



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

ELABORACIÓN DE UNA GELATINA HIPOCALÓRICA CON EL
EXTRACTO DE LA FRUTA MILAGROSA (*Synsepalum dulcifum*)

AUTOR

Ana María Ortiz Bassante

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

ELABORACIÓN DE UNA GELATINA HIPOCALÓRICA CON EL EXTRACTO
DE LA FRUTA MILAGROSA (*Synsepalum dulcificum*)

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniera Agroindustrial y de Alimentos

Profesor Guía

PhD. María Elizabeth Mosquera Quelal

Autor

Ana María Ortiz Bassante

Año

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

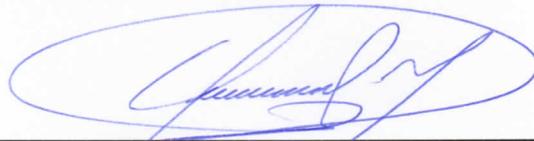
"Declaro haber dirigido el trabajo, Elaboración de una gelatina hipocalórica con el extracto de la fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*), a través de reuniones periódicas con el estudiante Ana María Ortiz Bassante, en el semestre 202010 orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



María Elizabeth Mosquera Quelal
Doctora en Ingeniería Industrial
CI. 171504419-2

DECLARACIÓN PROFESOR CORRECTOR

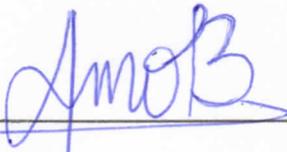
"Declaro haber revisado este trabajo, Elaboración de una gelatina hipocalórica con el extracto de la fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*), de la estudiante Ana María Ortiz Bassante, en el semestre 202010, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



Pablo Santiago Moncayo Moncayo
Doctor en Ingeniería Industrial
CI. 171236750-5

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”



Ana María Ortiz Bassante

CI.172093397-5

AGRADECIMIENTOS

Al haber culminado este trabajo de titulación quisiera agradecer a las personas que me permitieron alcanzar este y muchos logros más a lo largo de mi vida.

A Dios por siempre guiar mi camino y brindarme oportunidades que nunca me hubiera imaginado.

A mis padres por haberme enseñado a luchar por mis sueños y vencer mis más grandes miedos.

A mis dos hermanas que siempre con su ejemplo me incentivan a ser mejor.

A esa persona tan especial, que nunca soltó mi mano.

A mis amigos que hicieron esta la mejor experiencia de mi vida.

DEDICATORIA

A las tres mujeres que más amo.
Mi madre, la razón de mi vida.
Michelle, mi felicidad. Nicole, mi
paz.

RESUMEN

La fruta milagrosa proviene de un arbusto tropical *Synsepalum dulcificum* perteneciente a la familia Sapotaceae, descubierto en el oeste de África en 1725 por exploradores europeos en tribus locales. El fruto tiene la singularidad de contener una glucoproteína que enmascara los sabores ácidos convirtiendo estos en dulces; esta propiedad llama la atención para incursionar en nuevas líneas de aplicación industrial, este es el caso de su utilización como agente modificador del sabor en productos bajos en azúcares simples. En el Ecuador, la diabetes es la segunda causa de muerte con 4.693 personas en el año 2018. Por este motivo, se ha visto la oportunidad en la elaboración de una gelatina hipocalórica con el extracto de la fruta milagrosa. La investigación se desarrolló a través de los objetivos, a saber: se formuló la gelatina comestible baja en azúcares, se determinó el tiempo de vida útil mediante la adición de aceites esenciales, más adelante, se evaluó el efecto de la miraculina a través de pruebas de aceptabilidad y finalmente, se valoró el costo – beneficio del producto elaborado. Para la formulación de la gelatina comestible, se plantearon tres tratamientos con diferente proporción de fruta milagrosa. El tratamiento No.2, se definió como óptimo para la elaboración de la gelatina, debido al cumplimiento con los requerimientos establecidos en la norma para gelatinas comestibles y por el efecto que produce la cantidad establecida del extracto de fruta milagrosa en su formulación, ya que los otros tratamientos con dosis menores y mayores, provoca una acción tardía de la miraculina y una saciedad inmediata, respectivamente. La aplicación de aceites esenciales permitió determinar el tiempo de vida útil a 30 días, no obstante, el efecto de sinéresis provoca que la gelatina pierda su estado coloidal, por esto debe permanecer en temperaturas de refrigeración. El análisis sensorial facilitó la oportunidad de evaluar la aceptación del potencial consumidor a la gelatina comestible, la apreciación del efecto de la miraculina y el posible uso como alternativa al azúcar. De la misma manera, fue importante conocer la factibilidad de fabricación a través de un análisis beneficio - costo, donde se observó que el proyecto es viable debido a la utilidad de 30 centavos por cada dólar invertido. El punto de equilibrio señaló

que se deben vender 805 unidades para generar utilidad, y 3 106.36 dólares para cubrir los costos de producción.

Palabras clave: miraculina, azúcar, enfermedades, gelatina hipocalórica, aceites esenciales.

ABSTRACT

The *Synsepalum dulcificum*, also known as the miracle fruit, is part of the Sapotaceae family and was discovered in West Africa in 1725 by European explorers in local tribes. The fruit contains a glycoprotein called miraculin which when consumed causes sour food to taste sweet. This important property has caught attention of research and how it can be applied in new and different applications such as modifying foods that are low in sugar to taste sweet. In Ecuador, diabetes is the second most common cause of death with 4,693 deaths occurring in 2018. For this reason, using an extract from the miracle fruit, there is an opportunity to produce a hypocaloric gelatin. Testing, mainly looking at an edible gelatin low in sugars formulation, the shelf life was determined by the addition of essential oils, later, the effect of miraculin was evaluated through acceptability testing, value for cost benefit testing, and finally ensuring compliance with good manufacturing practices in accordance with NTE INEN 1961. For the production of the gelatin and to verify its microbiological stability, three different treatments with different portions of the miraculous fruit were tested. The testing was carried out for a month, with observations occurring every 10 days with respect to bacteria, moisture percentage and hydrogen potential. The application of essential oils allowed to determine the shelf life at 30 days, however, the effect of syneresis causes the gelatin to lose its colloidal state, so it must remain in cooling temperatures. Out of the three trial, group 2 was the optimal choice to produce this gelatin as it complied with the requirements for edible gelatin as the other two groups, which and higher and lower does, caused a delayed reaction in miraculin. Sensory analysis facilitated the opportunity to understand the acceptance of the potential consumer to consume, the appreciation of the effect of miraculin, and the possible use as an alternative to sugar. It is also important to know the feasibility of manufacturing through a cost-benefit analysis, where it was observed that the product is viable due to the profit of 30 cents for every dollar invested has an advantage due to being innovative and not having direct competition. The breakeven point indicated that 805 units must be sold to generate a profit, and \$ 3 106.36 to cover production costs.

Keywords; miraculin, sugar, diseases, low-calorie gelatin, essential oils.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	3
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 La fruta milagrosa (<i>Synsepalum dulcificum</i>)	4
2.1.1 Acción de la miraculina	5
2.2 Aditivos alimentarios.....	7
2.2.1 Azúcares alimenticios como endulzantes naturales	9
2.2.2 Edulcorantes	10
2.3 Salud en el mundo.....	12
2.3.1 Alteraciones causadas por el excesivo consumo de azúcar	13
2.4 Producción de gelatinas	16
2.4.1 Consumo de gelatinas.....	16
2.4.2 Formulación de gelatinas	17
2.4.3 Fabricación de gelatina de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) ...	21
Excepciones de rotulación nutricional.....	23
3. METODOLOGÍA.....	23
3.1 Materiales	24
3.1.1 Material vegetal	24
3.1.2 Insumos.....	24
3.1.3 Material de laboratorio.....	24
3.1.4 Equipos	25
3.2 Métodos.....	25
3.2.1 Ubicación del experimento	25
3.2.2 Desarrollo de la gelatina de maracuyá hipocalórica con fruta milagrosa.....	25
3.3 Estadística	32

3.3.1	Diseño experimental.....	32
3.3.2	Propiedades físico – químicas.....	34
3.3.3	Análisis sensorial.....	35
3.3.4	Análisis microbiológico	36
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1	Desarrollo de la gelatina	37
4.1.1	Formulación de la gelatina	37
4.1.2	Propiedades físico - químicas	40
4.1.3	Análisis microbiológico	43
4.1.4	Análisis sensorial.....	46
4.1.5	Análisis beneficio - costo	54
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1	Conclusiones	58
5.2	Recomendaciones	59
	REFERENCIAS	60
	ANEXOS	1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido nutricional de <i>Synsepalum dulcificum</i>	5
Tabla 2. Requisitos físicos y químicos para la gelatina comestible.	17
Tabla 3. Requisitos microbiológicos para gelatina comestible	18
Tabla 4. Compuestos principales de aceites esenciales de frutos cítricos.	20
Tabla 5. Contenido nutricional de <i>Passiflora edulis</i>	21
Tabla 6. Contenido de componentes y concentraciones permitidas.	22
Tabla 7. Diseño experimental del producto.	32
Tabla 8. Factor y niveles del producto.	32
Tabla 9. Descripción de los tratamientos según la porción de fruta milagrosa.	33
Tabla 10. Variables de evaluación para los tratamientos.	34
Tabla 11. Formulación elegida para la elaboración de la gelatina.	37
Tabla 12. Resultados pruebas de humedad de la gelatina comestible en el día 0.	41
Tabla 13. Resultados pruebas de humedad de la gelatina comestible en el día 30.	41
Tabla 14. Resultados del análisis de pH en la gelatina comestible al día 0 y 30	42
Tabla 15. Concentración mínima inhibidora de aceites esenciales de limón y mandarina.	44
Tabla 16. Resultados del análisis microbiológico de mohos a los tratamientos.	45
Tabla 17. Costo de materia prima para gelatina comestible.	55
Tabla 18. Beneficio – costo gelatina hipocalórica con extracto de la fruta milagrosa (<i>Synsepalum dulcificum</i>).	55
Tabla 19. Estimación de ventas y utilidades de la producción de gelatina comestible.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elaboración de gelatina hipocalórica.....	26
Figura 2. Balance de masa gelatina hipocalórica.....	27
Figura 3. Resultados pruebas de aceptación de acuerdo al sabor.....	48
Figura 4. Resultados pruebas de aceptación de acuerdo al color.....	49
Figura 5. Resultados pruebas de aceptación de acuerdo al olor.....	50
Figura 6. Resultados pruebas de aceptación de acuerdo al regusto.....	51
Figura 7. Resultados generales de la gelatina.....	51
Figura 8. Resultados conocimiento de la fruta milagrosa.....	52
Figura 9. Resultados efecto de la fruta milagrosa.....	53
Figura 10. Resultados fruta milagrosa como edulcorante alternativo.....	54
Figura 11. Punto de equilibrio gelatina comestible.....	57

1. INTRODUCCIÓN

Las estadísticas de la Federación Internacional de Diabetes (FID) señalan que el 8.3% de adultos en el mundo, es decir 382 millones de personas padecen diabetes, y este número se incrementará a más de 592 millones en 25 años. No obstante, existen 175 millones de casos sin diagnosticar, tomando en cuenta que gran cantidad de personas con esta enfermedad tienden a desarrollar otras complicaciones progresivamente, de las que no son conscientes (FID, 2013). La diabetes es la causa principal de condiciones como ceguera, insuficiencia renal, amputaciones y defectos congénitos, entre otros. Sin embargo, la mayoría de personas que sufren diabetes muere por cardiopatía o accidente cerebrovascular (Stump, 2016).

Esta problemática ha influenciado en la investigación y desarrollo de nuevos productos que otorgan sabor dulce a los alimentos y no aportan calorías durante el metabolismo, por lo que se emplean frecuentemente para alimentos con fines dietéticos. Se conocen como edulcorantes y son compuestos sápidos naturales o sintéticos que no poseen propiedades nutricionales, pero tienen poder endulzante mayor al de la caña de azúcar o remolacha, de manera que son considerados aditivos por la cantidad mínima que se incorpora al alimento (Durán, Cordón, y Rodríguez, 2013). Considerando que su uso es limitado por razones legales, económicas y toxicológicas, existen pocos edulcorantes de origen natural que se emplean de forma extensiva y su comercialización alcanza un volumen apreciable (Taiariol, 2009).

La fruta milagrosa puede definirse como edulcorante natural, debido a su origen y el bajo aporte calórico que proporciona. Posee su singular nombre debido a la capacidad que contienen estas bayas de enmascarar los sabores ácidos, convirtiéndolos en dulces. El fruto por sí mismo no es excesivamente dulce, pero posee una glicoproteína conocida como miraculina que proporciona la

característica de transformar en dulces los alimentos ácidos posterior al contacto con las papilas gustativas (Martínez, Periago, y Navarro, 2016).

Esta propiedad puede ser útil en la elaboración de diversos productos en la industria alimentaria debido a que no causa ningún impacto en la salud del consumidor y permite reducir el consumo de azúcar o edulcorantes sintéticos. Es por esto que se pretende desarrollar una gelatina ácida, con el fin de evaluar esta propiedad de enmascarar sabores, teniendo en cuenta que esta gelatina tiene azúcar como principal ingrediente y en mayor cantidad. De manera que será reemplazada por la fruta milagrosa y convertirla en un alimento conveniente para personas con estado fisiológico alterado.

La gelatina es un alimento de sencilla preparación, con un agradable sabor y precio económico, que generalmente se incorpora a la dieta de personas convalecientes debido a su fácil digestión y aporte proteico (Bermúdez, 2016). Este producto se elabora a base de agua, azúcar, colágeno, saborizantes, colorantes y conservantes, en distintas proporciones que se detallan en los siguientes capítulos del presente trabajo.

Los sabores que existen en la industria para esta gelatina son; fresa, cereza, piña, limón y manzana, entre otros, debido a la sensación dulce que provoca. Dadas las condiciones de la miraculina, se requiere de un medio ácido que permita disimular su efecto en el sabor de este producto, por lo que se considera ideal el fruto de maracuyá, principalmente por su agradable sabor, su impacto en productos innovadores y ser rica en proteínas, vitaminas, minerales, hidratos de carbono y grasa (Robles, 2010).

Como una medida saludable se utilizó la pulpa de esta fruta y aceites esenciales de limón, canela y naranja, en lugar de aditivos alimentarios que otorgan sabor

y permiten que la gelatina se conserve de mejor manera. Debido a que la canela tiene propiedades bactericidas, bacteriostáticas y fungicidas que matan o inhiben el crecimiento de microorganismo que deterioran el alimento (Torres, Romero, y Medina, 2018). Por otro lado la naturaleza fenólica de aceites esenciales de limón y naranja también inducen a una respuesta antimicrobiana frente a bacterias patógenas Gram - positivas como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* y *Listeria monocytogenes*, las cuales son más susceptibles al efecto de los aceites esenciales a comparación con bacterias Gram - negativas como *Salmonella enteritidis* y *Escherichia coli*, que tienen más resistencia a la acción de los mismos (Argote et al., 2017).

Objetivos

Objetivo General

Elaborar una gelatina hipocalórica con el extracto de la fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*).

Objetivos Específicos

- Formular una gelatina comestible de maracuyá (*Pasiflora edulis*) baja en azúcar con extracto de fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*).
- Determinar el tiempo de vida útil mediante pruebas de estabilidad y aplicación de aceites esenciales.
- Evaluar el efecto de la miraculina en la formulación de gelatina hipocalórica a través de pruebas de aceptabilidad.
- Valorar el beneficio - costo de la gelatina.

En el capítulo 1. Marco teórico, se definen temas relevantes para la investigación de nuevas alternativas de consumo de productos dulces con bajo aporte calórico.

En el capítulo 2. Metodología se establecen las etapas para la formulación de una gelatina hipocalórica sabor a maracuyá (*Passiflora edulis*), que adquiere esta característica endulzante a través del uso de la fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*).

En el capítulo 3. Resultados y discusión, se detalla los diferentes procesos de análisis microbiológicos, sensoriales y económicos, que fueron empleados para determinar la viabilidad del desarrollo de este producto.

En el capítulo 4. Conclusiones y recomendaciones, se especifican los resultados destacados de la presente investigación y sus respectivas propuestas de mejora.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 La fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*)

Synsepalum dulcificum es un seto tropical que proviene del oeste del continente africano, perteneciente a la familia Sapotaceae, fue descubierta en 1725 por Chevalier des Marchais, explorador europeo de tribus locales, en donde consumían esta baya antes de sus comidas para potenciar el sabor de los alimentos. La planta tiene una longitud de 3 a 4 metros de altura, no obstante, puede alcanzar los 10 metros. Se desarrolla en suelos ácidos con climas cálidos – húmedos ya que tiene baja tolerancia a heladas, es por esto que en climas fríos debe ser cultivada bajo invernadero. Arbusto de hoja perenne que posee numerosas flores blancas pequeñas, las cuales, semestralmente producen bayas alargadas de color rojo intenso, que miden de 3 a 4 centímetros de longitud y contienen una sola semilla. Las bayas frescas tienen un tiempo de vida útil de 5 a 7 días y son denominadas como la fruta milagrosa (He et al., 2016).

El contenido nutricional de la fruta milagrosa en 100 gramos por peso fresco, el cual se encuentra detallado en la Tabla 1. A pesar que la pulpa de la baya es muy pequeña, posee un elevado contenido de compuestos fenólicos en especial en pulpa y corteza de 625.57 miligramos por cada 100 gramos de peso, principalmente flavonoides y antocianinas que aportan a la fruta capacidad antioxidante, antiinflamatorias, antialérgicas, antivirales y anticarcinogénicas.

Tabla 1.

Contenido nutricional de Synsepalum dulcificum

Compuesto	Contenido (g)
Agua	65,33
Grasas totales	0
Hidratos de carbono	22,50
Azúcares totales	5,60
Fibra dietaria	12,50
Vitamina A	37,30
Vitamina C	40,10
Cenizas	1,00
Compuestos fenólicos totales	625,57

Tomado de (Martínez et al., 2016)

2.1.1 Acción de la miraculina

La singularidad de la fruta milagrosa se debe a su componente más destacado la miraculina, es la glicoproteína presente en la pulpa del fruto, fue purificada y caracterizada en el año 1989 pero fue hasta 1995 que se reveló su secuencia de nucleótidos. La miraculina es un homodímero que se forma por dos polipéptidos glicosilados que comprenden 191 aminoácidos unidos por enlaces de disulfuro intramoleculares. Para explicar el mecanismo de acción de la glicoproteína, en

un inicio se planteó la hipótesis de que se obtiene un sabor dulce al consumir alimentos o bebidas ácidas después de ingerir el fruto. Se creía que la sensación intensa de dulzor era el resultado de que la glucoproteína se adhería a las papilas gustativas que distinguen el sabor dulce cambiando la estructura de la membrana para unir los azúcares de la molécula de miraculina con los receptores del sabor.

La hipótesis fue planteada cuando aún no se identificaban los receptores específicos del sabor dulce (hT1R2 – hT1R3), lo que causó que no se pueda demostrar la hipótesis propuesta. Sin embargo, se han postulado otras hipótesis que intentan aclarar su efecto, realizando pruebas sensoriales en humanos se estableció que el efecto de la miraculina se mantiene activo durante una hora aproximadamente.

Con base en lo citado anteriormente, en ello, se propone la hipótesis de que la miraculina se asocia a células que detectan el sabor, activando los receptores en presencia de un medio ácido. Para corroborar la hipótesis, se desarrolló una investigación con el objetivo de imitar las condiciones en las que actúa la miraculina, a través de la aplicación de células que simulen la percepción del sabor dulce. La línea celular fue pre incubada con la glicoproteína y se agregó una solución ácida para evaluar los resultados de esta disolución.

Los resultados de esta investigación determinaron que las células en presencia de un medio ácido presentan una respuesta mayor para modificar el sabor ácido a dulce. No obstante, mientras más se aumentó la disolución ácida, la respuesta fue mínima en presencia de la miraculina. Los mejores resultados se dieron a pH neutros. De esta manera, se identificó la relación entre el mecanismo de acción de la miraculina y el pH del alimento, potenciado en pH más ácidos (Martínez et al., 2016).

2.2 Aditivos alimentarios

Se define como aditivo alimentario, a cualquier compuesto que normalmente no es consumido como un alimento y tampoco, es utilizado como ingrediente esencial en la alimentación, indistintamente al valor nutritivo que contenga. Estas sustancias se añaden de manera intencionada a los alimentos en pequeñas cantidades, con el objetivo de transformar las características de un alimento, ya sea en la técnica de preparación, conservación o mejoramiento de la adaptación al uso para el cual fue destinado.

La aplicación debe ser útil y necesario, debido que son regulados por la legislación y siempre que sean seguros para el consumidor. En EEUU existen alrededor de 2.800 aditivos alimentarios aprobados para su utilización y en Europa aproximadamente 400 son admitidos. Los aditivos alimentarios se clasifican en sintéticos (obtención por síntesis química), naturales o idénticos al natural (obtención por procesos biotecnológicos). Los aditivos naturales se extraen de plantas, animales de la tierra o mar.

En la actualidad, su uso se ha hecho indispensable para la elaboración de alimentos más saludables, estables en el tiempo, con mejor presentación, económicos y de gran variedad. A pesar de esto, al ser un componente extraño de los alimentos ocasiona cierta desconfianza en el consumidor.

Los aditivos son los compuestos menos seguros después de contaminantes ambientales, pesticidas, toxinas microbianas y tóxicos naturales; debido a que son componentes extraños que se agregan a los alimentos ocasionan desconfianza al consumidor. Los aditivos solo pueden utilizarse con la autorización de organismos sanitarios competentes, mencionando que deben estar incluidos en una lista que avale su uso de acuerdo a la necesidad, seguridad y eficacia tecnológica del aditivo. Además, de justificar su aplicación

o representar una mejora sobre los ya existentes (Fernández, García, Morales, y Troncoso, 2012).

De acuerdo a la eficacia tecnológica, las razones que demuestran su empleo son proporcionar componentes esenciales a consumidores con necesidades nutritivas especiales, conservar el contenido nutritivo del alimento, incrementar o mejorar la estabilidad, conservación o características organolépticas del alimento sin alterar la calidad y ayudar a la elaboración, transformación, empaque o almacenamiento de alimentos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Organización Mundial de la Salud, 2018).

Los aditivos demuestran efectos positivos como producción de alimentos provenientes del mundo entero, en cualquier estación del año, alimentos más económicos, alimentos de mayor aceptación por el consumidor al tener una apariencia más apetecible. Por otro lado, en función de la dosis, los aditivos alimentarios están sujetos a problemas toxicológicos o que incurren en trastornos del comportamiento como hiperactividad, jaquecas, insomnio, entre otros.

El dulce es el sabor de mayor complejidad comparado con todos los sabores básicos, debido a que pequeñas modificaciones en las moléculas generan cambios notorios en el sabor o sabores residuales desagradables. Los azúcares alimenticios pueden ser compuestos propios del alimento o adicionados, como edulcorantes de maíz o jarabes. Mientras que la sacarosa y fructosa, contienen valor nutritivo y energético, pero no son considerados como aditivos alimentarios.

2.2.1 Azúcares alimenticios como endulzantes naturales

Un edulcorante ideal es aquel que tiene características como un alto grado edulcorante, sabor agradable sin regustos, alto grado de solubilidad, ser funcional, estable, económico, no presentar colores ni olores extraños, no ser tóxico y ser metabolizado normalmente.

El mecanismo de acción de los edulcorantes actúa sobre los receptores existentes en las papilas gustativas, a través de estructuras químicas particulares traducen un mensaje neurosensorial en una sensación de placer. El grado de intensidad del endulzante no puede ser medido, sino que requiere paneles de evaluación, donde se utilizan métodos sensoriales subjetivos. Como referencia se emplea la sacarosa y el poder edulcorante de otros compuestos sin evaluados en comparaciones relativas (Giannuzzi y Molina Ortiz, 1995).

La sacarosa es extraída industrialmente a partir de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris* var. Rapa), edulcorante de mayor empleo ya que aporta 4 kcal/g. Es refinada para obtener cristales blancos conocidos como azúcar de mesa y una menor refinación genera la melaza.

La fructosa es un constituyente del azúcar que se encuentra en los frutos. Del mismo modo es añadido a los alimentos a través de cristales o jarabes. Proporciona 4 kcal/g y tiene un poder edulcorante (PE) de 1.2 – 1.5 comparado con la sacarosa. Sus propiedades funcionales, realzan el color, sabor, perdurabilidad del producto y provoca un aumento más pausado en los niveles de glucemia.

2.2.2 Edulcorantes

2.2.2.1 Sintéticos

La sacarina fue el primer edulcorante acalórico utilizado en 1879 descubierto por Fahlberg y Remsen. El edulcorante artificial (E-954) es un polvo blanco cristalino, no higroscópico, no anhidro y poco soluble en agua. En la actualidad, es el edulcorante mayormente utilizado por su alta estabilidad, poder endulzante de 300 a 500 y su bajo costo. Su sabor es azucarado franco que provoca regustos amargos o metálicos a altas concentraciones.

El ácido ciclámico fue descubierto por Sveda en 1937, es un polvo blanco inoloro con cristales que es muy estable para su almacenamiento. Edulcorante artificial (E-952) que se emplea por su poder edulcorante de 30 – 40, elevada solubilidad en agua (mayor en forma salina) y su estabilidad en solución a pH de 2 – 8 o temperaturas elevadas hasta 500 °C. Posee un sabor azucarado agradable similar a la sacarosa y no provoca regustos.

El acesulfamo, edulcorante descubierto por Clauus y Jensen en 1967, es un polvo blanco cristalino inodoro que no absorbe la humedad de su medio. Se denomina como edulcorante artificial (E-950), con un poder endulzante que se aproxima a 200, es soluble en agua a 20 °C y estable en soluciones con pH de 2 – 8. Tiene un sabor dulce agradable de aparición rápida que genera un ligero regusto amargo en dosis elevadas. Para reducir su sabor residual se utiliza en mezclas con edulcorantes acalóricos como el aspartamo o polioles.

El aspartame se descubrió en 1965 por Schlatter y Searle, es un edulcorante en polvo de color blanco cristalino e inodoro con poca solubilidad en agua. Se define como edulcorante artificial (E951), posee un poder endulzante de aproximadamente 200. Su uso es limitado por tener un costo elevado, ser poco soluble en agua, inestable en condiciones neutras y alcalinas y al ser sometido

a elevadas temperaturas; ya que generan una degradación por hidrólisis, provocando una pérdida de poder edulcorante significativa. El aspartamo posee un sabor dulce similar al azúcar sin regustos desagradables e intensifica los aromas cítricos y frutales.

La sucralosa es obtenida sintéticamente del azúcar, fue descubierta en 1979 por Hough de Tate y Lyle. Es un polvo blanquecino con cristales y poder edulcorante de 600, soluble en agua, no higroscópico y muy estable en ambientes secos o a temperaturas de refrigeración. Para ser estable a temperatura ambiente debe tener un pH entre 3 a 7. Resiste temperaturas de horneado y cocción, la intensidad del sabor y el tiempo es semejante al de la sacarosa, no presenta sabores residuales.

2.2.2.2 De origen vegetal

La glicirricina es una sustancia dulce que se encuentra naturalmente en el rizoma del regaliz (*Glycyrriza glabra L.*), combinada con sales potásicas y cálcicas del ácido glicirrónico. Edulcorante con PE de 50, pero comúnmente no se utiliza como tal sino por el sabor residual a regaliz que deja. Por su sinergismo con la sacarosa su PE aumenta a 100, pero solamente se utiliza como aromatizante o surfactante; debido a que es una sustancia costosa y presenta efectos secundarios en el organismo humano tras un consumo en cantidades elevadas como edemas, corticoides, hipocalemia, hipertensión, etc.

El esteviósido es un glicósido que es obtenido a partir de una disolución alcohólica de las hojas de la planta (*Stevia rebaudiana*). Tiene la apariencia de un polvo color blanco con cristales, higroscópico, de elevada pureza y buena estabilidad disuelto en $\text{pH} \leq 4$ y en presencia de calor. Edulcorante natural con poder endulzante de 300 que genera un sabor dulce de muy buena calidad, no obstante, a grandes dosis puede causar un regusto indeseable y amargo.

2.2.2.3 De naturaleza proteica

Las taumatinas (I y II) son proteínas aisladas del fruto de (*Thaumatococcus daniellii*), un arbusto tropical que se encuentra en el Oeste de África. Fueron descubiertas en 1972 por Van der Weel. Se conoce como edulcorante natural (E-957) que contiene un poder endulzante de 2 000 a 3 000, igualmente, tiene un sabor residual que se mantiene por varios minutos y produce otro sabor alicorado. Este edulcorante tiene muchas ventajas al utilizarse como ser acalórico y con sabor dulce intenso, su estabilidad en forma seca y congelada y en presencia de calor y pH ácido. También, es disuelto en alcohol y agua, tiene cualidades enmascarantes y no causa caries dentales.

La miraculina es una glicoproteína que es extraída del fruto de una baya (*Synsepalum dulcificum*) que se localiza en África Ecuatorial. La miraculina no es dulce por sí misma, pero en medios ácidos provoca un sabor natural azucarado. Se calcula que su poder endulzante en disolución de 0.1M en ácido cítrico es de 400 000. Similar a otros edulcorantes, esta glicoproteína es termolábil y pierde su acción a pH ácidos extremos. La miraculina presenta la desventaja que su sabor azucarado en medio ácido persiste por mucho tiempo (más de 24 horas) al tener contacto con las papilas gustativas, lo que limita su empleo. Asimismo, puede causar confusión al modificar sabores transcurridas varias horas tras su consumo (Cameán y Repetto, 2006).

2.3 Salud en el mundo

En el mundo, la taza de personas que padecen diabetes incrementa a 422 millones de adultos, provocando la muerte de 1.5 millones por esta enfermedad y 2.2 millones por glucemia elevada. Es decir 1 de cada 11 personas tiene diabetes, provocando complicaciones en muchas partes del cuerpo como accidentes cerebrovasculares, ceguera, ataques cardiacos, insuficiencia renal, amputaciones y aumenta el riesgo de muerte prematura. Existen tres tipos de

diabetes, tipo 1, tipo 2 y gestacional. La diabetes tipo 1 es diagnosticada cuando el cuerpo no genera suficiente insulina. La diabetes tipo 2 se define cuando el cuerpo produce insulina, pero no la consume de una manera apropiada. Finalmente, la diabetes gestacional es una condición temporal que se desenvuelve en el embarazo (OMS, 2017).

La genética, la edad y el historial familiar aumentan el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 y no pueden ser alterados. Adicional a esto, existen comportamientos que incrementan el riesgo pero pueden cambiarse, como son una alimentación no saludable y la falta de actividad física, provocando que 1 de cada 3 personas presenten sobrepeso y 1 de cada 10 personas sean obesas (OMS, 2012).

La obesidad se ha convertido en una epidemia a nivel mundial provocando la muerte de 2.8 millones de personas. Es causada por la acumulación anormal o desmesurada de grasa que es perjudicial para la salud, calculada mediante el índice de masa corporal que se relaciona entre el peso sobre para la talla. En el caso de obtener resultados en el IMC superiores a 25 equivalen a sobrepeso y valores mayores a 30, obesidad. En 2016, aproximadamente 1900 millones de personas padecían sobrepeso y 650 millones eran obesos. Adicional a esto, 41 millones de niños menores de 5 años tenían obesidad, siendo uno de los problemas más graves de la salud pública del siglo XXI, debido que tienen mayor posibilidad de convertirse en adultos obesos y de desencadenar enfermedades cardiovasculares y diabetes a temprana edad provocando muerte prematura y discapacidad (OMS, 2017).

2.3.1 Alteraciones causadas por el excesivo consumo de azúcar

Los hábitos alimenticios van evolucionando con el tiempo, influenciados por muchos factores como el estilo de vida, la accesibilidad de alimentos, el aspecto

económico normas sociales y culturales, entre otros. El aumento de azúcar en la sangre puede ocasionar, con el tiempo, daños en órganos y en sistemas nervioso y sanguíneo. Enfermedades crónicas ligadas al estilo de vida se han desarrollado con el avance de la sociedad como son las enfermedades cardiovasculares.

La obesidad es una enfermedad crónica resultante de muchos factores, entre ellos el abuso en el consumo de alimentos con alto contenido calórico y la falta de actividad física. Se define por el exceso de grasa o tejido adiposo en el cuerpo, debido a la ingesta elevada de alimentos como grasas, proteínas y carbohidratos. Estos últimos se adhieren en forma de grasa, como reserva energética, generando un aumento de tejido adiposo y el incremento subsiguiente del peso corporal con respecto a la correspondiente edad, talla y género. La obesidad es el resultado del aporte superior de energía con relación al gasto de esta en un organismo (Gutiérrez, Torres, y Ramírez, 2010).

La diabetes es una enfermedad crónica determinada por alteraciones en el metabolismo de hidratos de carbono, lípidos y proteínas, ligado con la deficiencia relativa o absoluta de secreción de insulina. Las células beta pancreáticas liberan la insulina en respuesta a niveles altos de nutrientes presentes en la sangre, para controlar funciones energéticas tales como el metabolismo de lípidos y glucosa (Islas y Revilla, 2013). La diabetes provoca una reducción del flujo sanguíneo aumentando el riesgo de lesiones en los pies, infección y finalmente la amputación de miembros (Prado, Guido, y Camas, 2009).

La retinopatía diabética es la principal causa de ceguera y resultado del deterioro de los vasos sanguíneos en la retina. Los pacientes que padecen diabetes tipo 1 y tipo 2 se encuentran en riesgo de sufrir esta enfermedad secundaria, debido a que los cambios en el nivel de azúcar en la sangre causan que el cristalino (parte media del ojo) no logre cambiar de forma, por la excesiva cantidad de azúcar y agua (Mathers y Loncar, 2006).

La insuficiencia renal es la disminución en el funcionamiento de los riñones para filtrar los residuos de la sangre, desequilibrando su composición. Esta enfermedad es resultado de un nivel de azúcar elevado, siendo la diabetes la principal causa de problemas renales en Estados Unidos (Pabón et al., 2015).

2.3.1.1 Situación en América

En América del norte y Caribe, se estima que 36.8 millones de personas que viven en la región sufren diabetes. Para el año 2035, se supone que el número debe aumentar al doble de la tasa con 50.4 millones. Estados Unidos presenta 24.4 millones de casos, convirtiéndose en el país con mayor número de personas con diabetes, seguido de México, Canadá y Haití. Esta enfermedad fue la responsable del 13.5 % de muertes de adultos en toda la región, equivalente a 293 000 muertes, siendo los hombres los más afectados (15 000 muertes) que las mujeres (143 000). El 62 % de esta cifra corresponde a muertes de adultos mayores a 60 años (FID, 2013).

La obesidad se convirtió en la mayor amenaza nutricional de América Latina y el Caribe, provocando que 1 de cada 4 adultos sea obeso, sumando cada año 3.6 millones de personas obesas a esta área. Por otro lado, el sobrepeso afecta a 250 millones de personas, equivalente al 60 % de la población de América Latina y 3.9 millones de niños con edades menores a 5 años (ONU, 2018).

2.3.1.2 Situación en el Ecuador

La diabetes mellitus es la segunda causa de muerte en el Ecuador con un porcentaje de 6.6 %. Ha causado la muerte de 4,693 personas en el año 2018, en donde el 45 % son hombres y el 55 % son mujeres (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2018). La inactividad física y el excesivo consumo de carbohidratos y azúcares son factores que aumentan el riesgo de padecer

diabetes, siendo así el pan de trigo, arroz blanco y gaseosas los tres alimentos más consumidos en los hogares ecuatorianos. Esto provoca que 6 de cada 10 ecuatorianos sufran obesidad y sobrepeso (INEC, 2017) .

2.4 Producción de gelatinas

En 2017, Ecuador presentó cifras de producción de gelatina con o sin sabor en polvo de 8.095.438 kilos obteniendo un valor producido de 21.100.121 dólares. La cantidad producida de gelatina de sabores en estado sólido incluso con adición de vitaminas es de 5.435.160 litros producidos alcanzando 4.124.139 dólares.

2.4.1 Consumo de gelatinas

De acuerdo con el Índice de Precios al Consumidor del año 2014, la gelatina en polvo ocupa el puesto número 108 en la clasificación de los productos de una canasta básica, con una ponderación de 0.04 %.

El INEC establece que en el año 2017 la gelatina con o sin sabor en polvo alcanzó una cantidad vendida de 6.437.107 kilos obteniendo un valor vendido de 21.407.528 dólares nacionalmente y para el extranjero se logró una cantidad vendida de 2.202.962 kilos consiguiendo un total de 8.850.067 dólares.

Por otro lado, la gelatina de sabores en estado sólido incluso con adición de vitaminas alcanzó una cantidad vendida nacionalmente de 5.619.238 litros obteniendo un total vendido de 8.297.108 dólares (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2017).

2.4.2 Formulación de gelatinas

La gelatina es un producto sólido de naturaleza proteica obtenido por la hidrólisis parcial del colágeno comprendido en la piel, el tejido conjuntivo y huesos de los animales, tiene una presentación de hojas, trozos, escamas u hojuelas, granulado o en polvo fino, sólida con sabor y olor característico, quebradiza, transparente, amarilla o ámbar, cambiando su intensidad de acuerdo al tamaño de las partículas (INEN, 2018).

El Servicio Ecuatoriano de Normalización establece que la gelatina comestible debe cumplir con requisitos sensoriales y organolépticos como color y aspecto uniforme, sin grumos, olor y sabor característico al aroma que se utilizó en la elaboración. El producto debe cumplir con los límites máximos de aditivos alimentarios dispuestos en la norma NTE INEN CODEX 192. Además, la gelatina debe ser producida con gelatina comestible que cumpla con NTE INEN 1961 y contener un mínimo de 7 % para alcanzar una fuerza de gel mínima a 230° Bloom, determinada de acuerdo con NTE INEN 1955 (INEN, 2019). La gelatina debe cumplir con los requisitos químicos y físicos que están dispuestos en la Tabla 2.

Tabla 2.

Requisitos físicos y químicos para la gelatina comestible

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Humedad	%	-	12	NTE INEN 1517
pH de la solución al 1 % a 55 °C	-	3,8	7.6	NTE INEN 1519

Tomado de (INEN, 2018)

La gelatina comestible debe cumplir con los límites máximos microbiológicos que se establecen en la Tabla 3.

Tabla 3.

Requisitos microbiológicos para gelatina comestible

Requisitos	Unidad	Caso	n	c	m	M	Método de Ensayo
<i>Staphylococcus aureus</i>	*UFC/g	8 ^a	5	1	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^4$	NTE INEN-ISO 768
<i>Clostridium perfringens</i>	*UFC/g	8 ^a	5	1	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^4$	NTE INEN-ISO 7937
Mohos	*UFC/g	2 ^o	5	2	$1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^2$	NTE INEN-ISO 21527-2
Salmonella SPP	*UFC/g	11 ^o	10	0	Ausencia		NTE INEN-ISO 6579

En donde:

UFC: Unidades formadores de colonia

n: número de muestras a analizar

m: límite de aceptación

M: límite superado el cual se rechaza

c: número de muestras admisibles con resultados entre m y M

Caso 8^a: Peligro moderado, usualmente no amenaza la vida, usualmente no hay secuelas, normalmente son de corta duración, los síntomas son autolimitantes, puede haber incomodidades severas.

Caso 2^o: Utilidad: contaminación general, reducción de la vida útil, deterioro incipiente.

Caso 11^o: Peligro serio, incapacitante, pero que usualmente no amenaza la vida, las secuelas son raras, la duración es moderada.

Tomado de (INEN, 2018)

2.4.2.1 Uso de aceites esenciales como conservantes naturales

Los aceites esenciales son sustancias aceitosas aromáticas obtenidos a través de procedimientos de extracción, de partes de vegetales (tallos, hojas, flores, frutos, semillas y raíces), muchos de estos señalan una acción antimicrobiana y antifúngica, que son evaluados como alternativa para la conservación de alimentos.

La actividad antimicrobiana de los aceites esenciales está relacionada con la composición química del material vegetal, como es el caso de los cítricos que cuentan con aproximadamente 40 compuestos, influenciados por su método específico de cultivo, extracción y clasificación. Los aceites esenciales obtenidos a partir de cítricos son encontrados principalmente en la corteza del fruto, la extracción es económica y sostenible, debido a la cáscara se considera un desecho para la industria de jugo de frutas. Por ende, es una posible alternativa para la sustitución de conservantes antibióticos convencionales que causan controversia por los efectos secundarios para la salud humana.

La aplicación en cuestión a inhibición microbiana a partir de aceites esenciales, ha sido eficaz frente a varios microorganismos patógenos frecuentes en la industria alimentaria, como son: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Enterococcus faecalis*, *Campylobacter*, *Vibrio parahemolyticus*, *Listeria monocytogenes*, entre otros.

✓ Aceites esenciales de cítricos

Los aceites esenciales de frutos cítricos fueron analizados como posibles alternativas frente a conservantes sintéticos antimicrobianos, principalmente por los componentes que contienen como se detallan en la Tabla 4. En específico el

quimiotipo limoneno que ocasiona un amplio espectro en la actividad microbiana, siendo eficaz frente a *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella entérica* y *Saccharomyces bayanus* (Argote et al., 2017).

Tabla 4.

Compuestos principales de aceites esenciales de frutos cítricos

Aceites esenciales	Nombre científico	Composición porcentual de principales compuestos
Limón	<i>Citrus limón (L) Osbeck</i>	Limoneno (58,17), β -pineno (13,22), γ -Terpineno (11,72), β -Mirceno (1,75), Octanal (1,67), Citronelal (1,5), α -Terpineol (1,19)
Mandarina	<i>Citrus reticulata blanco</i>	Limoneno (70,88), γ -Terpineno (7,14), Linalool (6,69), Octanal (3,52), β -Mirceno (2,79), Timol (1,25)

Tomado de (Argote et al., 2017)

✓ **Aceites esenciales de la canela**

La canela posee resinas cianogénicas y ácido hidrocianico con actividad antimicrobiana y taninos con acción hemostática y astringente. El aceite esencial de canela es eficaz contra bacterias como *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter spp.*, *Lactobacillus spp.*, *Pseudomonas* y *Salmonella enteritidis* (Castaño, 2012). El aldehído cinámico es el principal compuesto antibacteriano presente en la canela, inhibe el crecimiento de mohos y la producción de micotoxinas como es el caso de *Aspergillus parasitacus*. Asimismo, inhibe las amilasas y proteasas causando el desperfecto de la pared y un alto grado de lisis celular (Pastrana, Acevedo, y Durango, 2017).

2.4.3 Fabricación de gelatina de maracuyá (*Passiflora edulis*)

Passiflora edulis es una planta trepadora, perenne originaria de Brasil que pertenece a la familia Pasiflorácea. Su fruto es una baya ovoide de 0.04 a 0.08 metros de diámetro y 0.06 a 0.08 metros de largo. Tiene una corteza de consistencia lisa, dura y cerosa de color amarillo, que contiene 200 a 300 semillas cubiertas por una membrana mucilaginosa con jugo aromático, en donde están nutrientes que se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5.

Contenido nutricional de Passiflora edulis

Compuesto	Cantidad	Unidad
Valor energético	78	Calorías
Humedad	85	%
Proteínas	0.80	%
Grasas	0.60	%
Carbohidratos	2.4	g
Fibra Dietética	0.2	g
Cenizas	Trazas	-
Calcio	5	mg
Hierro	0.3	mg
Fósforo	18	mg
Vitamina Activa	684	mg
Tiamina	Trazas	-
Riboflavina	0.1	mg
Niacina	2.24	mg
Ácido ascórbico	20	mg

Tomado de (Garcia, 2010)

El tiempo de duración del fruto a temperatura ambiente es aproximadamente de 7 días, sin embargo, en condiciones de humedad relativa (85 a 90

%), temperaturas de 8 a 10 °C se puede mantener los frutos hasta 4 o 5 semanas (Robles, 2010).

2.4.3.1 Semaforización verde para productos alimenticios

El Reglamento Sanitario de Etiquetado de Alimentos Procesados para el Consumo establece el contenido de componentes y concentraciones permitidas para grasas totales, azúcares totales y sodio (Tabla 6).

Tabla 6.

Contenido de componentes y concentraciones permitidas

Nivel	/	Concentración	Concentración	Concentración
Componentes		“BAJA”	“MEDIA”	“ALTA”
Grasas Totales		Menor o igual a 3 g en 100 g	Mayor a 3 y menor a 20 g en 100 g	Igual o mayor a 20 g en 100 g
		Menor o igual a 1,5 g en 100 ml	Mayor a 1,5 y menor a 10 g en 100 ml	Igual o mayor a 10 g en 100 ml
Azúcares		Menor o igual a 5 g en 100 g	Mayor a 5 y menor a 15 g en 100 g	Igual o mayor a 15 g en 100 g
		Menor o igual a 2,5 g en 100 ml	Mayor a 2,5 y menor a 7,5 g en 100 ml	Igual o mayor a 7,5 g en 100 ml
Sal		Menor o igual a 120 mg en 100 g	Mayor a 120 y menor a 600 mg en 100 g	Igual o mayor a 600 mg en 100 g

Menor o igual a 120 mg en 100 ml Mayor a 120 mg en 100 ml y Igual o mayor a 600 mg en 100 ml menor a 600 mg en 100 ml

Tomado de (Ministerio de Salud Pública, 2013)

✓ **Excepciones de rotulación nutricional**

Alimentos que comprenden cantidades insignificantes de nutrientes obligatorios se encuentran exentos de los requisitos de etiquetado. Teniendo en cuenta que una cantidad insignificante es la que expone un valor “cero”, exceptuando a los valores de carbohidratos totales, proteína y fibra alimentaria que presentan una cantidad insignificante cuando es “menor a un gramo” (INEN, 2016).

Los productos alimenticios que se exceptúan de estos requerimientos son:

- ✓ Alimentos de producción primaria empacados como son: frutas, verduras, carnes, entre otros
- ✓ Bebidas alcohólicas
- ✓ Sal
- ✓ Vinagre
- ✓ Agua en diferentes presentaciones como: purificada o con gas.
- ✓ Café en diferentes presentaciones como: en grano, tostado, molido, soluble instantáneo
- ✓ Hierbas deshidratadas o condimentos
- ✓ Hojas de té o hierbas aromáticas
- ✓ Saborizantes o colorantes

3. METODOLOGÍA

A continuación, se especifica la metodología que fue empleada para la elaboración del producto, se detallan los elementos necesarios para llevar a cabo la investigación y cumplir con los objetivos anteriormente mencionados.

3.1 Materiales

3.1.1 Material vegetal

El material vegetal utilizado en la de gelatina comestible es el siguiente:

- ✓ Pulla de fruta de maracuyá micro encapsulada
- ✓ Pulpa de fruta milagrosa liofilizada

3.1.2 Insumos

En la formulación de gelatina se utilizaron los siguientes insumos:

- ✓ Gelatina comestible de origen animal
- ✓ Azúcar
- ✓ Esencia de vainilla
- ✓ Ácido ascórbico
- ✓ Aceite esencial de canela
- ✓ Aceite esencial de limón

3.1.3 Material de laboratorio

Para la formulación de la gelatina se emplearon los siguientes materiales:

- ✓ Tamiz
- ✓ Probeta
- ✓ Vaso de precipitación
- ✓ Pipeta
- ✓ Agitador
- ✓ Cucharillas
- ✓ Platos de pesaje
- ✓ Envases de vidrio
- ✓ Hornilla

- ✓ Micropipeta

3.1.4 Equipos

En la elaboración de la gelatina se emplearon los siguientes equipos:

- ✓ Balanza
- ✓ Termómetro
- ✓ Congelador

3.2 Métodos

3.2.1 Ubicación del experimento

El proceso de elaboración de la gelatina se llevó a cabo en el laboratorio de procesamiento de alimentos, se utilizó el laboratorio de microbiología para evaluar la estabilidad del producto y el laboratorio de análisis sensorial para evaluar las características organolépticas, los cuales presentan una humedad relativa de 50 % y temperatura de 17 a 19 °C. Estos laboratorios pertenecen a la Universidad de las Américas, ubicada en la calle José Queri entre la avenida de los Granados E1241 y Eloy Alfaro, en la ciudad de Quito con coordenadas - 0.169089, -78.470916.

3.2.2 Desarrollo de la gelatina de maracuyá hipocalórica con fruta milagrosa

La gelatina de maracuyá se desarrolló en función de las operaciones unitarias descritas en el diagrama de flujo que se visualiza en la Figura 1.

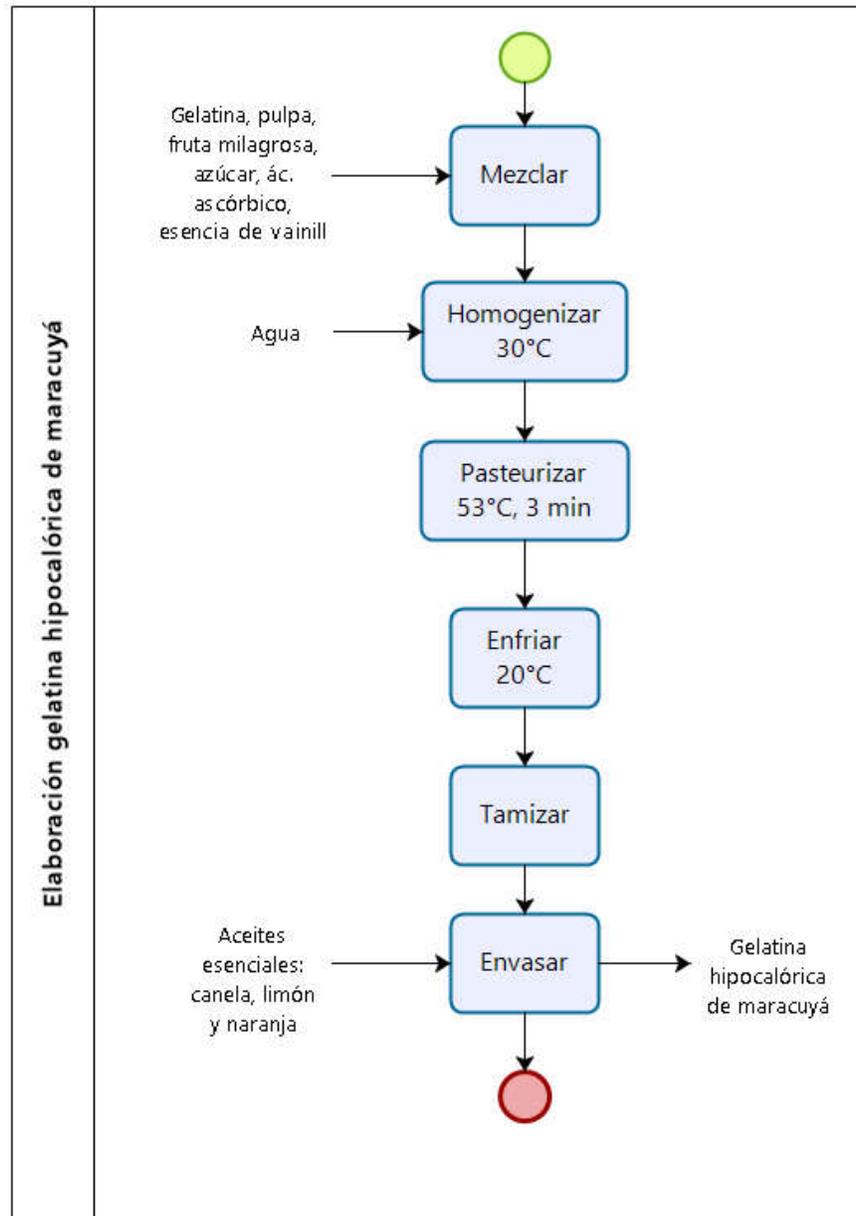


Figura 1. *Elaboración de gelatina hipocalórica*

En el siguiente flujo (Figura 2) se representa el balance de masas correspondiente a la elaboración de este producto, donde se detallan las entradas y salidas de cada operación del proceso.

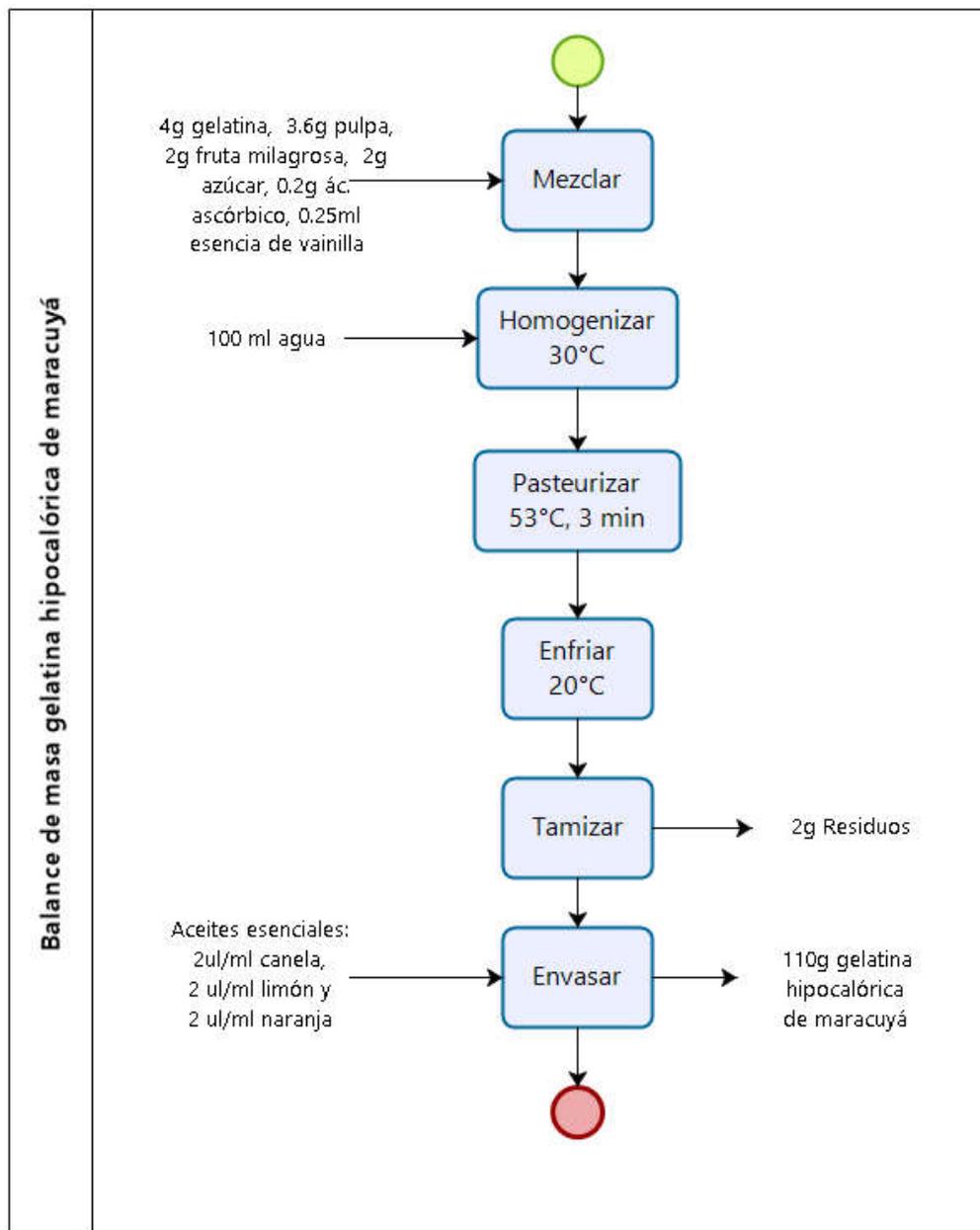


Figura 2. Balance de masa gelatina hipocalórica

3.2.2.1 Descripción de insumos

Para la formulación de la gelatina se utilizaron las materias primas seleccionadas de acuerdo a la funcionalidad que otorgan al producto.

✓ **Gelatina**

La gelatina son cristales blancos inodoros e incoloros que al disolverse en agua caliente crean un gel, esta propiedad es particular de un agente ligante, lo cual permite la elaboración de la gelatina de maracuyá.

La gelatina utilizada en la experimentación fue de la marca comercial “Gel hada”, mezcla en polvo para elaborar gelatina sin sabor en presentaciones de 30 gramos y tiempo de vida útil de 12 meses.

✓ **Pulpa de fruta de maracuyá (deshidratada)**

Polvo amarillo, con alto valor nutricional y sabor agridulce obtenido a partir de una deshidratación por atomización de la pulpa de maracuyá. La funcionalidad de la pulpa es otorgar sabores, aromas y nutrientes, evitando el uso de aditivos alimentarios.

✓ **Fruta milagrosa (liofilizada)**

Polvo de color rojizo obtenido a partir de la liofilización de la pulpa de *Synsepalum dulcificum*. Fruto que contiene una glicoproteína llamada miraculina, la cual posee la singularidad de la percepción de los sabores ácidos en dulces y puede ser considerada como un edulcorante natural.

✓ **Azúcar**

Cristales blancos extraídos de la caña de azúcar, que otorgan sabor dulce a los alimentos una vez que son incorporados o disueltos. Su funcionalidad en el producto es endulzar y neutralizar el sabor ácido hasta alcanzar el efecto de la miraculina.

✓ **Esencia de vainilla**

Concentrado de la vaina de vainilla con color ámbar y consistencia líquida, utilizada para brindar aroma a la gelatina y un sabor similar al azúcar.

✓ **Ácido ascórbico**

Cristal incoloro e inodoro con sabor ácido y poder antioxidante. Es el conservante mayormente utilizado en la industria alimentaria, debido a no aportar sabores y aromas extraños al alimento y su escasa toxicidad.

✓ **Aceite esencial de canela**

Aceite incoloro con aroma a canela que inhibe el crecimiento de mohos y *Salmonella*, ideal para la formulación de la gelatina y el cumplimiento de la norma NTE INEN-1961 de acuerdo al límite de aceptación de microorganismos.

✓ **Aceite esencial de limón y naranja**

Aceites que impiden el crecimiento de *Staphylococcus aureus*, ideales para la formulación de la gelatina y el cumplimiento con la norma NTE INEN-1961 de acuerdo al límite de aceptación de microorganismos.

3.2.2.2 Operaciones unitarias

Para la formulación de la gelatina se seleccionó la materia prima, se evaluó el estado físico y calidad del producto. Una vez seleccionada la materia prima se pesó en una balanza analítica para asegurar la aplicación de cantidades precisas.

✓ **Mezclado**

Se mezclaron todos los ingredientes secos posterior al tamizado para eliminar partículas de mayor densidad y obtener una mezcla uniforme.

✓ **Homogenizar**

Se añade el agua a la mezcla y se coloca en la estufa hasta alcanzar los 30 °C, de esta forma la gelatina se disuelve de mejor manera y se homogenizan los ingredientes eliminando los grumos causados por el agua.

✓ **Pasteurizar**

Una vez que la mezcla está homogénea, se aumenta la temperatura de la estufa hasta alcanzar los 53° C, se mantiene esta temperatura por 3 minutos.

✓ **Enfriar**

Después de haber transcurrido los 3 minutos, se debe enfriar inmediatamente hasta alcanzar la temperatura ambiente.

✓ **Tamizar**

Al tener la gelatina a temperatura ambiente, se pasa por un tamiz para eliminar las materias de mayor densidad. De esta forma, se evita la sedimentación al momento de gelificar el producto final.

✓ **Envasar**

Al momento de envasar se verifica que la gelatina esté a temperatura ambiente, se coloca la gelatina en frascos de vidrio y se añaden los aceites esenciales. Finalmente, se sellan los frascos y se agitan para que los aceites se mezclen con la formulación.

La gelatina es almacenada a temperatura ambiente y en lugares frescos, secos y protegidos de la luz directa del sol.

3.3 Estadística

A través de un estudio cuantitativo se pretendió definir una formulación ideal que conserve sus propiedades organolépticas durante el tiempo de vida útil evaluado y que sea del agrado del consumidor potencial.

3.3.1 Diseño experimental

Para el diseño experimental se eligió el modelo de DBCA (diseño de bloque completos al azar), donde los tratamientos se diferencian de acuerdo a la cantidad de fruta milagrosa que contiene el producto (Tabla 7).

Tabla 7.

Diseño experimental del producto

Fuentes de Variación (F de V)	Grados de Libertad (gl)
Total	8
Tratamiento	2
Repeticiones	2
Error	4

3.3.1.1 Factores de estudio

El factor de estudio de la investigación es la diferencia entre las concentraciones de fruta milagrosa que contienen los tratamientos, que se pueden observar en la siguiente Tabla 8.

Tabla 8.

Factor y niveles del producto

Factor	Niveles
---------------	----------------

F1	T1: 1g de fruta milagrosa en 100g de producto
	T2: 2g de fruta milagrosa en 100g de producto
	T3: 3g de fruta milagrosa en 100g de Producto

3.3.1.2 Tratamientos

Los tratamientos se diferencian de acuerdo a la cantidad de fruta milagrosa que fue añadida a la gelatina, como se muestra a continuación (Tabla 9).

Tabla 9.

Descripción de los tratamientos según la porción de fruta milagrosa

No. Tratamiento	Descripción
T1	1g de fruta milagrosa en 100g de producto
T2	2g de fruta milagrosa en 100g de producto
T3	3g de fruta milagrosa en 100g de producto

3.3.1.3 Análisis de varianza

Para analizar la factibilidad del producto se desarrolló un diseño de bloques completos al azar (DBCA), a partir de los resultados obtenidos del análisis físico y microbiológico de diferentes muestras de gelatina.

3.3.1.4 Análisis funcional

El análisis funcional se realizó en el caso de existir diferencias significativas entre los factores y tratamientos. De esta manera, se empleó la prueba de Tukey al 5 % a través del programa estadístico MiniTab versión 2018.

3.3.1.5 Unidad experimental

Se estableció como unidad experimental de la investigación un frasco de gelatina en presentación individual de 110 gramos.

3.3.1.6 Variable

Las variables fueron consideradas de acuerdo a los análisis físicos y microbiológicos que se realizaron para evidenciar la factibilidad de la investigación (Tabla 10).

Tabla 10.

Variables de evaluación para los tratamientos

Propiedades químicas y físicas	Análisis microbiológico
Potencial hidrógeno (pH)	<i>Salmonella spp.</i>
Porcentaje de humedad	<i>Staphylococcus aureus</i> Mohos y levaduras <i>Clostridium perfringens</i>

3.3.2 Propiedades físico – químicas

Para analizar la viabilidad del producto, se realizaron diferentes pruebas físicas y químicas de acuerdo con la norma NTE INEN 1955.

3.3.2.1 Potencial hidrógeno (pH)

Para la medición del pH de los diferentes tratamientos, se pesaron 20 gramos de gelatina y se añadieron 50 mililitros de agua hervida y enfriada para su disolución. Se realizó la determinación del pH por medio de un potenciómetro previamente calibrado a las muestras por duplicado.

3.3.2.2 Determinación de la humedad

En la determinación de la humedad se pesaron 3 gramos de gelatina y se colocaron en un crisol previamente seco, las muestras se introdujeron en la estufa a una temperatura de 105 °C durante una hora. Al haber transcurrido el tiempo se dejó enfriar, se pesaron los crisoles y nuevamente se introdujeron a la estufa durante 10 minutos. Se repitió el proceso hasta que el peso sea estable a las muestras por duplicado. Una vez obtenidos los resultados, se utiliza la siguiente fórmula para calcular el porcentaje de humedad.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 10 \% \quad (\text{Ecuación 1})$$

En donde:

m₁= Sumatoria del peso del crisol y los gramos de gelatina.

m₂= Sumatoria del peso del crisol y muestra después del secado.

3.3.3 Análisis sensorial

Para el análisis sensorial se desarrolló una prueba de aceptabilidad a 65 consumidores potenciales, quienes escogieron su formulación de preferencia

entre tres diferentes muestras. Además, evaluaron las características organolépticas y la funcionalidad de la fruta milagrosa para endulzar la gelatina.

3.3.4 Análisis microbiológico

Para el análisis microbiológico se colocaron 1 mililitro de cada tratamiento y sus repeticiones, en 9 tubos de ensayo que contenían agua de peptona. Se agitaron durante 15 minutos la mezcla para que la gelatina se conjugue con el agua. Se desinfectó la cabina de flujo laminar que posteriormente se utilizó para realizar la siembra, y se añadieron 100 micro litros de cada uno de los tubos de ensayo en los diferentes agares que fueron: EMB, PCA, SDA, Salmonella-Shigella y Mannitol salt. Con la ayuda de una aza se esparcieron todo el líquido a lo largo del agar, se taparon las cajas Petri y se colocaron en las incubadoras dependiendo si eran para mohos o bacterias. Si se sembraron mohos y levaduras, las placas se debían situar a una temperatura entre 28 y 30°C durante 24 horas y en el caso de las bacterias la incubadora debía estar entre 35 y 37 °C. Este procedimiento se realizó cada 10 días posterior a la elaboración de la gelatina durante un mes. Una vez que se obtengan los resultados, se calculan las unidades formadoras de colonias por medio de la siguiente fórmula:

Cálculos:

$$\frac{UFC}{ml} = \frac{No.de\ las\ colonias\ por\ placa \times Factor\ de\ dilución}{ml\ de\ la\ muestra} \quad (\text{Ecuación 2})$$

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el siguiente capítulo se comparan y analizan los resultados de las pruebas físico- químicos, microbiológicos y sensoriales con conclusiones de estudios afines anteriormente realizadas por otros autores.

4.1 Desarrollo de la gelatina

4.1.1 Formulación de la gelatina

La formulación establecida para la gelatina se determinó de acuerdo a los resultados de los análisis realizados y la concentración de fruta milagrosa que permite percibir el efecto de la miraculina rápidamente y no provoque saciedad. La formulación escogida fue el tratamiento 2 que contiene las siguientes materias primas como se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11.

Formulación elegida para la elaboración de la gelatina

Materia Prima	Cantidad
Agua	88.53 %
Gelatina	3.54 %
Pulpa de maracuyá	3.19 %
Azúcar	2.04 %
Fruta milagrosa	1.77 %
Esencia de vainilla	0.22 %
Ácido ascórbico	0.18 %
Aceite esencial de canela	0.18 %
Aceite esencial de limón	0.18 %
Aceite esencial de naranja	0.18 %

En varias marcas comerciales de gelatina, la principal materia prima es el azúcar ocupando casi el 90 % de la formulación, no obstante, el objetivo de esta investigación es brindar una opción saludable al potencial consumidor donde todos los insumos utilizados sean frescos y no contenga aditivos.

El sabor de la gelatina es muy importante ya que se necesita un medio ácido para que el efecto de la miraculina sea eficiente, es por esto que se utilizó pulpa de maracuyá que contiene un pH ácido entre 2.8 a 3.3, facilitando la acción de enmascarar sabores. Con el fin de minimizar la contaminación por microorganismos se empleó pulpa de maracuyá deshidratada por atomización, de esta manera la pulpa puede mantener sus propiedades organolépticas intactas por mucho más tiempo y evitar la proliferación de mohos y bacterias.

Cevallos, Andrade, Singh, y Arce, (2007) establecen que, para percibir el efecto de la fruta milagrosa, esta debe mantenerse en la boca durante aproximadamente 30 segundos antes de consumir el producto. Adicionalmente, indican que el producto debe contener 6 miligramos del fruto liofilizado para apreciar el cambio de sabor dulce.

En este caso, al ser una gelatina no se puede consumir la fruta milagrosa con anterioridad, es por esto que la formulación de la gelatina contiene el triple de los gramos de referencia, para de este modo potenciar el efecto de la miraculina y que este se produzca en menor tiempo a los 30 segundos. No obstante, la primera percepción de la gelatina en la boca no es agradable, debido a la acidez del maracuyá, es por esto que fue necesario la adición de azúcar para neutralizar este sabor.

Como solución a este problema se agregó el límite permitido de azúcar según el Reglamento Sanitario de Etiquetado de Alimentos Procesados para el Consumo lo establece para la semaforización verde líquidos con un total de 2.5 gramos de azúcar en 100 mililitros de producto (Ministerio de Salud Pública, 2013).

Asimismo, se utilizaron aromatizantes en la gelatina como es el caso del extracto de vainilla, este se asocia con un sabor dulce y mejora el primer bocado de la

gelatina otorgándole una esencia adicional y equilibrando los sabores ácidos y dulces.

Para la primera formulación se aumentó la cantidad de fruta milagrosa según lo estudiado para que la acción sea más rápida y pueda extenderse en toda la cavidad bucal. Sin embargo, la cantidad no fue la suficiente ya que se requerían alrededor de 5 bocados de gelatina para enmascarar el sabor ácido del maracuyá.

En la segunda formulación, se duplico la cantidad de fruta milagrosa añadida anteriormente, provocando que la acción de la miraculina se desarrolle al segundo o tercer bocado de la gelatina. Para el tercer tratamiento, nuevamente se incrementó la cantidad, pero en este caso, la fruta milagrosa resultó muy concentrada causando que al quinto bocado la gelatina sea muy empalagosa y no permita continuar su consumo.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la miraculina en diferentes cantidades, de acuerdo a lo anteriormente mencionado se espera que el potencial consumidor aprecie la acción de la fruta milagrosa y que el cambio de sabor sea inmediato para que la primera percepción del sabor no afecte a la aceptación del producto.

La capacidad de retención de agua se define por la cantidad de agua que la proteína o carbohidrato puede retener sin que exista la liberación de líquidos. Esta capacidad depende de factores internos (tipo de polímero, linealidad, peso molecular, entre otros) y externos (fuerza iónica, pH, temperatura, entre otros).

Los geles al ser termorreversibles pueden provocar que las macromoléculas reaccionen entre sí y pierdan la capacidad de retener agua al ser almacenados, esto ocasiona que las moléculas de agua se separen de la matriz del gel y migren a la superficie. Este fenómeno se lo define como sinéresis, el cual indica la exudación o liberación de agua ocasionada por un reajuste interno de las macromoléculas (Badui, 2006).

Al momento de realizar la formulación se manifestó la idea de utilizar polímeros de origen vegetal ya que al ser termoestables no necesitan refrigeración durante el almacenamiento y de esta manera evitar la exudación de líquidos. La obtención de gelatinas vegetales como carrageninas implica un proceso de varias etapas como extracción, purificación y secado, en donde las algas son tratadas con soluciones alcalinas a altas temperaturas.

Sin embargo, el objetivo principal de esta investigación es realizar una gelatina comestible que contenga materias primas e insumos frescos y naturales, es por esto que la gelatina se debe almacenar a temperaturas de refrigeración para evitar un efecto de sinéresis (Corona et al., 2007).

4.1.2 Propiedades físico - químicas

La norma NTE INEN 1961 establece que la gelatina comestible debe cumplir con requisitos físicos y químicos, de los cuales en esta investigación se han realizado los más importantes que son la humedad y el potencial hidrógeno, donde especifica que la gelatina debe contener un máximo del 12 % de humedad. Al analizar los resultados del día cero, no se encontraron valores superiores a este límite, como se puede observar en la Tabla 12.

Tabla 12

Resultados pruebas de humedad de la gelatina comestible en el día 0

Tratamiento 1	Peso crisol	Peso inicial	Peso final	Resultado
R1	24.30	3.00	24.55	10.00 %
R2	26.06	3.01	26.33	9.42 %
R3	25.48	3.01	25.75	9.61 %
Tratamiento 2				
R1	22.30	3.04	22.62	10.73 %
R2	26.43	3.01	26.73	9.20 %
R3	25.50	3.03	25.82	9.49 %
Tratamiento 3				
R1	26.40	3.03	26.67	9.37 %
R2	18.14	3.02	18.40	13.04 %
R3	24.96	3.01	25.30	9.54 %

Después de transcurrir 30 días desde que se elaboró el producto, se realizaron nuevamente las pruebas de humedad. De esta manera se lograron los resultados que se muestran en la Tabla 13. En función a la norma, existen dos resultados que superan el límite tanto en el día 0 como en el día 30. Sin embargo, al tener 3 repeticiones por tratamiento, el resultado con mayor valor se elimina y se analizan los demás.

Tabla 13.

Resultados pruebas de humedad de la gelatina comestible en el día 30

Tratamiento 1	Peso crisol	Peso inicial	Peso final	Resultado
R1	26.04	3.00	26.29	9.46 %
R2	26.14	3.07	26.4	9.61 %
R3	25.51	3.02	25.76	9.70 %
Tratamiento 2				
R1	26.43	3.02	26.72	9.26 %

R2	25.43	3.02	25.71	9.63 %
R3	22.30	3.00	22.57	10.79 %
Tratamiento 3				
R1	25.78	3.04	26.08	9.50 %
R2	25.68	3.04	25.97	9.57 %
R3	18.07	3.00	18.36	12.86 %

Las conclusiones del estudio de Ramón (2018), sobre la elaboración de gelatina a partir de residuos avícolas reportan resultados de 9.89 % de humedad en gelatinas comestibles; estos datos se encuentran dentro del rango especificado en la normativa NTE INEN: 1961. Los análisis físicos y químicos de la presente investigación realizados en el tiempo inicial y después de 30 días, evidencian resultados favorables debido a que el porcentaje de humedad de todos los tratamientos cumplen con la cantidad establecida de la norma.

Con respecto al potencial hidrógeno, la norma NTE INEN 1961 define que la solución al 1 % a temperatura de 55 °C debe tener un pH entre 3.8 y 7.6, para cumplir con los requisitos físicos y químicos de la gelatina comestible. Los resultados de la gelatina fueron positivos en los dos tiempos de prueba, ya que todos se mantuvieron en el rango establecido por la norma, como se evidencia en la Tabla 14.

Tabla 14.

Resultados del análisis de pH en la gelatina comestible al día 0 y 30

Tratamientos	Tiempo 0			Promedio	Tiempo 30			Promedio
	R1	R2	R3		R1	R2	R3	
T1	4.21	4.03	4.06	4.10 %	4.31	4.18	4.18	4.22 %
T2	4.00	3.97	4.00	3.99 %	4.20	4.13	4.12	4.15 %
T3	3.92	3.92	3.91	3.91 %	4.11	4.07	4.08	4.08 %

En el estudio de Ramón (2018) sobre la elaboración de gelatina a partir de residuos avícolas, presenta un pH de 7.43 en la gelatina comestible; este resultado se encuentra dentro del rango especificado en la norma NTE INEN 1961. Los resultados del potencial hidrógeno de esta investigación realizados en los dos tiempos, demuestran conformidad con esta norma, asegurando que la gelatina cumple con los principios de buenas prácticas de fabricación.

4.1.3 Análisis microbiológico

En los resultados de la investigación de Pastrana et al., (2017), sobre la evaluación de la capacidad inhibitoria de aceites esenciales en bacterias *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, establecen la concentración mínima inhibitoria del aceite esencial de canela a 512 microgramos sobre mililitro, para provocar un efecto antimicrobiano sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Para conservar la gelatina se utilizaron 3 aceites esenciales de diferente origen que son canela, limón y naranja, obteniendo resultados positivos al no existir unidades formadoras de colonias en todas las pruebas realizadas de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.* y *Escherichia coli*.

De la misma forma, Rodríguez (2011), establece en su investigación sobre el empleo de agentes antibacterianos naturales en la preservación de frutos y vegetales, que el aldehído cinámico, principal compuesto antimicrobiano de la canela, inhibe el desarrollo de mohos y micotoxinas. Al evaluar los resultados microbiológicos del presente estudio, no se observó una cantidad significativa de colonias en las placas de mohos y levaduras.

La investigación de Argote et al., (2017), sobre la evaluación de la capacidad inhibitoria de aceites esenciales en *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, indica que los aceites esenciales de mandarina y limón contrarrestan el crecimiento de bacterias como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Listeria*

monocytogenes, *Bacillus cereus* y *Salmonella enteritidis*, debido a su capacidad hidrofóbica que permite la separación de lípidos de la membrana celular de la bacteria haciéndola más permeable.

Por otro lado, los fenoles que contienen los aceites esenciales causan una respuesta antimicrobiana frente a microorganismos patógenos puesto que estos compuestos pueden dañar la membrana citoplasmática, alterar la permeabilidad de la célula microbiana, interferir en la obtención de ATP y detener la fuerza motriz de protones provocando la muerte celular. Conforme con Argote et al., (2017) la concentración mínima inhibidora de los aceites esenciales de limón y mandarina son los que se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15.

Concentración mínima inhibidora de aceites esenciales de limón y mandarina

Aceite Esencial	CMI <i>S. aureus</i>	CMI <i>E. coli</i>
Mandarina	6.8 µl/ml	13.2 µl/ml
Limón	7.6 µl/ml	14.6 µl/ml

Tomado de (Argote et al., 2017)

Una vez obtenidos estos datos, se calculó qué cantidad fue necesaria para mantener la gelatina durante 30 días y cumplir con los requerimientos microbiológicos según la norma NTE INEN 1961, alcanzando resultados aceptables y que permiten el cumplimiento de la norma y buenas prácticas de fabricación de la gelatina comestible.

Como prevención del crecimiento de mohos y levaduras, se utilizó material vegetal previamente deshidratado por atomización y liofilización. Además, permite la conservación de nutrientes, propiedades y calidad del fruto.

Finalmente, se realizó el proceso de pasteurización para eliminar agentes patógenos que puedan causar una intoxicación al consumidor. Tomando en cuenta que, al elevar la temperatura a 60 °C, la miraculina sufre desnaturalización y, por ende, se pierde la acción de bloqueo de sabores ácidos o amargos. Por lo tanto, se estableció que el proceso alcance una temperatura máxima de 53 °C, para evitar que exista un cambio en la estructura de la glucoproteína.

La norma NTE INEN 1961 especifica que la gelatina comestible no debe superar los límites máximos de unidades formadores de colonia en microorganismos como; *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, mohos y *Salmonella spp.* Los resultados obtenidos de las pruebas microbiológicas, mostraron que la acción antimicrobiana de los aceites esenciales es efectiva, al no encontrar bacterias patógenas en las placas de gelatina en los diferentes tiempos evaluados.

Por otro lado, las placas de mohos y levaduras manifestaron el desarrollo de unidades formadoras, como se observa en la Tabla 16. No obstante, al ser una repetición por cada tratamiento, estas fueron desechadas debido a una posible contaminación en la siembra.

Tabla 16.

Resultados del análisis microbiológico de mohos a los tratamientos

Tratamientos	Tiempo 0			Tiempo 10			Tiempo 20			Tiempo 30		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
T1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
T2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
T3	-	-	-	-	1	-	-	Incontable	-	-	-	-

En la investigación de Ortega (2018), sobre la evaluación del efecto antibacteriano de aceites esenciales de tomillo y orégano contra la bacteria *Staphylococcus aureus*, reportan resultados positivos con la mezcla de aceites esenciales de tomillo y arrayán para la inhibición del crecimiento de bacterias como *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. Concluyendo que, al realizar una mezcla de los dos aceites esenciales, causa un efecto antibacteriano sinérgico parcial, esto sugiere que la mezcla de los aceites en bajas concentraciones puede considerarse como una alternativa para el reemplazar conservantes sintéticos.

De la misma manera se manifestaron los resultados en la conservación de la gelatina, al añadir tres tipos de aceites esenciales a la formulación en menor medida a lo que se establecía en estudios a fines, no se observaron unidades formadoras de colonias en las placas de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.* y *Escherichia coli*. Adicionalmente, las placas de mohos y levaduras no se encontraron un número de colonias significativas, cumpliendo los requisitos microbiológicos para gelatinas comestibles que establece la norma NTE INEN 1961. De esta manera, se determinó que la gelatina tiene un tiempo de vida útil de un mes, debido a la estabilidad de sus propiedades físicas, químicas y a la ausencia de patógenos que reducen el tiempo de consumo.

4.1.4 Análisis sensorial

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Organización Mundial de la Salud (2018), indican que el 39 % de las personas mayores a 18 años presentaban sobrepeso, en tanto que el 13 % de las personas mayores a 18 años eran obesos en el año 2018. Por este motivo los productos hipocalóricos son mayormente consumidos por personas adultas.

Por medio de la siguiente ecuación, se calculó el tamaño de la muestra con un nivel de confianza del 95 % y una población de 65 personas; por lo tanto, se

escogió a estudiantes con edades entre 20 a 30 años que están cursando cuarto y quinto semestre de la carrera de Ingeniería Agroindustrial y de Alimentos perteneciente a la Universidad de las Américas.

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{(N-1) \times d^2 + Z_{\alpha}^2 \times p \times q} \quad (\text{Ecuación 3})$$

En donde:

n= Tamaño de la muestra

N= Población

Z_{α}^2 = Nivel de confianza 1.96 al cuadrado (Seguridad al 95 %)

p= Probabilidad de éxito proporción esperada (50 %)

q= Probabilidad de fracaso $1 - p$ ($1 - 0.5 = 0.5$)

d= Precisión al 10 % (error máximo admisible en términos de proporción)

Se reemplazan los valores en la ecuación, obteniendo:

$$n = \frac{65 \times 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{(65 - 1) \times 0.1^2 + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = 39$$

El análisis sensorial fue realizado a 65 personas de diferentes edades, a través de una prueba de aceptación del tratamiento 2, donde se muestran 8 preguntas

que evalúan las propiedades organolépticas de la gelatina y la aprobación del producto según el potencial consumidor.

De acuerdo con la encuesta, el sabor de la gelatina a maracuyá tiene un 65 % de aceptación, en donde 42 personas respondieron positivamente a los niveles -me gusta mucho- y -me gusta- como se puede observar en la Figura 3. Los resultados pueden verse afectados debido a la calidad de la pulpa de maracuyá, ya que al no estar correctamente sellada perdió sus propiedades organolépticas afectando a las primeras encuestas realizadas. Sin embargo, para las siguientes encuestas se utilizó pulpa de maracuyá fresca logrando mejores resultados de los consumidores.

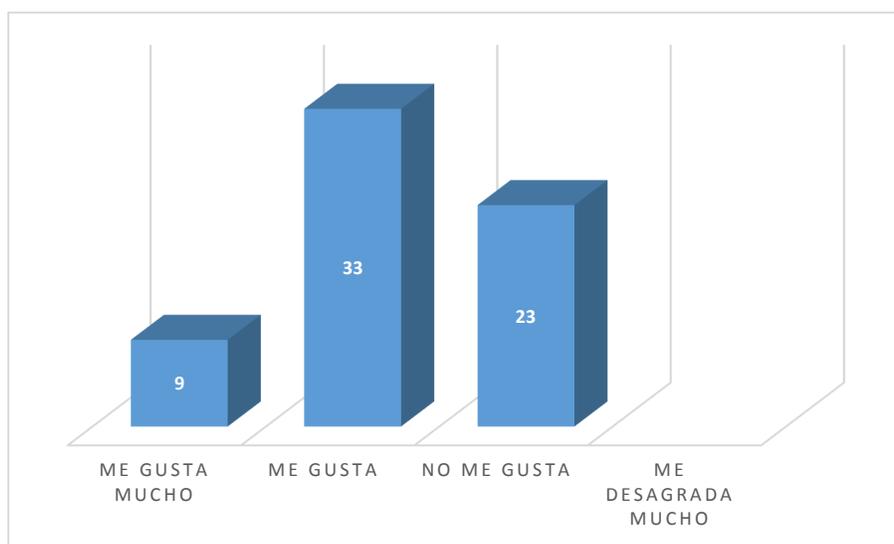


Figura 3. Resultados pruebas de aceptación de acuerdo al sabor

En cuestión de color, la gelatina obtuvo buenos resultados alcanzando el 68 % de aprobación, no obstante, 21 personas calificaron esta característica dentro del nivel -no me gusta- (Figura 4), esto se puede deber a que las gelatinas tienen normalmente colores intensos y definidos de acuerdo al sabor. En este caso la

gelatina no contiene colorantes añadidos y la adición de fruta milagrosa provoca que cambie su color a naranja oscuro, el cual no es asociado con el maracuyá.

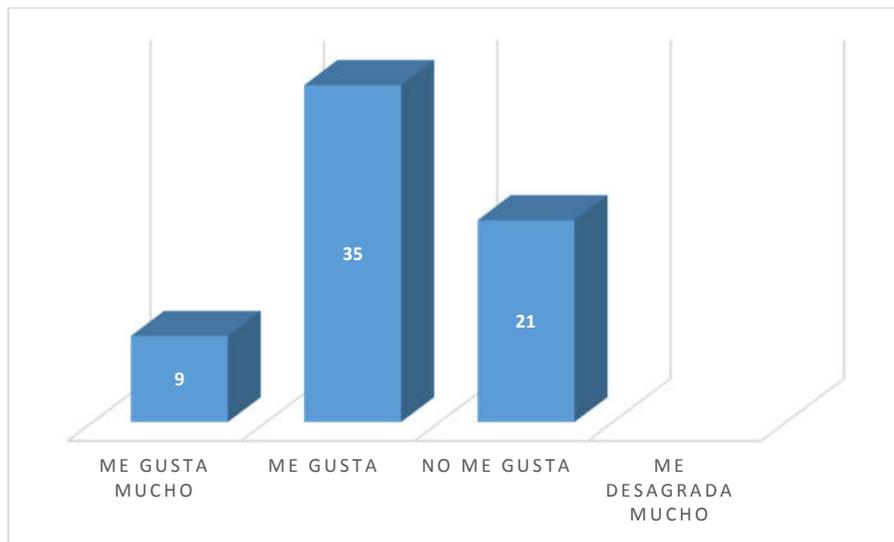


Figura 4. Resultados pruebas de aceptación de acuerdo al color

Los resultados de las pruebas de aceptación de acuerdo con el olor fueron muy favorables alcanzando el 74 % de aprobación, 48 potenciales consumidores manifestaron su agrado en los niveles – me gusta mucho- y -me gusta- (Figura 5), este valor se ve reflejado de acuerdo a la adición de productos aromatizantes como la esencia de vainilla y los aceites esenciales de limón, naranja y canela que añaden una fragancia agradable a la gelatina.

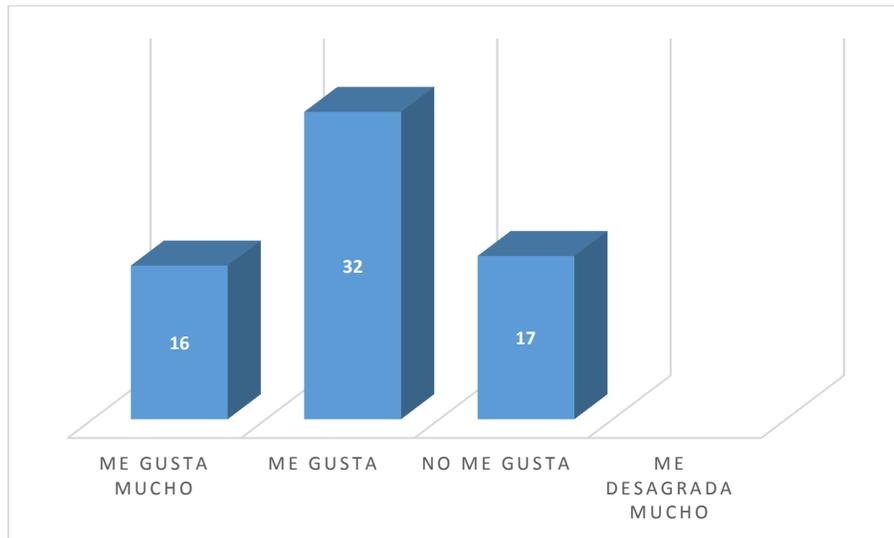


Figura 5. Resultados pruebas de aceptación de acuerdo al olor

Conforme al regusto, se obtuvieron resultados con el 73 % de aprobación, en donde 16 personas respondieron al nivel - me gusta mucho- y 31 personas al nivel – me gusta- (Figura 6). Esta pregunta fue importante realizarla debido a muchos de los edulcorantes que se utilizan en la industria alimentaria provocan sabores residuales amargos o metálicos desagradables para el consumidor, en cambio la fruta milagrosa produce sabores frutales que van acorde con el maracuyá.

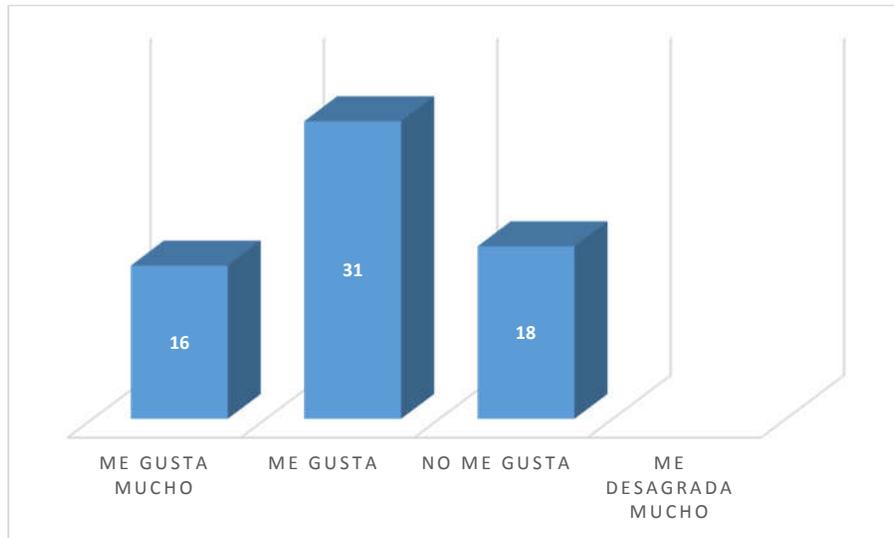


Figura 6. Resultados pruebas de aceptación de acuerdo al regusto

En general, los resultados de la gelatina fueron favorables dando una aceptación del 77 %, 50 consumidores encuestados respondieron a los niveles -me gusta mucho y -me gusta-, como se puede evidenciar en la Figura 7. De esta manera, se afirma que la gelatina es un producto que puede integrarse al mercado positivamente.

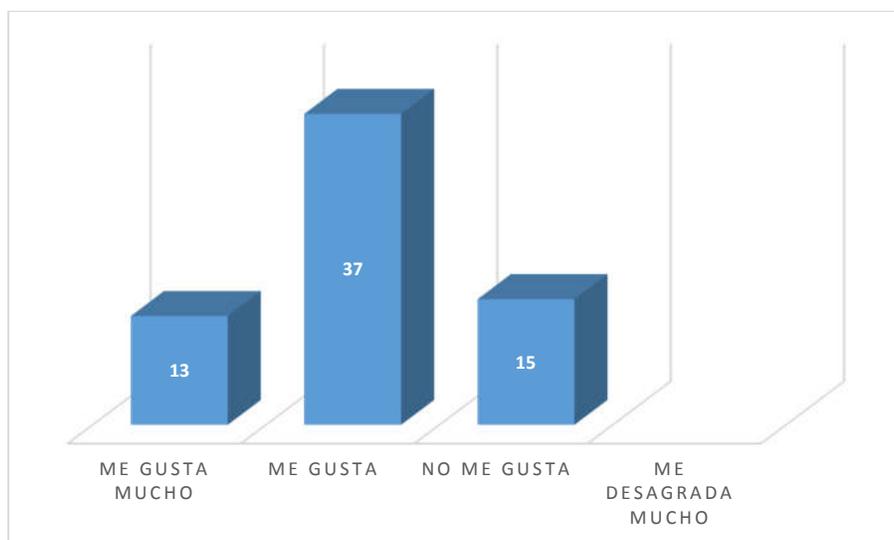


Figura 7. Resultados generales de la gelatina

De acuerdo con las encuestas (Figura 8), el 65 % de las personas encuestadas no tienen conocimiento sobre la existencia de la fruta milagrosa, ya que 42 respondieron al nivel -no-, lo cual representa una ventaja competitiva al no encontrar un producto similar a los existentes en el mercado, promoviendo el interés de investigación y aplicación del fruto en otros productos alimenticios.

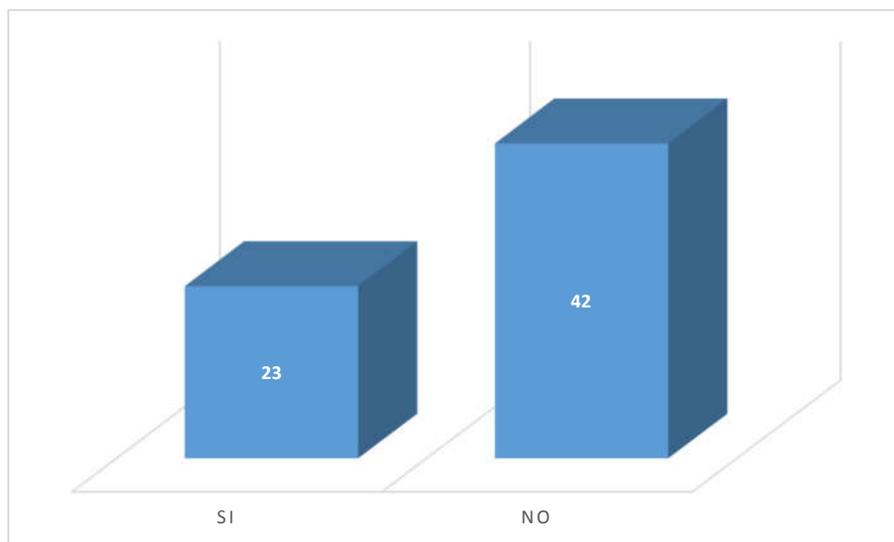


Figura 8. Resultados conocimiento de la fruta milagrosa

En la investigación de Martínez et al., (2016), sobre el descubrimiento del secreto de la fruta milagrosa, establece que las células que expresaban los receptores del sabor dulce fueron tratadas con fruta milagrosa y en presencia de un medio ácido demuestran un resultado mayor, considerando que cuanto más se aumentó el medio ácido a pH 7, la respuesta fue mínima. De esta manera, los mejores resultados se alcanzaron en un rango de pH 4.8 a 6.5; mientras que la respuesta de las células entre pH de 6.5 a 7.4 dejó de ser relevante, afirmando la relación entre el mecanismo de acción de la miraculina y el pH.

Agregar pulpa de maracuyá en la formulación de la gelatina provocó que el medio disminuya a valores ácidos provocando que el efecto de la miraculina no sea inmediato sino al tercer o cuarto vez degustado el producto, como se observa en los resultados (Figura 9).

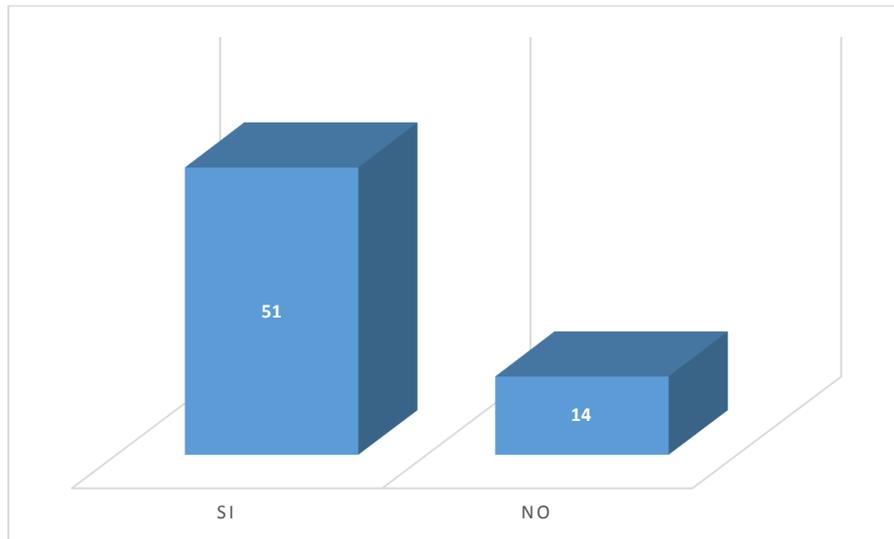


Figura 9. *Resultados efecto de la fruta milagrosa*

Conforme a los resultados se puede evidenciar que la cantidad de fruta milagrosa añadida a la gelatina es perceptible ya que el 78 % de las personas encuestadas identificó el efecto de la miraculina al consumir el producto.

Como se muestra en la Figura 10, el 72 % de las personas compraría la gelatina, por lo tanto, se puede considerar a la fruta milagrosa como un edulcorante natural que cumple con las expectativas de los potenciales consumidores y sirve como alternativa al azúcar.

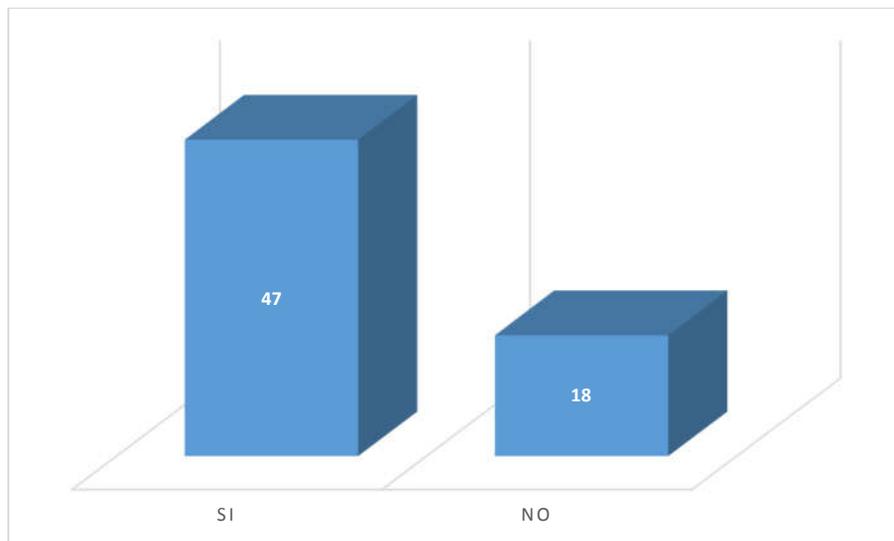


Figura 10. *Resultados fruta milagrosa como edulcorante alternativo*

En el estudio de Martínez et al., (2016), sobre el descubrimiento del secreto de la fruta milagrosa, concluyeron que la fruta milagrosa contiene diversas propiedades que se refieren a su posible utilización en diferentes campos como a nivel industrial y la medicina.

La fruta milagrosa no contiene sabor dulce por sí misma, pero puede ser considerada como un edulcorante natural, ya que tiene la capacidad de enmascarar los sabores ácidos convirtiéndolos en dulces, al entrar en contacto con los receptores del sabor. Por este motivo, se considera al fruto como una alternativa al azúcar, con un sabor agradable, sin regustos y bajo aporte calórico.

4.1.5 Análisis beneficio - costo

A partir de los resultados de los análisis desarrollados a los 3 diferentes tratamientos, se estableció al tratamiento 2 como el producto más viable, en el cual se aplicó un análisis de beneficio - costo, dando un costo de materia prima

de 2.07 dólares por un envase de gelatina de 113 gramos, como se puede evidenciar en la Tabla 17.

Tabla 17.

Costo de materia prima para gelatina comestible

Materia Prima	Porcentaje	Precio	Precio unidad
Agua	88.53 %	\$ 0.35	\$ 0.07
Gelatina	3.54 %	\$ 0.90	\$ 0.12
Pulpa de Maracuyá	3.19 %	\$ 19.00	\$ 0.14
Azúcar	2.04 %	\$ 2.06	\$ 0.0024
Fruta milagrosa	1.77 %	\$ 0.80	\$ 1.60
Esencia de vainilla	0.22 %	\$ 1.30	\$ 0.0033
Ácido ascórbico	0.18 %	\$ 15.00	\$ 0.0030
Aceite esencial de canela	0.18 %	\$ 2.20	\$ 0.04
Aceite esencial de limón	0.18 %	\$ 2.20	\$ 0.04
Aceite esencial de naranja	0.18 %	\$ 2.20	\$ 0.04
Total	100 %	\$ 46.01	\$ 2.07

Para calcular el beneficio – costo, se establecieron costos fijos y variables requeridos para la elaboración de la gelatina, como se puede evidenciar la siguiente Tabla 18. Adicionalmente, se estableció una producción diaria de 100 gelatinas de 113 gramos cada una y un porcentaje de desperdicios del 15%.

Tabla 18.

Beneficio – costo gelatina hipocalórica con extracto de la fruta milagrosa (Synsepalum dulcificum)

Costos fijos	Total	Costos Variables	Total
Impuestos Inmobiliarios	\$ 150,00	Materia Prima directa	\$ 4.134,84

Mano de obra	\$ 800,00	Envase y embalajes	\$ 600,00
Gastos Administrativos	\$ 200,00		
Material Oficina	\$ 50,00		
Total	\$ 1.200,00	Total	\$ 4.734,84
Costo de Producción	\$ 2,97		
PVP	\$ 3,86		
Beneficio/costo	1,3		

El costo de producción de la gelatina hipocalórica es de 2.97 dólares, donde se espera generar un 30% de ganancia por envase, resultando un precio de venta al público de 3.86 dólares. El beneficio costo obtenido es de 1.3, esto quiere decir que, por cada dólar invertido, la ganancia es de 30 centavos. Al tener un valor mayor a 1, se considera que el proyecto es aconsejable y que los beneficios de elaborar la gelatina son mayores a los costos de producción.

Adicionalmente, se estimaron las unidades vendidas y el precio de venta al público para calcular el volumen mínimo de las ventas de gelatina para generar un porcentaje de utilidad (Tabla 19).

Tabla 19.

Estimación de ventas y utilidades de la producción de gelatina comestible

Unidades Vendidas	Costos Fijos	Costos Variables	Costos Totales	PVP Final
1	\$ 1,200.00	\$ 2.97	\$ 1,202.97	\$ 3.86
100	\$ 1,200.00	\$ 297.00	\$ 1,497.00	\$ 386.00
200	\$ 1,200.00	\$ 594.00	\$ 1,794.00	\$ 772.00
300	\$ 1,200.00	\$ 891.00	\$ 2,091.00	\$ 1,158.00
400	\$ 1,200.00	\$ 1,188.00	\$ 2,388.00	\$ 1,544.00
500	\$ 1,200.00	\$ 1,485.00	\$ 2,685.00	\$ 1,930.00
600	\$ 1,200.00	\$ 1,782.00	\$ 2,982.00	\$ 2,316.00
700	\$ 1,200.00	\$ 2,079.00	\$ 3,279.00	\$ 2,702.00
800	\$ 1,200.00	\$ 2,376.00	\$ 3,576.00	\$ 3,088.00
900	\$ 1,200.00	\$ 2,673.00	\$ 3,873.00	\$ 3,474.00
1000	\$ 1,200.00	\$ 2,970.00	\$ 4,170.00	\$ 3,860.00

1100	\$ 1,200.00	\$ 3,267.00	\$ 4,467.00	\$ 4,246.00
1200	\$ 1,200.00	\$ 3,564.00	\$ 4,764.00	\$ 4,632.00
1300	\$ 1,200.00	\$ 3,861.00	\$ 5,061.00	\$ 5,018.00
1400	\$ 1,200.00	\$ 4,158.00	\$ 5,358.00	\$ 5,404.00

En la Figura 11, se puede observar que el nivel mínimo de ventas para generar utilidad en la producción de gelatina comestible, es de 805 unidades. Esto quiere decir que se deben vender 3 106.36 dólares para cubrir los costos variables y fijos, a partir de este valor, la empresa comienza a generar ganancias. Sin embargo, el estudio se realizó en un laboratorio, para lo cual no se tomaron en cuenta costos de construcción, maquinaria e inmuebles, es por esto que el análisis no es a nivel industrial y su precio de venta al público es elevado.

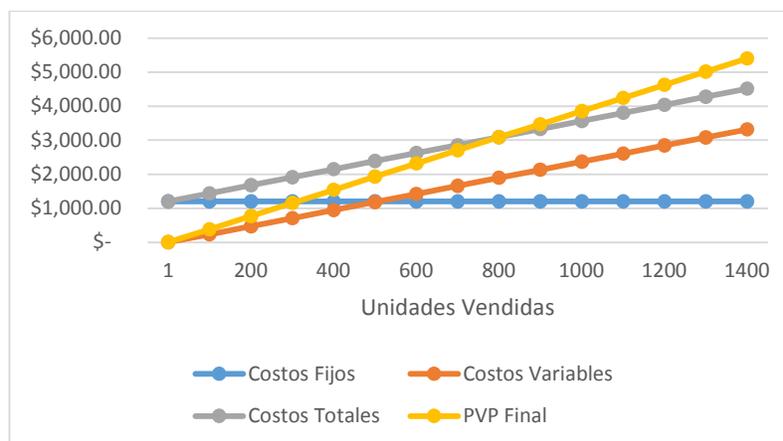


Figura 11. *Punto de equilibrio gelatina comestible*

Al momento, existen gelatinas con presentaciones de mayor peso neto de producto y menor precio de marcas comerciales reconocidas, sin embargo, es importante tomar en cuenta que la gelatina con extracto de fruta milagrosa es un producto innovador, que permite la penetración y permanencia en el mercado ya que no existe competencia directa.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Para definir la formulación de la gelatina comestible, se estudiaron varios factores que intervienen en la elaboración de la misma, por lo que se establecieron tres tratamientos con diferentes porciones de fruta milagrosa. De este modo fueron evaluados a través de análisis físico – químicos, microbiológicos y sensoriales que determinaron al tratamiento No. 2 (contiene 2 gramos de fruta milagrosa) como óptimo para el estudio, debido a que cumple con los requerimientos físico – químicos y microbiológicos de la norma NTE INEN 1961 para gelatinas comestibles.

El incorporar aceites esenciales de diferentes fuentes como canela, limón y naranja en la formulación, contribuye a alargar el tiempo de vida útil de la gelatina comestible a 30 días; a través del efecto antibacteriano sinérgico en *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, mohos y levaduras. Sin embargo, las propiedades físicas y químicas no se mantienen durante este periodo debido al efecto de sinéresis, es por esto que la gelatina se debe almacenar a temperaturas de refrigeración.

Uno de los factores principales para seleccionar el tratamiento ideal fue la percepción del efecto de la miraculina, puesto que se identificó que al agregar una cantidad mínima su acción tarda más tiempo en apreciarse; mientras que al aumentar la dosis provoca saciedad de inmediato. El efecto que causa la fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*) después de haber consumido la gelatina, fue el esperado en la mayoría de los consumidores potenciales, tomando en cuenta que el 78% de las personas encuestadas pudieron notar el cambio de sabor de ácido a dulce.

La elaboración de la gelatina hipocalórica con extracto de fruta milagrosa es viable de acuerdo con el análisis de beneficio – costo, debido a que genera una ganancia de 30 centavos por cada dólar invertido. De igual manera, su punto de equilibrio es de 805 unidades y 3 106.36 dólares para cubrir los costos de producción y empezar a ganar utilidades.

Tras evaluar las características de la fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*), se identificó que requiere un medio ácido para enmascarar los sabores y convertirlos en dulces. De esta manera, el fruto puede ser considerado como un edulcorante natural con bajo aporte calórico, sabor agradable y sin regustos adicionales, por lo tanto, se puede considerar como una alternativa a los productos derivados del azúcar.

La fruta milagrosa considerada como un modificador del sabor, brinda al producto la oportunidad de fijar un precio mayor respecto a productos similares existentes en el mercado, ya que, al ser un producto nuevo, con bajo aporte calórico y sin aditivos añadidos, resulta factible su penetración en el mercado.

5.2 Recomendaciones

En la formulación de la gelatina comestible fue necesaria la adición de azúcar para equilibrar los sabores, puesto que el maracuyá contiene un pH entre 2.8 a 3.3 que facilita la acción de la miraculina, pero que a su vez provoca que la primera percepción del producto sea ácida y después de que se hayan transcurrido 30 segundos del contacto con los receptores del sabor, se empiece a apreciar el efecto de enmascarar sabores. Por este motivo, se recomienda incorporar a la formulación otro edulcorante que sea de bajo aporte calórico y que permita endulzar la gelatina hasta que actúe la fruta milagrosa, o en su lugar eliminar el contenido de azúcar.

El uso de otro material vegetal que contenga un pH entre 4 a 5 con el objetivo de que el producto no sea tan ácido, sin embargo, que contribuya a la formulación con un medio ideal para mejores resultados en el efecto de la miraculina según su rango de pH entre 4.8 a 6.5. Así también, el análisis de una combinación de frutas ácidas y dulces para equilibrar los sabores de la gelatina que podría ser más atractiva al público consumidor.

En el Ecuador la producción de fruta milagrosa es escasa y los precios por unidad son elevados por su creciente demanda, provocando que el costo de producción duplique el precio de otros productos de la competencia. De modo que, se sugiere cultivar industrialmente la baya para cubrir la demanda; así como la investigación de sus características organolépticas en otros productos de consumo, particularmente para el segmento de personas con estado fisiológico alterado.

Igualmente, al ser un fruto perecedero, su tiempo de vida útil es muy corto y su aplicación limitada, por esto se recomienda métodos de conservación de las bayas como la liofilización, en donde el fruto se mantiene por más de 3 meses, sin afectar sus propiedades organolépticas principales y especialmente, su peculiaridad de modificar sabores.

REFERENCIAS

- Argote, F., Suarez Montenegro, Z., Tobar Delgado, M., Pérez Alvarez, J., Hurtado, A., & Delgado Ospina, J. (2017). Evaluación de la capacidad inhibitoria de aceites esenciales en staphylococcus aureus y escherichia coli. *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 15(2), 52-60. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(v15\)edicionespecialn2.578](https://doi.org/10.18684/bsaa(v15)edicionespecialn2.578)
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos. Química de los alimentos*.

- Bermúdez, L. (2016). Elaboración De Gelatina Enriquecida Con Sustituto De Leche a Base De Amaranto. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 577-581.
- Cameán, A. M., & Repetto, M. (2006). *Aspectos bromatológicos y toxicológicos de los edulcorantes*. (Ediciones Díaz de Santos, Ed.).
- Castaño, M. (2012). Evaluación de la capacidad conservante de los aceites esenciales de clavo, 1-81.
- Cevallos, L., Andrade, S., Singh, B. ., & Arce, J. (2007). ESTUDIO DE LA FRUTA MILAGROSA (*Synsepalum dulcificum* Daniell) COMO POSIBLE EDULCORANTE NATURAL. «*TIERRA TROPICAL*» *Universidad EARTH*, 10. <https://doi.org/1659-2751>
- Corona, R., Quincoces, M., Gil, A., Loi, S., Hereira, A., López, M., & Melendrez, E. (2007). Caracterización De Carrageninas Obtenidas a Partir De Diferentes Especies De Macroalgas Marinas Cubanas. *Revista Cubana de Química*, XIX(2), 55-58.
- Durán, S., Cordon, K., & Rodríguez, M. del P. (2013). Edulcorantes no nutritivos, riesgos, apetito y ganancia de peso. *Revista chilena de nutrición*, 40(3), 309-314. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182013000300014>
- Fernández, M., García, M., Morales, M., & Troncoso, A. (2012). Toxicología de los aditivos alimentarios. *Toxicología Alimentaria*. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/reader.action?docID=3201777&query=aditivos+alimentarios>
- FID. (2013). *ATLAS de la DIABETES de la FID (Sexta)*. Recuperado de <file:///C:/Users/Familia/Downloads/spanish-6th.pdf>
- García, M. (2010). Guía técnica del cultivo de Maracuyá. *Centa*, 24. Recuperado de <http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA MARACUYA 2011.pdf>
- Giannuzzi, L., & Molina Ortiz, S. E. (1995). Edulcorantes Naturales y Sintéticos: Aplicaciones y Aspectos Toxicológicos. *Acta Farnz. Botlaeretise*, 14(2),

119-122. Recuperado de
http://www.latamjpharm.org/trabajos/14/2/LAJOP_14_2_2_1_O7PY4U1EJI.pdf

Gutiérrez, C., Torres, G., & Ramírez, J. (2010). *Obesidad y ejercicio físico*. Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/reader.action?docID=3228776&query=obesidad>

He, Z., Shun, J., Abbasiliasi, S., Ming, O., Joon, Y., & Ariff, A. B. (2016). Phytochemicals , nutritionals and antioxidant properties of miracle fruit *Synsepalum dulcificum*. *Industrial Crops & Products*, 86, 87-94.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.03.032>

INEC. (2017). Diabetes segunda causa de muerte, después de las enfermedades isquémicas del corazón. Recuperado de
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias-INEC/2017/Diabetes.pdf>

INEN. (2016). *ROTULADO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS PARA CONSUMO HUMANO. PARTE 2. ROTULADO NUTRICIONAL. REQUISITOS. FOOD PRODUCTS LABELLING FOR HUMAN CONSUMPTION. PART 2. NUTRITIONAL LABELLING. REQUIRIMENTS*. Recuperado de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu175751.pdf>

INEN. (2018). Ecuatoriana Nte Inen 1961. *NTE INEN 1961 GELATINA COMESTIBLE. REQUISITOS*. Recuperado de
<https://archive.org/details/ec.nte.1521.2005/page/n3>

INEN. (2019). Ecuatoriana Nte Inen 1521. *NTE INEN 1521 Mezcla en polvo para postre de gelatina. Requisitos*.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2017). Artículos fabricados por las empresas, según clasificación central de productos. Recuperado 8 de enero de 2020, de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2018). Nacimientos y Defunciones.

- Recuperado 16 de octubre de 2019, de
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/nacimientos_y_defunciones/
- Martínez, C., Periago, M., & Navarro, I. (2016). Revelando el secreto de la fiuta milagrosa. *Revista Espanola de Nutricion Comunitaria*, 22(4), 20-27.
<https://doi.org/10.14642/RENC.2016.22.4.5154>
- Mathers, C. D., & Loncar, D. (2006). Projections of Global Mortality and Burden of Disease from 2002 to 2030. *PLoS Medicine*, 3(11), e442.
<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0030442>
- Ministerio de Salud Pública. (2013). *REGLAMENTO SANITARIO DE ETIQUETADO DE ALIMENTOS PROCESADOS PARA EL CONSUMO HUMANO*. Recuperado de www.fielweb.com
- OMS. (2012). Factores de riesgo de la diabetes de tipo 2 y medidas para prevenirla. *OMS*, 66, 37-39. Recuperado de
https://www.who.int/diabetes/diabetes_infographics_facts_es.pdf?ua=1
- OMS. (2017a). La diabetes aumenta. *Diabetes*, 1. Recuperado de
http://www.who.int/diabetes/diabetes_infographics_facts_es.pdf?ua=1
- OMS. (2017b). OMS | 10 datos sobre la obesidad. *10 datos sobre la obesidad*.
- ONU. (2018). Más hambrientos y más obesos en América Latina en medio de la desigualdad | Noticias ONU. Recuperado 29 de octubre de 2019, de
<https://news.un.org/es/story/2018/11/1445101>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, & Organización Mundial de la Salud. (2018). Norma General Para Los Aditivos Alimentarios. *Codex Alimentarius*, 507.
- Pabón, Y., Páez, K., Rodríguez, K., Medina, C., López, M., & Salcedo, L. (2015). CALIDAD DE VIDA DEL ADULTO CON INSUFICIENCIA RENAL CRÓNICA. *Revista Duazary*, 12, 8. Recuperado de <https://search-proquest-com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/docview/1835693007/fulltextPDF/1AA0309BE2404019PQ/1?accountid=33194>

- Pastrana, Y., Acevedo, D., & Durango, A. (2017). Efecto Antimicrobiano Del Clavo Y La Canela Sobre Patógenos. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(1), 56.
[https://doi.org/10.18684/bsaa\(15\)56-65](https://doi.org/10.18684/bsaa(15)56-65)
- Ramón, A. (2018). Optimización del método para la obtención de gretina a partir de residuos avícolas para su aplicación en la elaboración de gelatinas saborizadas.
- Robles, A. (2010). "EL CULTIVO DEL MARACUYÁ" *Passiflora edulis form. Flavicarpa. Gerencia Regional Agraria La Libertad, Trujillo-Perú.*, 30.
Recuperado de
http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL DEL CULTIVO DE MARACUYA_0.pdf
- Rodríguez, E. (2011). Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas.
- Taiariol, D. (2009). *Esteviósido y los demás Edulcorantes*. El Cid Edito.
Recuperado de
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=3183695&query=EDULCORANTES>
- Torres, J., Romero, E., & Medina, M. (2018). Efecto bactericida del clavo de olor, canela y benzoato de sodio en la conservación del mango haden y melón. *Revista Ciencia y Tecnología*, 152-176.
<https://doi.org/10.5377/rct.v0i20.5954>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis microbiológico de aerobios mesófilos a los tratamientos.

Tratamientos	Tiempo 0			Tiempo 10			Tiempo 20			Tiempo 30		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
T1	-	-	-	-	-	-	400	500	100	300	100	100
T2	-	-	-	-	400	-	500	300	700	1000	1000	200
T3	-	-	-	200	-	100	300	100	600	700	600	1600

Anexo 2. Beneficio – costo formulación tratamiento 1

Materia Prima	Porcentaje	Precio	Precio unidad
Agua	89.33 %	\$ 0.35	\$ 0.07
Gelatina	3.57 %	\$ 0.90	\$ 0.12
Pulpa de Maracuyá	3.22 %	\$ 19.00	\$ 0.14
Azúcar	2.05 %	\$ 2.06	\$ 0.002
Fruta milagrosa	0.89 %	\$ 0.80	\$ 0.80
Esencia de vainilla	0.22 %	\$ 1.30	\$ 0.003
Ácido ascórbico	0.18 %	\$ 15.00	\$ 0.003
Aceite esencial de canela	0.18 %	\$ 2.20	\$ 0.04
Aceite esencial de limón	0.18 %	\$ 2.20	\$ 0.04
Aceite esencial de naranja	0.18 %	\$ 2.20	\$ 0.04
Total	100 %	\$ 46.01	\$ 1.27

Anexo 3. Beneficio - costo formulación tratamiento 3

Materia Prima	Porcentaje	Precio	Precio unidad
Agua	87.76 %	\$ 0.35	\$ 0.07
Gelatina	3.51 %	\$ 0.90	\$ 0.12
Pulpa de Maracuyá	3.16 %	\$ 19.00	\$ 0.14
Azúcar	2.02 %	\$ 2.06	\$ 0.002

Fruta milagrosa	2.63 %	\$	0.80	\$	2.40
Esencia de vainilla	0.22 %	\$	1.30	\$	0.003
Ácido ascórbico	0.18 %	\$	15.00	\$	0.003
Aceite esencial de canela	0.18 %	\$	2.20	\$	0.04
Aceite esencial de limón	0.18 %	\$	2.20	\$	0.04
Aceite esencial de naranja	0.18 %	\$	2.20	\$	0.04
Total	100 %	\$	46.01	\$	2.87

Anexo 4. Formato de análisis sensorial aplicado a posibles consumidores de la gelatina



Nombre: _____ **Muestra No:** _____ **Fecha:** _____

Nombre del producto: Gelatina de maracuyá con fruta milagrosa.

Frente a usted se encuentra un vaso con agua y un vaso de gelatina. Primero tome un sorbo de agua. Prosiga a ingerir la gelatina, manténgala en su boca, muérdala y con ayuda de su lengua disperse la gelatina por toda su cavidad bucal. Esperar 1 minuto y proseguir con el siguiente bocado de gelatina, realizar este proceso varias veces hasta percibir un sabor dulce. Anotar lo minutos transcurridos.

Marque con una X la opción que considere adecuada

- **Sabor:**
 Me gusta mucho () Me gusta () No me gusta () Me desagrada mucho ()
- **Color:**
 Me gusta mucho () Me gusta () No me gusta () Me desagrada mucho ()
- **Olor:**
 Me gusta mucho () Me gusta () No me gusta () Me desagrada mucho ()
- **Regusto:**
 Me gusta mucho () Me gusta () No me gusta () Me desagrada mucho ()

1. ¿Usted tenía conocimiento de la fruta milagrosa?
 SI () NO ()
2. ¿Usted percibió alguna diferencia después de consumir la gelatina?
 SI () NO ()
3. ¿Le gusto la gelatina?
 Me gusta mucho () Me gusta () No me gusta () Me desagrada mucho ()
4. ¿Usted compraría este producto como una alternativa al consumo de azúcar?
 SI () NO ()
5. ¿Por qué?

Comentarios

Anexo 5. Ficha técnica pulpa de maracuyá deshidratada



FICHA TÉCNICA MARACUYÁ EN POLVO

Nombre Comercial:	Maracuyá en Polvo
Nombre Científico:	<i>Passiflora Edulis</i>
Presentación:	Según Notificación Sanitaria
Composición:	Pulpa de Maracuyá, Maltodextrina.
Breve Descripción:	Maracuyá, rica en Potasio, Calcio, Hierro y Magnesio, 0% grasa, 0% colesterol, sin azúcar, libre de colorantes, gluten, lactosa, alérgicos y organismos modificados genéticamente.

Características del Producto:

		Requisitos de Calidad	Límite de Aceptación	Método de Ensayo
Análisis Físicoquímicos:	Organolépticos:	Color del polvo	Amarillo Intenso	POE- 05.010
		Apariencia del polvo	Fino, fluido y sin grumos	POE- 05.010
		Olor del polvo	Característico	POE- 05.010
		Color del producto reconstituido en agua	Amarillo	POE- 05.010
		Sabor del producto reconstituido en agua	Característico a Maracuyá	POE- 05.010
	Humedad:	Humedad (%)	5	I- 05.001
	pH:	pH del producto reconstituido en agua	4.20 – 4.40	I- 05.002
	°Brix:	°Brix del producto reconstituido en agua	≥ 8.00	I- 06.056



Requisitos de Calidad		Límite de Aceptación	Método de Ensayo
Análisis Microbiológicos:	Coliformes Totales	<10	POE- 05.010
	E. Coli	Negativo	POE- 05.010
	Levaduras	<10	POE- 05.010
	Salmonella	Negativo	POE- 05.010
	Mohos	<10	POE- 05.010

Información de Alérgenos:		
Tipo de Prueba realizada:	Detalles de la prueba:	Método de Ensayo:
3M® Clean-Trace™ ALLTEC60 hisopos para detección de alérgenos en superficies.	Prueba altamente sensible, detecta cantidades tan pequeñas como 3µg de proteínas. Validado para una gama de proteínas alérgicas, incluyendo el huevo, la leche, gluten, soja y maní.	I-005-011

Modo de Uso:
La Maracuyá en polvo se puede diluir en zumos, infusiones, batidos, yogurt, entre otros y puede ser utilizada en las industrias alimentarias de bebidas, infusiones, lácteos, producción de suplementos nutricionales.

Breve Descripción del Proceso de Producción:
Es un producto que se obtiene del secado por atomización de la pulpa de maracuyá, método por el cual el fluido es deshidratado a temperaturas y tiempos controlados, esto permite que el fluido conserve todos sus nutrientes, propiedades y calidad. Finalmente el producto, cuyas características físicas, químicas y microbiológicas cumplen con las especificaciones de calidad e inocuidad, es envasado en su contenedor final, codificado, embalado y despachado.



Valor Agregado o de Diferenciación del Producto:

La Maracuyá es un producto seguro, no contiene ningún tipo de colorantes o sabores artificiales que representen peligro para el medio ambiente o para la salud del ser humano. Es un producto orgullosamente ecuatoriano con materia prima 100 % nacional.

La Maracuyá en polvo es un producto rico en nutrientes, que concentra las propiedades naturales de la Maracuyá, es una excelente fuente de, es delicioso, sencillo de tomar y económicamente viable que contribuye al hábito saludable de las personas que buscan mejorar su nutrición.

Manipulación y Almacenamiento:

Manipulación y almacenamiento: Su tiempo de vida útil se ha potenciado por buenas condiciones de almacenamiento que incluyen temperatura óptima (15 - 30 °C) y humedad relativa debajo de 65 %. Almacenar sobre pallets o estantes, en un lugar limpio, libre de infestación por insectos, roedores y protegido contra contaminantes químicos (combustible, lubricantes, abonos químicos, venenos, etc.) o microbiológicos, alejado de olores fuertes y protegido de la luz solar directa.

Transportación: En vehículos limpios, con protección de las condiciones del clima, colocarse el producto con la parte superior hacia arriba, no estar sometido a presiones o golpes que puedan dañar el envase. No transportar con sustancias tóxicas o peligrosas. No necesita refrigeración.

Límite de rechazo: El No cumplimiento de algún valor de la tabla microbiológica; exceder el rango del % de Humedad.

Vida útil: 12 meses a partir de la fecha de elaboración en las condiciones de almacenamiento recomendadas.

El presente documento certifica la aptitud para consumo y uso humano, así como también la calidad alimenticia del producto.

EXTENDER FOOD IND. se basa en las Normativas del Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN.

Anexo 6. Ficha técnica aceite esencial de limón.

DESTILERÍAS MUÑOZ GÁLVEZ S.A.	<u>FICHA TÉCNICA</u>	FECHA: 31/08/2004 EDICIÓN: 03 PÁGINA: 1/ 1
--	-----------------------------	--

Producto: Limon Nat Id 300174**Código:** 300174

Información general del productoProducto Natural Idéntico.

Especificaciones técnicas

PARÁMETRO	LÍMITE DE VALORES	UNID.	MÉTODO
Aspecto:	Líquido amarillo	---	QC 03
Densidad a 20 °C:	0.842 – 0.864	g/ml	QC 05
Rotación Óptica a 20 °C	+54 – +68	°	QC 01
Índice de Refracción a 20 °C:	1.467 – 1.479	---	QC 02
Solubilidad a 20 °C en alcohol 96°:	1:Soluble en todas proporciones	---	QC 04
Punto de inflamación:	+46	°C	(TCC) QC 08

Información adicional**Olor:** Característico (limón), conforme a estándar.**Almacenamiento:** En envases cerrados, en lugar bien ventilado y protegido de la luz. Temperatura aproximada de +10 °C.**Vida útil:** 18 meses.

Anexo 11. Ficha técnica aceite esencial de naranja.

<i>DESTILERÍAS MUÑOZ GÁLVEZ S.A.</i>	<u>FICHA TÉCNICA</u>	FECHA: 09/05/2001 EDICIÓN: 01 PÁGINA: 1/ 1
--	-----------------------------	--

Producto: Naranja Dulce Nat**Código:** 300484**Información general del producto****Producto Natural.****CAS:** 8028-48-6**EINECS:** 232-433-8**CE Index:****Especificaciones técnicas**

PARÁMETRO	LÍMITE DE VALORES	UNID.	MÉTODO
Aspecto:	Líquido naranja / naranja intenso	---	QC 03
Densidad a 20 °C:	0.842 – 0.848	g/ml	QC 05
Rotación Óptica a 20 °C	+94 – +100	°	QC 01
Índice de Refracción a 20 °C:	1.472 – 1.476	---	QC 02
Solubilidad a 20 °C en alcohol 96°:	1:1 claro + claro	---	QC 04
Punto de inflamación:	+53	°C	(TCC) QC 08

Información adicional**Olor:** Característico.**Almacenamiento:** En envases cerrados, en lugar bien ventilado y protegido de la luz. Temperatura inferior a +10 °C.**Vida útil:** 18 meses.

