOR ADM. 04 R01

Página 1 de 1


Av. Carlos L. Plaza Oshin, Cda. La Fát. Mz. 20-solar 12 frente al primer bloque de la Atarazana
 Conmutador: 04-2288 578 / 04 6217 745 - Celular: 09 9273 7300 / 09 6478 0673
 Email: rmontoya@uba-lab.com
 Guayaquil - Ecuador

www.uba-lab.com



Figura 14. Resultados de los análisis de sacarosa, humedad, coliformes totales, hongos y levadura Ruiz, 2023



INFORME DE RESULTADOS IDR 32817-2022

Fecha: 8 de septiembre del 2022

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	RUIZ GUZMAN KARIEL ADRIAN					
Dirección	Cda las Terrazas					
Teléfono	0992565071					
Contacto	Sr. Kariel Ruiz					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Gomita masticable	Cantidad	Aprox. 150 g			
No. de muestras	1 (n=3)	Lote	N/A			
Presentación	Funda plástica estéril	Fecha de recepción	04 de Mayo del 2022			
Colecta de muestra	Realizado por Cliente	Fecha de colecta de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	25.7	Humedad (%)	64.1			
Fecha de Inicio de Análisis	05 de Mayo del 2022					
Fecha de Finalización del análisis	11 de Mayo del 2022					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Limite de Cuantificación
Uso de la fruta Milagrosa (Synsepalum dulcificum) en el desarrollo de una gomita masticable con actividad antioxidante	UBA-32817-1	Actividad Antioxidante DPPH (IC50)	(DPPH Method) (Espectrofotometría)	Concentración 500	mg/mL	---
				Absorbancia final 0,235		
				Concentración 100		
				Absorbancia final 0,343		
				Concentración 100		
				Absorbancia final 0,472		
Concentración 10						
Absorbancia final 0,65						

FOR ADM. 04 R01

Página 1 de 1



Av. Carlos L. Plaza Darín, Cda. La TAE Mz. 20 solar 12 (Frente al primer bloque de la Atarazana)
 Conmutador: 04 2286 578 / 04 6017 745 Celular: 09 9273 7500 / 09 8478 0671
 Email: informes@uba-lab.com
 Guayaquil - Ecuador

www.uba-lab.com



Figura 15. Resultados de los análisis de sacarosa, humedad, coliformes totales, hongo y levadura Ruiz, 2023

9.6 Anexo 6. Evidencia para la obtención de las gomitas



Figura 16. Ingredientes para procesamiento del producto
Ruiz, 2023



Figura 17. Secado del producto en proceso
Ruiz, 2023



Figura 18. Molido
Ruiz, 2023



Figura 19. Pesado de ingredientes
Ruiz, 2023



Figura 20. Mezclado de ingredientes
Ruiz, 2023



Figura 21. Medición de la temperatura
Ruiz, 2023



Figura 22. Moldeado
Ruiz, 2023



Figura 23. Reposo
Ruiz, 2023



Figura 24. Obtención del producto final
Ruiz, 2023



Figura 25. Empaquetado
Ruiz, 2023



Figura 26. Test Sensorial de textura
Ruiz, 2023



Figura 27. Test Sensorial del olor
Ruiz, 2023



Figura 28. Test Sensorial de la aceptación general
Ruiz, 2023

9.7 Anexo 7. Datos estadísticos de prueba ANOVA y Tukey al 5% de probabilidad

Nueva tabla : 19/5/2022 - 17:38:27 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Valor	50	0,21	0,15	16,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,87	2	5,43	11,38	<0,0001
Tratamientos	10,87	2	5,43	11,38	<0,0001
Error	41,53	87	0,48		
Total	52,40	89			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,42539
Error: 0,4774 gl: 87

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2	3,77	30	0,13 A
T1	4,03	30	0,13 A
T3	4,60	30	0,13 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 29. Análisis sensorial - textura
Ruiz, 2023

Nueva tabla_2 : 19/5/2022 - 17:46:27 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Valor	90	0,34	0,32	23,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32,09	2	16,04	22,09	<0,0001
Tratamientos	32,09	2	16,04	22,09	<0,0001
Error	63,20	87	0,73		
Total	95,29	89			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,52474
Error: 0,7264 gl: 87

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2	3,27	30	0,16 A
T1	3,27	30	0,16 A
T3	4,53	30	0,16 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 30. Análisis sensorial - sabor
Ruiz, 2023

Nueva tabla : 19/5/2022 - 18:34:51 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Valor	90	0,24	0,22	21,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,49	2	9,24	13,56	<0,0001
Tratamientos	18,49	2	9,24	13,56	<0,0001
Error	59,33	87	0,68		
Total	77,82	89			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,50844

Error: 0,6820 gl: 87

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2	3,40	30	0,15 A
T1	3,67	30	0,15 A
T3	4,47	30	0,15 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 31. Análisis sensorial - color
Ruiz, 2023

Nueva tabla : 19/5/2022 - 18:39:27 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Valor	90	0,31	0,30	14,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,47	2	7,23	19,89	<0,0001
Tratamientos	14,47	2	7,23	19,89	<0,0001
Error	31,63	87	0,36		
Total	46,10	89			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,37125

Error: 0,3636 gl: 87

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1	3,80	30	0,11 A
T2	3,83	30	0,11 A
T3	4,67	30	0,11 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 32. Análisis sensorial - aceptación general
Ruiz, 2023

9.8 Anexo 8. Norma Técnica INEN 2217



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2217:2012
Primera revisión

PRODUCTOS DE CONFITERÍA. CARAMELOS, PASTILLAS, GRAGEAS, GOMITAS Y TURRONES. REQUISITOS.

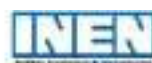
Primera Edición

CONFECTIONERY PRODUCTS. CANDIES, PILLS, SUGAR COATED, GUMS AND NOUGATS. REQUIREMENTS.

First Edition

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, azúcar, productos de azúcar, almidón, productos de confitería, dulces, confites, caramelos, pastillas, grageas, gomitas, turrones, requiltes.
AL 02.09-401
CUI: 664.14
CIIU: 3118
ICS: 67.180.10

CDU: 664.14
ICS: 67.180.10



CIU: 3119
AL 02.09-401

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	PRODUCTOS DE CONFITERÍA. CAMELOS, PASTILLAS, GRAGEAS, GOMITAS Y TURRONES. REQUISITOS.	NTE INEN 2217:2012 Primera revisión 2012-07
1. OBJETO 1.1 Esta norma establece los requisitos y características que deben cumplir los caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrones. 2. ALCANCE 2.1 Esta norma se aplica a los caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrones; se incluye a los dietéticos. 3. DEFINICIONES 3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones: 3.1.1 <i>Caramelos</i>. Son productos de consistencia sólida o semisólida que se obtienen del cocimiento de un almíbar de azúcares y agua, y que pueden contener o no otras sustancias y aditivos alimenticios permitidos. 3.1.2 <i>Caramelos duros</i>. Son productos elaborados a base de azúcares en forma de almíbar, que adquieren una consistencia sólida y quebradiza al enfriarse. 3.1.2.1 <i>Chupetas o paletas</i>. Son caramelos duros, rellenos o no, recubiertos o no que tienen incorporado un soporte no comestible de material autorizado por la autoridad sanitaria competente (madera, plástico, cartón, etc.) 3.1.3 <i>Caramelos blandos</i>. Son productos fácilmente masticables elaborados a base de azúcares en forma de almíbar, que adquieren una consistencia semisólida, gelatinosa o pastosa, cuando están fríos. 3.1.3.1 <i>Toffees</i>. Son caramelos blandos elaborados a base de un almíbar de azúcares y leche, que pueden contener mantquilla u otra grasa comestible. 3.1.4 <i>Caramelos rellenos</i>. Son caramelos duros o blandos que contienen en su interior ingredientes líquidos, sólidos o semisólidos de grado alimentario. 3.1.5 <i>Caramelos recubiertos</i>. Son caramelos duros o blandos con o sin relleno, recubiertos por una capa de azúcar o chocolate. 3.1.6 <i>Caramelo líquido ó crema de caramelo</i>. Son los caramelos que mantienen una consistencia viscosa, semilíquida o líquida al enfriarse y dispensarse durante su uso. 3.1.7 <i>Grageas</i>. Son confites formados por un núcleo de almendras, avellanas, maní, frutas, chocolate y otros similares o bien, por una pasta de dichos productos molidos como azúcares; dicho núcleo está recubierto por una capa de azúcar o chocolate, abrillantada o no, y pueden contener otras sustancias y aditivos alimenticios permitidos. 3.1.8 <i>Pastillas o comprimidos</i>. Son productos obtenidos por compresión o moldeado de una mezcla de azúcar en polvo adicionada de gomas, dextrinas o estearatos y otras sustancias y aditivos alimentarios permitidos; pueden ser recubiertos o no. 3.1.9 <i>Gomitas</i>. Son productos obtenidos por mezcla de gomas naturales, gelatinas, pectina, agar-agar, glucosa, almidón, azúcares y otras sustancias y aditivos alimentarios permitidos. (Continúa) DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, azúcar, productos de azúcar, almidón, productos de confitería, dulces, confites, caramelo, pastilla, gragea, gomita, turrones, requisitos.		

3.1.9.1 Malvaviscos (marshmelows). Son gomitas que contienen albúmina lo que le da una consistencia plástica y esponjosa, recubiertas o no.

3.1.10 Turrones. Son productos constituidos por una masa sólida o semisólida elaborado a base de un almibar de azúcar refinada o no, glucosa, miel de abejas, albúmina, gelatina, frutas confitadas o cristalizadas, frutos secos (ajonjolí, maní, almendras, avellanas, nueces, etc.), y otras sustancias y aditivos alimentarios permitidos, pueden ser recubiertos o no.

3.1.10.1 Turón duro. Es el turón de consistencia dura y quebradiza que puede tener o no frutos secos tostados (ajonjolí, maní, almendras, avellanas, nueces, etc.) y/o frutas confitadas distribuidas en la masa.

3.1.10.2 Turón blando. Es el turón de consistencia semisólida que puede o no tener frutos secos tostados (ajonjolí, maní, almendras, avellanas, nueces, etc.) y/o frutas confitadas distribuidas en la masa.

3.1.11 Dulces dietéticos. Son los caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrones cuyo contenido de carbohidratos (dextrosa, azúcar invertido, disacáridos digeribles, almidones, dextrina) no es mayor al 8 %. La sustitución total o parcial de estos carbohidratos puede ser hecha por polialcoholes (sorbitol, manitol, maltitol, xilitol, etc) solos o mezclados.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 Los caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrones de acuerdo a la naturaleza de sus ingredientes y a su proceso de fabricación se clasifican en:

4.1.1 Caramelos

4.1.1.1 Caramelos duros

- a) simples,
- b) rellenos,
- c) recubiertos,
- d) rellenos y recubiertos.

4.1.1.2 Caramelos blandos

- a) simples,
- b) rellenos,
- c) recubiertos,
- d) rellenos y recubiertos.

4.1.1.3 Caramelo líquido o crema de caramelo

4.1.2 Pastillas o comprimidos

4.1.3 Grageas

4.1.4 Gomitas

- a) simples,
- b) recubiertas,

4.1.4.1 Malvaviscos

- a) simples,
- b) recubiertos,

(Continúa)

4.1.5 Turrone**4.1.5.1 Turrone duros**

- a) simples,
- b) rellenos,
- c) recubiertos,
- d) rellenos y recubiertos,

4.1.5.2 Turrone blandos

- a) simples,
- b) rellenos,
- c) recubiertos,
- d) rellenos y recubiertos,

4.1.6 Dulces dietéticos

- a) caramelos,
- b) pastillas,
- c) grageas,
- d) gomitas,
- e) turrone.

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 El producto al ser evaluado sensorialmente debe tener color, sabor y olor característicos. No debe presentar rancidez, debe estar libre de restos de insectos y de material extraño.

5.2 El producto al ser analizado no debe presentar deterioro físico, químico ni microbiológico.

5.3 En la elaboración de caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrone se podrá utilizar edulcorantes nutritivos como: azúcar refinado, azúcar sin refinar, jarabe de glucosa, azúcar invertido, miel o fructosa.

5.4 Se recomienda que los productos contemplados por las disposiciones de la presente norma se preparen y manipulen de conformidad con lo establecido en la legislación nacional vigente sobre Buenas prácticas de manufactura para alimentos procesados.

5.5 Los productos que se usen como relleno y recubrimiento deben cumplir con las especificaciones de su norma correspondiente.

6. REQUISITOS**6.1 Requisitos específicos**

6.1.1 Requisitos para los caramelos duros. Los caramelos duros deben cumplir con los requisitos especificados en la tabla 1.

TABLA 1.

Requisito	Contenido máximo	Método de ensayo
Humedad, % (en fábrica)	3,0	NTE INEN 265
Sacarosa, %	90,0	AOAC 930.36
Azúcares reductores, %	23,0	AOAC 31.037

(Continúa)

6.1.2 Requisitos para los caramelos blandos. Los caramelos blandos deben cumplir con los requisitos especificados en la tabla 2.

TABLA 2.

Requisito	Toffess		Caramelos blandos		Método de ensayo
	Min	Max	Min	Max	
Humedad, %		10,0		10,0	NTE INEN 265
Sacarosa, %	-	65,0	-	65,0	AOAC 930.36
Grasa total, %	3,0	-	3,0	-	NTE INEN 12, Método Röse Gottlieb
Proteína, % (% N x 6,38)	2,5	-	-	-	AOAC 920.176

6.1.3 Requisitos para los caramelos líquidos. Los caramelos líquidos o crema líquida deben cumplir con los requisitos especificados en la tabla 3.

TABLA 3.

Requisito	Contenido máximo	Método de ensayo
Sacarosa, %	65,0	AOAC 930.36

6.1.4 Requisitos para las pastillas. Las pastillas deben cumplir con los requisitos especificados en la tabla 4.

TABLA 4.

Requisito	Contenido máximo	Método de ensayo
Humedad, %	5,0	NTE INEN 265

6.1.5 Requisitos para las grageas. Las grageas deben cumplir con los requisitos especificados en la tabla 5.

TABLA 5

Requisito	Contenido máximo	Método de ensayo
Humedad, %	10,0	NTE INEN 265

6.1.6 Requisitos para las gomitas. Las gomitas deben cumplir con los requisitos especificados en la tabla 6.

TABLA 6.

Requisito	Min	Max	Método de ensayo
Humedad, %	-	25,0	NTE INEN 265
Sacarosa, %	-	50,0	AOAC 930.36

6.1.7 Requisitos para los turrónes. Los turrónes deben cumplir con los requisitos especificados en las tablas.

(Continúa)

TABLA 7.

Requisito	Min	Max	Método de ensayo
Humedad, %	-	20,0	NTE INEN 265
Azúcares Totales, %			
- Simples	-	90,0	AOAC 31.037
- Rellenos y/o recubiertos	-	75,0	AOAC 31.037
Recubrimiento, % *	-	30,0	Por diferencia de peso, luego de haber retirado el recubrimiento
Frutos secos y/o fruta confitada, % **	9,0	-	Por diferencia de peso, luego de haber separado los frutos secos y/o fruta confitada

* Si el turrón tiene recubrimiento

** Si el turrón contiene frutos secos y/o fruta confitada

6.1.8 Requisitos microbiológicos. Los productos contemplados en esta norma deben cumplir con los requisitos microbiológicos especificados en la tabla 8.

TABLA 8. Requisitos microbiológicos

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
NMP Coliformes fecales/g	5	< 3	-	0	NTE INEN 1529-6
Mohos y levaduras, UFC/g:					
- caramelos duros, caramelos líquidos	5	$5,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^2$	1	NTE INEN 1529-10
- caramelos blandos y toffes	5	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$	1	NTE INEN 1529-10
- pastillas, o comprimidos	5	$2,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	1	NTE INEN 1529-10
- grageas y turrónes	5	$1,0 \times 10^3$	-	0	NTE INEN 1529-10
- gomitas	5	$3,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$	1	NTE INEN 1529-10
Estafilococos aureus UFC/g*		$< 1,0 \times 10^1$	-	0	NTE INEN 1529-14

* Este parámetro se debe evaluar únicamente en toffes y turrónes

UFC = unidades formadoras de colonias

NMP = número más probable

Donde:

n = número de unidades de muestra

m = nivel de aceptación

M = nivel de rechazo

c = número de unidades defectuosas que se aceptan

6.1.9 El relleno de los confites en general no podrán ser menores:

- 8 % de la masa del producto, para rellenos líquidos;
- 6 % de la masa del producto, para rellenos sólidos.

6.1.10 Aditivos alimentarios. Se permite el uso de los aditivos enlistados en la NTE INEN 2074

6.1.11 Contaminantes. Los límites máximos permitidos de metales tóxicos en los productos de confitería en general, serán los que se especifican en la tabla 9.

TABLA 9. Límites máximos permitidos para metales tóxicos

Metales tóxicos	Límites máximos, mg/kg	Método de ensayo
Arsénico, como As	0,2	NTE INEN 269
Plomo, como Pb	0,1	NTE INEN 271

(Continúa)

6.2 Requisitos complementarios

6.2.1 Almacenamiento y transporte

6.2.1.1 Las condiciones de almacenamiento y transporte deben cumplir con las normas higiénicas sanitarias vigentes.

6.2.2 Las unidades de comercialización de este producto deben cumplir con lo dispuesto en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

7. INSPECCIÓN

7.1 Muestreo

7.1.1 Las muestras se deben tomar en un lugar protegido y no expuesto a la lluvia, al calor, al aire, al polvo o al hollín.

7.1.2 Los instrumentos de muestreo se deben limpiar y secar antes y después de su uso; para el caso de las muestras para análisis microbiológico los instrumentos deben ser esterilizados.

7.1.3 Se deben tomar precauciones para proteger el producto que se está muestreando, las muestras, los instrumentos de muestreo y los recipientes para guardar las muestras, contra cualquier posible contaminación.

7.1.4 Las muestras se deben colocar en recipientes limpios y secos, los cuales deben ser de tamaño apropiado para que se llenen completamente de muestra, teniendo la precaución de que esta no quede apretada.

7.1.5 Cada unidad de muestreo se debe sellar herméticamente después de llenada, y luego debe rotularse con la información completa sobre la muestra y el muestreo; esta información debe incluir lo siguiente: fecha de muestreo, número de código o de lote, lugar del muestreo, nombre del fabricante y cualquier otro aspecto que se considere importante.

7.1.6 Las muestras deben almacenarse de tal manera que no sufran cambios o alteraciones.

7.1.7 El número de recipientes para formar la muestra global se indica en la tabla 15, para el análisis microbiológico se tomará mínimo 3 muestras por lote.

TABLA 10.

Tamaño de lote (N)	Tamaño de muestra (n)	
	Presentación menor a 500 g	Presentación mayor a 500 g
Hasta 25	5	3
26 a 100	6	4
101 a 300	9	5
301 a 500	12	7
más de 500	15	9

7.1.8 La selección de las unidades de muestreo de un lote se debe hacer al azar y de manera que se tengan unidades de todas las partes del lote; para este propósito se debe emplear una tabla de números al azar. Si no se dispone de dicha tabla se puede adoptar el procedimiento siguiente: se numeran las unidades 1, 2, 3..., r comenzando por cualquier unidad y en el orden que se desee y cada n -ésima unidad constituirá la unidad de muestreo a seleccionar. El valor de " r " resulta de dividir el tamaño del lote (N), para el número de unidades de muestreo a seleccionar (n).

7.1.9 *Toma de muestras para el análisis microbiológico.* Las muestras para el análisis microbiológico deben ser rotuladas con toda la información relacionada con el muestreo y ser trasladados lo antes posible al laboratorio respectivo para sus análisis correspondientes.

(Continúa)

7.1.10 Toma de muestras para el análisis físico y químico. De cada unidad de muestreo que se selecciona se sacan cantidades aproximadamente iguales para hacer una muestra compuesta de 1 kg. Esta muestra se divide en tres partes iguales, se transfiere a recipientes secos y limpios, se sellan herméticamente y se rotulan como se indica en 7.1.5. Una de estas muestras compuestas debe ser para el fabricante, la otra para el laboratorio donde se realizan los análisis y la tercera es una contra muestra.

7.1.11 Cuando las unidades de muestreo contengan confites de diferentes clases, en un mismo envase, los confites de cada clase se deben separar y la unidad de muestreo para cada clase se debe extraer como se indica en 7.1.8.

7.2 Aceptación o rechazo. Se acepta el lote si todas las muestras analizadas cumplen con los requisitos especificados en la presente norma; caso contrario se rechaza el lote.

8. ENVASADO Y EMBALADO

8.1 Los productos de confitería deben expendirse en envases asépticos, que aseguren la adecuada conservación y calidad del producto.

8.2 Los productos de confitería deben acondicionarse en envases cuyo material, en contacto con el producto, sea resistente a su acción y no altere las características organolépticas del mismo.

8.3 El embalaje debe hacerse en condiciones que mantenga las características del producto y aseguren su inocuidad durante el almacenamiento, transporte y expendio.

8.4 Pueden utilizarse embalajes en diversas formas o figuras para contener y presentar el producto.

9. ROTULADO

9.1 El Rotulado de este producto debe cumplir con los requisitos establecidos en el RTE INEN 022.

NOTA: Los requisitos se verificarán con los métodos de ensayo de las Normas Técnicas Ecuatorianas, en caso de que estas no existan se utilizará los métodos de la AQAC en su última edición.

(Continúa)

Figura 33. Norma Técnica INEN 2017
Ruiz, 2023