UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA AGROINDUSTRIA

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TÍTULO

ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO DE LAS PROPIEDADES DE LA FRUTA DE *Synsepalum dulcificum* (Schumach. & Thonn.) Daniell (BAYA MÁGICA) COMO MATERIA PRIMA PARA SU APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL

AUTOR

ALEX JULIO JARRÍN ILLICACHI

DIRECTOR DEL PROYECTO

Dr. LUIS RAMÓN BRAVO SÁNCHEZ PhD.

PUYO – ECUADOR

2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Quien suscribe Alex Julio Jarrín Illicachi con C.I 1600484073, hace constar que es autor del Trabajo de Integración Curricular titulado: ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO DE LAS PROPIEDADES DE LA FRUTA DE *Synsepalum Dulcificum* (Schumach. & Thonn.) Daniell (BAYA MÁGICA) COMO MATERIA PRIMA PARA SU APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Dr. Luis Ramón Bravo Sánchez PhD. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 7 días del mes de julio de 2021

Alex Julio Jarrín Illicachi

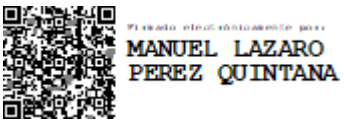
C.I: 160048407-3

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del trabajo de Integración Curricular aprueba el trabajo de Integración Curricular titulado: ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO DE LAS PROPIEDADES DE LA FRUTA DE *Synsepalum Dulcificum* (Schumach. & Thonn.) Daniell (BAYA MÁGICA) COMO MATERIA PRIMA PARA SU APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL



Msc. Villafuerte Carrillo Franklin Rolando



Dr. Pérez Quintana Manuel Lázaro



Dra. Guardado Yordi Estela

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI PLAGIO

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Certificado No. 121-SAU-UEA-2021

Puyo, 16 de julio de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Jarrín Illicachi Alex Julio con C.I. 1600484073, con el Tema: **"ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO DE LAS PROPIEDADES DE LA FRUTA DE Synsepalum dulcificum (Schumach. & Thonn.) Daniell (BAYA MÁGICA) COMO MATERIA PRIMA PARA SU APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL.",** de la carrera, Ingeniería Agroindustrial. Director de la investigación Dr.C.Luis Bravo, Phd., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 6%, Informe generado con fecha 16 de julio de 2021 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,



Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.

ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

DERECHOS DE AUTOR

©2021Alex Julio Jarrín Illicachi

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el derecho de autor

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Alex Julio Jarrín Illicachi, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular.

ALEX JULIO JARRÍN ILLICACHI

No. Cédula: 160048407-3

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a mi madre por ayudarme siempre y ser mi guía, a mi padre por encaminarme, por darme la oportunidad de obtener una profesión y cumplir con éxitos metas.

A mis hermanos por estar pendientes de la familia y por darme la fuerza para salir a delante a pesar de las adversidades.

Agradezco a mi familia por ser quienes me motivaron a desarrollarme como persona y agradezco a las personas que me apoyaron cuando más necesitaba y fueron quienes me brindaron su conocimiento y sabiduría.

Agradezco a mi tutor de tesis por compartir sus conocimientos y motivarme en la investigación.

ALEX JULIO JARRÍN ILLICACHI

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a Dios por ser mi guía en este camino y poderme dar la fuerza para lograr cumplir mis logros anhelados, a mi madre por su apoyo incondicional y brindarme su mano amiga en todo momento, por su amor de madre que gracias a ti soy un profesional, a mi padre por sus consejos y palabras de aliento que me motivaron a culminar mis metas propuestas.

ALEX JULIO JARRÍN ILLICACHI

RESUMEN

Se realizó un estudio bibliográfico encaminado a recabar, en primer lugar, información actualizada sobre taxonomía y origen y de la planta *Synsepalum Dulcificum* (Schumach. & Thonn.) Daniell, un arbusto tropical bien caracterizado, originario de África Occidental, extendido a otras regiones tropicales del mundo, entre ellas Ecuador, donde es factible de cultivar en las regiones Costa y Amazonía. Dicho arbusto produce un fruto, conocido como "baya mágica" con propiedades interesantes como enmascarador de sabores ácidos y amargos. El principal valor nutricional y funcional de la fruta de *S. dulcificum*, están dados por la composición metabólica de su pulpa, que incluye vitaminas y compuestos antioxidantes, entre otros y, además, posee propiedades organolépticas de aroma, sabor agradable, y contiene la glucoproteína miraculina, que enmascara sabores amargos y ácidos de una manera efectiva y constituye un edulcorante natural, lo que convierten en una materia prima prometedora con una previsible aceptabilidad. Finalmente, se propuso, sobre la base de la información encontrada sobre las características y propiedades investigadas, una forma para el aprovechamiento agroindustrial de la fruta de *S. dulcificum*, en la región amazónica, que consiste en la liofilización de su pulpa, lo cual permite una buena conservabilidad de la miraculina y los compuestos antioxidantes y previsiblemente tendría una adecuada durabilidad, al ser un producto en estado sólido y con poco contenido de humedad.

Palabras clave: baya mágica, miraculina, edulcorante, liofilización

ABSTRACT

A bibliographic study was carried out aimed at gathering, first of all, updated information on taxonomy and origin of *Synsepalum Dulcificum* (Schumach. & Thonn.) Daniell plant, a well-characterized tropical shrub, native to West Africa, extended to other tropical regions of the world, including Ecuador, where it is feasible to cultivate in the Coast and Amazon regions. This shrub produces a fruit, known as a "magic berry" with interesting properties as a “masker” of sour and bitter flavors. The main nutritional and functional value of *S. dulcificum* fruit, are given by the metabolic composition of its pulp, which includes vitamins and antioxidant compounds, among others and, in addition, it has organoleptic properties of pleasant aroma and taste, and also contains glycoprotein miraculin, which effectively masks sour and bitter flavors and constitutes a natural sweetener, making it a promising raw material with predictable acceptability. Finally, based on the information found on the characteristics and properties investigated, a way for the agro-industrial use of *S. dulcificum* fruit in the Amazon region was proposed, which consists of the freeze-drying (lyophilization) of its pulp, which allows good preservation of miraculin and antioxidant compounds and, predictably, it would have adequate durability, as it is a product in solid state and with little moisture content.

Keywords: magic berry, miraculin, sweetener, lyophilization

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN 1

1.1 Planteamiento del problema 2

1.2 Objetivos 2

1.2.1 Objetivo general: 2

1.2.2 Objetivos específicos: 3

1.3 Justificación 3

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS 4

2.1 *Synsepalum dulcificum* (Schumach. & Thonn.) Daniell (La fruta Milagrosa) 4

2.1.1 Origen de la planta 4

2.1.2 Historia de la fruta milagrosa 5

2.2 Características Botánicas 5

2.2.1 Partes Aéreas 5

2.2.2 Método de germinación y Tipos de crecimiento 6

2.2.3 Fructificación de la planta 6

2.2.4 Clasificación taxonómica de S. dulcificum 6

2.2.5 Distribución geográfica 6

2.3 Propiedades Nutricionales del fruto de Synsepalum dulcificum 7

2.4 Composición Aminoacídica de Synsepalum dulcificum 8

2.5 Metabolitos 8

2.5.1 Primarios: 8

2.5.2 Secundarios 8

2.5.3 Modificación de sabor 9

2.6 Qué es la Agroindustria 10

2.7 La fruta milagrosa como materia prima agroindustrial 10
2.8 Productos agroindustriales a partir de fruta milagrosa 11
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 12
3.1 Tipo o Diseño de Investigación: 12
3.2 Métodos de Investigación: 12
3.2.1 Origen y Taxonomía de *S. dulcificum* 12
3.2.2 Valor nutricional o funcional y propiedades organolépticas de S. dulcificum 13
3.3.3 Aprovechamiento agroindustrial de *S. dulcificum* 13
CAPITULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS 14
4.1 Origen y Taxonomía de S. dulcificum 14
4.1.1 Origen 14
4.1.2 Taxonomía 14
4.1.3 Características del fruto de *S. dulcificum* 14
4.1.4 Condiciones climáticas en el Ecuador para *S. dulcificum* 15
4.2 Valor nutricional, funcional y propiedades organolépticas de S. dulcificum 17
4.2.1 Valor nutricional 17
4.2.2 Valor funcional 19
4.2.3 Propiedades organolépticas de la fruta milagrosa 20
4.3 Aprovechamiento agroindustrial de *S. dulcificum.* 21
4.3.1 Producto liofilizado a partir de pulpa de *S. dulcificum* 21
Conclusiones 22
Recomendaciones 23
REFERENCIAS 24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2- 1 *Clasificación taxonómica de S. dulcificum* 6

Tabla 2-2 *Propiedades Nutricionales del fruto de Synsepalum dulcificum*..... 7

Tabla 2-3 *Composición Aminoacídica de Synsepalum dulcificum*..... 8

Tabla 4-1 *Taxonomía de S. dulcificum* 14

Tabla 4-2 *Caracteristicas de S. dulcificum*..... 15

Tabla 4-3 *Condiciones climaticas en la region costa del Ecuador para S. dulcificum* . 15

Tabla 4-4 *Condiciones climaticas en la region amazonica del Ecuador para S. dulcificum*..... 16

Tabla 4- 5 *Valor nutricional de la pulpa de S. dulcificum*..... 17

Tabla 4-6 *Componentes de la semilla*..... 18

Tabla 4-7 *Propiedades organolépticas de la fruta milagrosa*..... 20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2- 1 *Estructura tridimensional de la miraculina*..... 9

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El fruto de la especie *Synsepalum dulcificum* es rico en glicoproteínas y es un excelente edulcorante natural y también un buen candidato para la síntesis de fármacos contra las enfermedades. Además, *S. dulcificum* tiene un alto contenido en sustancias fitoquímicas o metabolitos secundarios como, por ejemplo: epi-syringaresinol, ácido vanílico, cianidin-3-monogalactósido y quercetina-3- monogalactósido, con diversos beneficios para la salud, si se consumiera dicho fruto en estado natural o como producto procesado. Este fruto, comúnmente llamado "La fruta milagrosa" se ha utilizado para endulzar pan de maíz acidulado, vino de palma y cervezas. *S. dulcificum* también ha tenido muchas aplicaciones en la medicina popular y se usa crudo o procesado en forma de polvo también así como infusiones. Pero no solo se utiliza el fruto, en Benin, por ejemplo, se utilizan las hojas frescas de la planta en el tratamiento de diabetes, malaria, hipertermia y enuresis, mientras que la almendra se usa para tratar el dolor de estómago, la anemia y la obesidad. Asimismo, la raíz se utiliza para tratar la tos y la tuberculosis y la corteza sirve en el tratamiento de dolencias de próstata (Gebauer & Vodouhè, 2015).

Durante la última década se descubrió que la sustancia activa, a la que se le atribuye el notable efecto "endulzante" de la fruta milagrosa, es una glicoproteína constituida por 191 aminoácidos, con dos sitios de N-glicosilación llamada miraculina siendo su masa molar de 24,6 kDa incluyendo 3,4 kDa (13,9 %) de "restos de azúcares" constituidos, en relación molar, por glucosamina (31%), manosa (30%), fucosa (22%), xilosa (10%) y galactosa (7%) (Gebauer & Vodouhè, 2015).

El metabolito miraculina actúa a nivel fisiológico uniéndose al sitio del receptor dulce (hT1R2-hT1R3), como antagonista a pH neutro; este receptor sufre un cambio estructural en presencia de protones (H^+) o condiciones ligeramente ácidas (pH<6,7), transformando funcionalmente la miraculina en un agonista y evocando una fuerte sensación de dulzor a nivel del sistema nervioso. Tan solo es necesario 100 µg de miraculina para cambiar el sabor agrio a uno dulce por aproximadamente una hora (López, y otros, 2020).

Para promover el uso sostenible de *S. dulcificum* se sugiere profundizar en el conocimiento de las prácticas hortícolas para incrementar la producción de frutas, desarrollando líneas para las industrias de bebidas, cosmética y asegurando la conservación de los recursos genéticos (Gebauer & Vodouhè, 2015).

1.1 Planteamiento del problema

Gracias a su posición geográfica y a la existencia de microclimas, Ecuador posee una gran variedad de frutas no tradicionales que aún no han sido explotadas por falta de conocimientos o interés. Ecuador es un escenario perfecto para la conservación de la vida, expresada en una altísima diversidad biológica, conocida también como mega diversidad. Los siguientes diecisiete países Australia, Brasil, China, Colombia, Ecuador, Estados Unidos, Filipinas, India, Indonesia, Madagascar, Malasia, México, Papúa Nueva Guinea, Perú, República Democrática del Congo, Sudáfrica y Venezuela son los de mayor biodiversidad en el mundo, ocupan menos del 10% de la superficie del planeta, sin embargo, albergan siete de cada diez especies reconocidas (Santiago, 2009).

El fruto objeto de estudio de este trabajo es la llamada "fruta milagrosa", de la planta cuyo nombre científico es: *Synsepalum dulcificum* (Schumach. & Thonn.) Daniell, a la que se atribuyen propiedades beneficiosas pero desconocidas por la mayor parte de la población ecuatoriana. El conocimiento escaso transmitido de generación en generación debido a la poca difusión que ha existido la información científica publicada. Nace que de esta fruta que crezca el interés de explotar en el ámbito nutricional, gastronómico y teniendo en cuenta su acción edulcorante provocado por el efecto de la glicoproteína miraculina que inhibe les receptores del gusto en cuanto a sabores con una sensación de dulzor ante estos estímulos (Tapia, 2019).

Lo descrito hasta aquí lleva a la necesidad de proponer una investigación dirigida a recopilar el conocimiento acerca de las propiedades de la fruta, basada inicialmente en la recolección y análisis de datos de investigaciones realizadas en otros países o en el nuestro y publicadas en la literatura científica, para a partir de ello realizar una propuesta que permita su mejorar su aprovechamiento agroindustrial.
El problema se formula de la siguiente manera: ¿Cuáles son las propiedades funcionales y nutricionales de *Synsepalum dulcificum* como materia prima para su aprovechamiento agroindustrial?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general:

- Realizar un estudio bibliográfico sobre las propiedades de *Synsepalum dulcificum* (Schumach. & Thonn.) Daniell, "la fruta milagrosa" como materia prima para su aprovechamiento agroindustrial.

1.2.2 Objetivos específicos:

- Investigar el origen y la taxonomía de *S. dulcificum*, a través de la compilación de la información bibliográfica existente.
- Analizar el valor nutricional o funcional, así como las propiedades organolépticas de la fruta de *S. dulcificum*.
- Proponer una forma de aprovechamiento agroindustrial de la fruta de *S. dulcificum*, basada en las características y propiedades investigadas.

1.3 Justificación

Este estudio de investigación bibliográfica sobre la fruta milagrosa se considera viable, ya que existe disponibilidad de información bibliográfica relevante y además hay una zona de cultivo en la provincia de Pastaza que garantizaría poder llevar a la práctica la vía de aprovechamiento que se proponga. Además, teniendo en cuenta el posible uso de los extractos de la fruta de S. dulcificum como edulcorante natural, podría ser una opción para el consumo de personas que sufren de diabetes.

Es importante recalcar una vez más que posiblemente la característica más relevante descrita hasta el momento de la fruta de *S. dulcificum* es la presencia de la glucoproteína miraculina que, como se ha mencionado, frente a disoluciones o mezclas ácidas o amargas que deban ser ingeridas, bloquean los receptores específicos en las papilas gustativas y dejan una sensación de dulzor en la boca, esto abriría las posibilidades de aprovechamiento agroindustrial mediante la obtención de productos que puedan utilizarse como aditivos coadyuvantes del sabor en preparados nutricionales o medicinales para uso oral (Silva, 2015).

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 *Synsepalum dulcificum* (Schumach. & Thonn.) Daniell (La fruta Milagrosa)

S. dulcificum, cuyo fruto es conocido como la fruta milagrosa es una especie muy prometedora; la especie es bien conocida por su propiedad de modificar el sabor. Esa propiedad se ha explotado tradicionalmente desde hace siglos en África (Gebauer & Vodouhè, 2015). Al ser consumida, hace que los alimentos ácidos posteriormente consumidos al gusto proporcionen una sensación de dulzor. Este efecto es debido a la miraculina, que se puede utilizar como un edulcorante natural. La glicoproteína miraculina se adhiere a las papilas gustativas y oculta sabores amargos en un lapso de treinta minutos, esto hace que la persona perciba un sabor dulce, pero en realidad lo que ingiere son alimentos ácidos o amargos (Navarrete, 2016).

2.1.1 Origen de la planta

S. dulcificum es un arbusto tropical originario de Ghana, África Occidental, Nigeria y Camerún. Existen registros de cultivos en Florida EE.UU., Taiwán, China, y su presencia en América inicialmente se registra en Puerto Rico (Geilfus, 1994).

Esta planta es considerada un arbusto de forma piramidal, posee flores bisexuales, de 1/2 pulgadas de color marrón y blanco, poco visibles; con hojas axiales de 5 mm de largo y proporciona un fruto de forma de ovalada, con un tamaño de 2 – 2,5 cm, de color rojo brillante, el cual con el pasar del tiempo se vuelve marrón y pierde poco a poco su pulpa. Este arbusto puede llegar a medir de 4-5 pies de altura, a los diez años, posee una semilla grande cuya cubierta es la pulpa. La mayor producción de frutos se da después de una temporada de lluvias (López, 2011).

La fruta milagrosa, también conocida como 'baya milagrosa' es una fruta de una planta tropical, miembro de la familia Sapotaceae; es conocida también como 'Agbayun' por los yorubas, y llamado por diferentes nombres como: 'Uninaa', 'Uneonu', 'Unighini' y 'Uni' por Ibos'jn Nigeria. La planta se encuentra comúnmente creciendo en la naturaleza, en las franjas de los bosques vírgenes, aunque también crece de forma natural en las granjas y alrededor de las viviendas y en los arbustos secundarios. Su fruto tiene una semilla relativamente grande que está encapsulada por una pulpa translúcida, cubierta a su vez por una piel fina (Alagbaoso SO, 2016).

2.1.2 Historia de la fruta milagrosa

La baya de *S. dulcificum* se utilizó en África occidental al menos en el siglo XVIII, cuando el explorador europeo Chevalier des Marchais, notó que las personas locales recolectaban la baya de arbustos y la masticaban antes de ingerir sus alimentos, de esta manera se introdujo la fruta milagrosa a Europa desde donde se dio a conocer por todo el mundo (Landa, 2019).

En la década de los años 70 del siglo pasado se intentó implementar la fruta milagrosa como un endulzante, pero terminó en un fracaso cuando la Administración de Fármacos y Alimentos (FDA) de los Estados Unidos clasificó a la baya como aditivo alimentario. Hubo circunstancias polémicas con acusaciones, el proyecto fue saboteado y la investigación asaltada por la industria azucarera (Farrell, 2018).

En la actualidad y en varios países como por ejemplo E.E.UU. se utiliza la baya mágica en los denominados “viajes de sabor”, en donde se experimentan las reacciones que se presentan en la boca una vez consumida la baya, combinándola con varios tipos de alimentos de naturaleza amarga o incluso picante (Martinez, 2016).

2.2 Características Botánicas

2.2.1 Partes Aéreas

Esta planta es considerada un arbusto, sus hojas son enteras, alternas, simétricas y obovadas-lanceoladas a ampliamente lanceoladas y puntiagudas en el ápice, con 4,3–7,5 cm de largo y 3,1–3,8 cm de ancho; la relación entre largo y ancho es de 2. El ápice en sí mismo es obtuso y ocasionalmente es ligeramente acuminado. La superficie adaxial de las hojas es glabra y la superficie abaxial es pubescente. Las hojas se caracterizan por la ausencia de glándulas y se agrupan alrededor de una rama a la que se insertan a través de un pecíolo muy corto (4-5 mm de longitud). La epidermis de la hoja abaxial está cubierta densamente con pelos de dos brazos de paredes muy gruesas. Las flores son bisexuales, blancas, pequeñas, solitarias o en pequeños racimos. El cáliz consta de 4-5 sépalos, la corola con 4-5 pétalos y el androceo con cinco estambres. Dentro del gineceo, el estilo es simple, erguido con un estigma muy discreto. El ovario es superior con la pared externa densamente cubierta de pelos. La fruta es una baya ovoide a oblonga.

2.2.2 Método de germinación y Tipos de crecimiento

Este tipo de plantas debe ser germinado en una turba ácida, más tarde plantada en suelo negro con un pH de 6,4 y es de lento crecimiento; a los diez años esta podría alcanzar entre cuatro a cinco pies de altura y depende su desarrollo del lugar donde se cultiva. La planta empezará a producir fruta después de que alcance un tamaño aproximado de dos pies entre tres o cuatro años. Se desarrolla en temperaturas cálidas y de humedad alta, con sombra parcial; es sensible al frío.

2.2.3 Fructificación de la planta

La floración y fructificación de la planta ocurren dos o tres veces al año. Según ese informe, la especie florece de abril a mayo, de julio a agosto y de noviembre a diciembre y los frutos están disponibles en mayo, agosto, octubre y diciembre a febrero. Cuando no hay perturbaciones (Ej. viento, aves y sobreexplotación humana), los rodales dan frutos maduros durante 30 a 60 días (Gebauer & Vodouhè, 2015).

2.2.4 Clasificación taxonómica de S. dulcificum

Monique (2017) indica la clasificación taxonómica de la *S. dulcificum* cuyos resultados muestra en la Tabla 2-1.

Tabla 2- 1

Clasificación taxonómica de S. dulcificum

Clasificación	Nombre Científico
Reino	*Plantae*
División	*Spermattuphyta*
Clase	*Magnoliophyta*
Orden	*Magnoliopsida*
Familia	*Ericales*
Género	*Sapotacea*
Especie	*Synsepalum*

Fuente: (Tapia D. A., 2019)

Realizado por: Alex Jarrín

2.2.5 Distribución geográfica

Es un arbusto nativo de África tropical occidental y occidental central. Ocasionalmente se cultiva desde Ghana hasta Nigeria, con plantaciones experimentales en América tropical. Se ha introducido en muchos países del sudeste asiático, Australia y Estados Unidos (Belarmain et al., 2017).

En el Ecuador el mayor cultivo se da en la zona tropical húmeda habiendo plantaciones en estado de vida adulta en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas Km. 23 de la vía a Quevedo - Parroquia Luz de América siendo de la empresa Ecuaforestar propiedad del ingeniero Diego Tapia. También existen pequeños viveros ubicados en las provincias Esmeraldas, Pichincha, Guayas en Duran, Bucay y milagro (Jouvin, 2016).

La región amazónica posee actitudes ideales para el cultivo de la fruta milagrosa por su clima cálido húmedo, precipitaciones que bordean los 3300 mm/ año, temperatura promedio de 23 °C y altitud que van desde los 100 a 800 msnm (Coello, 2018). No obstante, carece de información documentada sobre cultivos del arbusto en la región. Según técnicos de MAG Pastaza existen viveros de la fruta milagrosa en Santa Clara sector San Jorge propiedad del Sr. Ovidio Gómez quien vende las plantas desde el 2015.

2.3 Propiedades Nutricionales del fruto de *Synsepalum dulcificum*

Martines (2016) aborda la composición nutricional de la "fruta milagrosa", la cual queda resumida en la tabla 2-2.

Tabla 2-2

Propiedades Nutricionales del fruto de Synsepalum dulcificum

Composición nutricional	**g/100g de peso fresco**
Agua	65,33
Grasa	0
Carbohidratos	22,5
Monosacárido	5,6
Fibra dietética	12,5
Vitamina A	37,3
Vitamina C	40,1
Cenizas	1
Compuestos fenólicos totales	625,57

Fuente: (Martinez, 2016)

Realizado por: Alex Jarrín

Cabe destacar que la pulpa de la fruta milagrosa contiene una cantidad de agua elevada del 65,33%, no contiene grasa y además su contenido en azúcares simples es muy bajo, por lo que la fruta posee un gran potencial para ser usada en pacientes con diabetes y obesidad. La composición de glúcidos de la baya de *Synsepalum dulcificum es* el 22,5%.

La proporción de monosacáridos de la fruta es solo del 5,6%, encontrándose entre ellos: glucosa, ribosa, arabinosa y ramnosa.

2.4 Composición Aminoacídica de *Synsepalum dulcificum*

Nkwocha (2014) reporta la composición aminoacídica de *Synsepalum dulcificum* cuyos resultados se muestra en la tabla 2- 3.

Tabla 2-3

Composición Aminoacídica de Synsepalum dulcificum.

Componente	Porcentaje (%)
Triptófano	8,00
Fenilalanina	1,35
Isoleucina	0,7
Metionina	1,05
Prolina	0,4
Valina	0,69
Treonina	1,1
Histidina	0,4
Alanina	0,5
Glutamina	1,02
Ácido Glutámico	1,6
Serina	0,3

Fuente: (Nkwocha, 2014)

Realizado por: Alex Jarrín

Uno de los principales ingredientes de esta fruta son los aminoácidos como Glicina, Alanina, Valina y Leucina. La gran variedad de compuestos biológicamente activos presentes en los alimentos y bebidas a partir de esta fruta influye de manera significativa en su calidad, incluido el sabor, aroma y color (Ekwueme, 2014).

2.5 Metabolitos

2.5.1 Primarios: Desempeñan un papel importante en el metabolismo básico de la planta; son las proteínas, los ácidos nucleicos y los tipos más frecuentes de hidratos de carbono y lípidos.

2.5.2 Secundarios Los metabolitos secundarios son compuestos químicos sintetizados a partir de excedentes del metabolismo primario, los responsables del olor

del sabor y el color de la planta y también de sus propiedades medicinales o funcionales (Pèrez, 2011).

Los principales metabolitos secundarios de la fruta milagrosa son flavonoles como quercetina-3-monogalactósido, kaempferol-3- monoglucósido, miricetina-3-monogalactósido y trazas de flavonoles similares. También se han aislado e identificado de los frutos de *Synsepalum dulcificum* las agliconas de quercetina, kaempferol y miricetina (Gebauer & Vodouhè, 2015).

El metabolito secundario más importantes para los propósitos de este trabajo es miraculina, la cual es una glucoproteína de origen vegetal. En su caracterización se indica que es una N-glicoproteína básica con una masa molar de 42.000 Da, (Figura 2-1) termolábil, estable en disolución de pH 3-12 y sensible a pH iguales o inferiores a 2. Una representación gráfica de esta glicoproteína se puede observar en la figura 2-1.

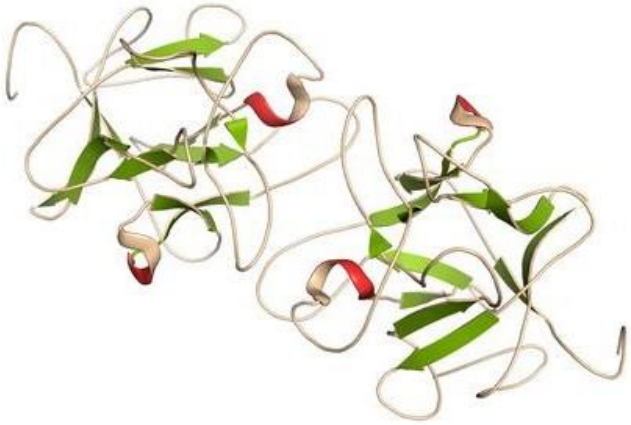


Figura 2- 1 . Estructura tridimensional de la miraculina.

Fuente: Realizado por Alex Jarrín

Las glucoproteínas son redes de polipéptidos con cadenas laterales de sacáridos unidos entre sí por puentes disulfuro. Estas moléculas poseen alta masa molar y pueden producir en ocasiones severas reacciones anafilácticas (Jauvin, 2007).

2.5.3 Modificación de sabor

Los seres humanos detectan diferentes sabores con las células receptoras del gusto. Los T1R (familia de receptores del gusto 1) son receptores del gusto de mamíferos que ensamblan dos complejos receptores heterométricos acoplados a proteína G T1R1 (miembro 1) - T1R3, un sensor umami, y T1R2 - T1R3, un receptor dulce. Las proteínas dulces provocan su sabor, en humanos y otros mamíferos, al

interactuar con el receptor T1R2-T1R3. Cada papilla gustativa tiene un poro que se abre a la superficie de la lengua, lo que permite que las moléculas y los iones que se introducen en la boca lleguen a las células receptoras del interior.

2.6 Qué es la Agroindustria

El sector agroindustrial se define aquí como el subconjunto del sector manufacturero que procesa materias primas y productos intermedios agrícolas, forestales y pesqueros. De este modo, el sector agroindustrial incluye fabricantes de alimentos, bebidas y tabaco, textiles y prendas de vestir, muebles y productos de madera, papel e impresión, las agroindustrias utilizan cada vez más insumos que tradicionalmente no habían utilizado, mientras que el resto de las industrias están comenzando a utilizar materias primas procedentes de la agricultura, la pesca y la silvicultura (Carlos, 2013).

La Agroindustria tiene en cuenta la clasificación en tres grupos de según el nivel de transformación.

En el nivel de transformación cero (0), los productos son conservados sin sufrir cambios en la estructura. Ejemplos: almacenamiento de granos, frutas y hortalizas frescas, café, pasteurización de leche entera, y beneficio y almacenamiento de carnes.

En el nivel de transformación uno (1), los productos son transformados en un grado primario. Ejemplos: harinas de cereales, espárragos congelados, jugos y pulpas de frutas, azúcar, harina de marigol, aceite esencial de limón.

En el nivel de transformación dos (2), la modificación de los productos va acompañada de combinaciones de productos transformados y semiprocesados. Ejemplos: conservas de varios tipos, alimentos dietéticos, embutidos, platos preparados. Entre otros criterios de clasificación para la agroindustria tenemos:1) la ubicación (urbana rural);2) el porcentaje de insumo agropecuario en la composición del producto final;3) la integración de la producción agrícola y pecuaria nacional con la agroindustria;3) el tamaño de la empresa (Conocimientoweb, 2014).

2.7 La fruta milagrosa como materia prima agroindustrial

Liofilizado: Utilizado para obtener un producto libre de agua y que no haya cambios significativos en sus componentes. Para su fabricación a menor escala se usa una bomba de vacío y un congelador, logrando que la fruta milagrosa llegara a -30°C para luego bajar a una presión de 133 mPa sublimando el agua de la fruta, seguidamente

pasa por molido teniendo un polvo fino. Este proceso tiene una duración de 48 horas (Cevallos, Andrade, Arce, & Singh, 2007).

Extracto fresco: Se utilizan frutas maduras, licuando con agua potable a una relación de 1:1 a una temperatura de 4°C y 2,7 pH. Una vez listo el licuado se filtra separando sólido pasando posteriormente por la centrifugadora a 1°C, quedando listo para diversos usos (Cevallos, Andrade, Arce, & Singh, 2007).

Extracto seco: La pulpa de la fruta milagrosa se somete a un secado en horno a 60°C durante 24 horas pasando posteriormente por un proceso de molido hasta obtener un polvo fino (Cevallos, Andrade, Arce, & Singh, 2007).

2.8 Productos agroindustriales a partir de fruta milagrosa

Spray bucal: Es un bloqueador de sabores ácidos con una duración de 30 minutos elaborado a partir de maceración de los frutos de la baya mágica. El spray se debe ingerir antes de tomar el alimento acido o salado, pues de esta manera se produce un efecto de dulzura. La cantidad mínima necesaria para causar dulzura en la boca fue de 3 ml del spray (Teran, 2015).

Fruta empacada y congelada: La fruta milagrosa congelada a -4°C incrementa su tiempo de vida útil hasta en 6 meses y no pierde su principal cualidad de camuflar los sabores ácidos. El método de congelar extiende el tiempo de vida útil del fruto, sin embargo, una vez descongelado el fruto se torna blando y se pierden las propiedades organolépticas, por lo que se recomienda su consumo inmediato al retirar del congelador (Tapia, 2014).

Tabletas masticables: Es un producto que se enmarca en la industria de productos no calóricos de origen natural, orientado a satisfacer las necesidades de pacientes diabéticos, con obesidad y la prevención de otras enfermedades de salud que no permiten el consumo de azúcares. Para su elaboración pasa por un proceso previo de liofilizado seguido por un proceso de trituración- tamizado, mezclado con almidón de papa, colocación de la mezcla en moldes para cápsulas y empacado (López, 2016).

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo o Diseño de Investigación:

La investigación fue de tipo exploratorio cualitativo a través de fuentes bibliográficas y la búsqueda de información mediante bases de datos digitales donde se recabó la información necesaria sobre el origen de la materia prima objeto del estudio, descripción botánica y toda la información que permitió justificar su aprovechamiento agroindustrial.

3.2 Métodos de Investigación:

Se consultó en bases de datos; Pubmed, Cochrane, Science Direct y Scielo utilizando como motor de búsqueda el Google Académico.

Como criterios de búsqueda de información se utilizó lo siguiente:

a) Documentos disponibles en internet a texto completo en idioma inglés, español o portugués.
b) Artículos originales o de revisión de los últimos cinco años, preferiblemente, publicados en revistas indexadas.
c) Libros de los últimos 10 años fundamentalmente.
d) Informes de investigación.

Como términos de búsqueda se utilizó aquellos que fueron definidos como palabras clave o descriptores del tema a investigar, tales como: *Synsepalum dulcificum*, características botánicas, composición metabólica, usos tradicionales, miraculina.

3.2.1 Origen y Taxonomía de S. dulcificum

Con vistas a investigar el origen y la taxonomía, a través de la compilación de la información bibliográfica existente, se realizó la revisión documental de siete artículos en bases de datos de divulgación científica correspondiente al origen de la fruta milagrosa consiguiendo información de valor de los artículos publicado por Gebauer & Vodouhè (2015) con el tema; “Conocimientos actuales y perspectiva de mejoramiento para la planta milagrosa *Synsepalum dulcificum*” (Geilfus, 1994) “ El árbol al servicio del agricultor” y (López, 2011) “ Determinación de la glucoproteína y sus propiedades”. Con la información mencionada se procedió al análisis, interpretación y redacción de la información correspondiente al origen, historia, características botánicas, taxonomía, distribución geográfica en el mundo y el Ecuador.

3.2.2 Valor nutricional o funcional y propiedades organolépticas de S. dulcificum.

Para analizar el valor nutricional o funcional, así como las propiedades organolépticas de la fruta de *S. dulcificum*, se realizó una investigación descriptiva logrando la identificación y descripción de las propiedades beneficiosas de la fruta a través de la compilación de información relevante procedente de artículos como los escritos por Martinez (2016) " Revelando el secreto de la fruta milagrosa" Nkwocha (2014) " Conocimientos actuales y perspectiva de mejoramiento para la planta milagrosa *Synsepalum dulcificum*" Ekwueme (2014) "Determinación de la glucoproteína y sus propiedades en la fruta milagrosa (*Synsepalum dulcificum*)" entre otros autores. La información obtenida fue analizada, comparada e interpretada en los ítems valores nutricionales, composición aminoacídica, metabolitos, la miraculina, entre otros.

3.3.3 Aprovechamiento agroindustrial de S. dulcificum

Sobre la base de la información recopilada con anterioridad, se buscaron artículos de investigación, tesis y estudios de mercado, con la finalidad de recabar información referente al aprovechamiento agroindustrial de la fruta mágica, donde se logró clasificar productos que pueden ser utilizados como materia prima agroindustrial (liofilizado, extracto seco y húmedo), al igual que productos terminados (spray, empacado- congelado y tabletas masticables). Finalmente, se propuso una forma de aprovechamiento agroindustrial de la fruta de *S. dulcificum*, basada en las características y propiedades investigadas bibliográficamente donde se realizó una propuesta que permita en un futuro lograr un buen aprovechamiento agroindustrial de la fruta como materia prima.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Origen y Taxonomía de *S. dulcificum*

Se encontraron nueve artículos científicos que poseen información relevante y coherente respecto al origen y taxonomía de *S. dulcificum*; los resultados más importantes se muestras a continuación.

4.1.1 Origen

S. dulcificum es un arbusto tropical originario de Ghana África Occidental, Nigeria y Camerún, que posteriormente se introdujo en EE. UU., Australia y Asia (Gebauer & Vodouhè, 2015;Geilfus, 1994). Actualmente, se encuentra extendido por zonas tropicales y está presente en Ecuador.

4.1.2 Taxonomía

Monique (2017) indica la clasificación taxonómica de la *S. dulcificum* cuyos resultados muestra en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1

Taxonomía de S. dulcificum

Clasificación	Nombre Científico
Reino	*Plantae*
División	*Spermattuphyta*
Clase	*Magnoliophyta*
Orden	*Magnoliopsida*
Familia	*Ericales*
Género	*Sapotacea*
Especie	*Synsepalum*

Realizado por: Alex Jarrín

La taxonomía es sumamente importante porque es la que permite realizar la identificación inequívoca de la planta y, por consiguiente, definir la materia prima que mejor se ajuste a las necesidades nutricionales o de procesamiento.

4.1.3 Características del fruto de S. dulcificum

Algunas de las características más resaltantes de la fruta milagrosa se describen en la tabla 4-2.

Tabla 4-2

Características de S. dulcificum

Características	Detalle	Cita
Tipo de planta	Arbusto	(Tapia V. , 2014)
Tamaño	122 – 153 cm de altura	(López, 2011).
Clima de adaptación	Cálido húmedo	(Navarrete, 2016)
Sombra	Parcial	(Navarrete, 2016)
Tipo de suelo	Ácidos bien drenados con pH que varía de 4,5 a 5,8	(Belarmain, y otros, 2017)
Suelo de germinación	Suelo negro con un pH de 6,4	(Navarrete, 2016)
Meses de producción del fruto	mayo, agosto, octubre y de diciembre a febrero	(Gebauer & Vodouhè, 2015).
Metabolito que le da el valor funcional esperado	Miraculina	(Farhana, y otros, 2019)
Debilidades de la planta	Sensible al frío no tolera las condiciones alcalinas ni el anegamiento	(Farhana, y otros, 2019)

Realizado por: Alex Jarrín

4.1.4 Condiciones climáticas en el Ecuador para S. dulcificum

En el Ecuador se ha reportado la presencia de cultivos de las plantas de *S. dulcificum* en la región costa y en forma silvestre en la amazónica, estas regiones presentan las siguientes características en cuanto a suelo y clima (Pierre, 1983); en la tabla 4-3 de detallan algunas condiciones de la región Costa.

Tabla 4-3

Condiciones climáticas en la región Costa del Ecuador para S. dulcificum

Característica	Detalle
Clima	Tropical húmedo al norte Cálido seco al sur
Altitud	Inferior a 800 msnm
Temperatura ambiental	19 °C - 29°C
Precipitación	Inferior a 500 mm
Característica de suelo	Alta fertilidad, suelos andosoles (formados sobre cenizas y vidrios volcánicos) y molisoles (gran concentración de materia orgánica y nutrientes)

Realizado por: Alex Jarrín

Las condiciones climáticas de la costa ecuatoriana en especial cercanas al norte de la región son las apropiadas para el cultivo del arbusto *S. dulcificum* por el clima tropical húmedo, la altura sobre el nivel del mar, las características del suelo, entre otras. A la vez existe evidencia sobre el crecimiento de planta mencionada en estado salvaje en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, en la selva virgen (Jouvin, 2016) que posteriormente se ha domesticado y cultivando en extensión en la misma provincia de la mano del ingeniero Diego Tapia y su empresa Ecuarofesta. Existen pequeños viveros ubicados en las provincias Esmeraldas, Pichincha, Guayas en Duran, Bucay y Milagro (Coello, 2018).

En la tabla 4-4 se ofrecen resultados de la región amazónica.

Tabla 4-4

Condiciones climáticas en la región amazónica del Ecuador para S. dulcificum

Característica	Detalle
Clima	Cálido - húmedo
Altitud	100 msnm – 800 msnm
Temperatura ambiental	24 °C en promedio
Precipitación	3 000 mm – superior a 6 000 mm
Característica de suelo	Se beneficia de la erosión de los altos andinos depositando cenizas volcánicas y componentes minerales y por su configuración selvática recibe un alto componente orgánico

Realizado por: Alex Jarrín

En la Amazonía ecuatoriana no existen cultivos documentados del arbusto *S. dulcificum*, pero se puede hallar de manera nativa en diversas provincias de la región, esto se debe a que la Amazonía posee condiciones ideales para su desarrollo, resaltando su clima, la altitud, precipitación, características del suelo y sombra (Coello, 2018). Según técnicos de MAG Pastaza existen viveros de la fruta milagrosa en Santa Clara sector San Jorge propiedad del Sr. Ovidio Gómez quien vende las plantas desde el 2015.

4.2 Valor nutricional, funcional y propiedades organolépticas de *S. dulcificum*.

S. dulcificum es un arbusto que posee características propias, peculiares que le convierte en una especie única, siendo blanco de investigaciones con respecto a los valores nutricionales, funcionales y organolépticos.

4.2.1 Valor nutricional

A continuación, se muestras los valores nutricionales de la fruta milagrosa diferenciados entre la pulpa y la semilla.

Pulpa: En la tabla 4-5 se muestra el valor nutricional que presenta la baya (fruta) de *S. dulcificum* de manera fresca en relación a 100 gramos de peso fresco.

Tabla 4- 5

Valor nutricional de la pulpa de S. dulcificum

COMPONENTES	VALORES
Carbohidratos	18,84%
Grasa cruda	3,26%
Fibra bruta	6,24 %
Humedad	59,55%
Proteína	7,75%
Vitaminas	
Vit A	0,04%
Vit C	40,1%
Vit D	0,01%
Vit K	0,02%
Minerales (ppm)	
Calcio	100%
Cromo	0,01%
Cobalto	0,01%
Cobre	6,22%
Hierro	24,2%
Zinc	9,49%
Ceniza	4,36%

Fuente: (Alagbaoso SO, 2016)

Como se puede observar, tiene cantidad de vitamina C (40,1 mg / 100 g FW), cercana a la de los frutos cítricos (33-43 mg / 100 g FW). Puede decirse, además, que es rica fuente de antioxidantes fenólicos 625,57 mg GAE / 100 g FW en comparación a las bayas (mora (435 mg GAE / 100 g FW) y Burberry (348 mg GAE / 100 g FW). Tiene un alto contenido de flavonoides de la pulpa de la fruta milagrosa (9,9 mg de QR Equiv / 100 g FW) y la semilla (3,8 mg de QR Equiv / 100 g FW). Posee alto contenido de agua en la pulpa fresca de la fruta milagrosa (en el rango del 60 al 70%) (Farhana et al., 2019).

Semilla: En la tabla 4-6 se muestra el valor nutricional que presenta la semilla de *S. dulcificum* de manera fresca (miligramos en relación a 100 gramos de peso fresco).

Tabla 4-6

Componentes de la semilla

COMPONENTES	VALORES (mg/100g de peso fresco)
Contenido de humedad (%)	38,08
Proteína cruda (%)	19,47
Grasa cruda (%)	11,94
Carbohidratos totales (%)	29,08
Fibra cruda (%)	0,66
Cenizas (%)	1,43
Potasio (%)	569,500± 2,820
Calcio (%)	72,170± 5,340
Sodio (%)	25,000± 0,000
Magnesio (%)	17,630± 0,390
Hierro (%)	3,050± 0,490
Zinc (%)	2710± 0,009
Cobre (%)	2,420± 0,008
Manganeso (%)	2,380± 0,004
Níquel (%)	0,240± 0,028
Cadmio (%)	0.013± 0,002

Fuente:(Farhana, y otros, 2019)

Como se observa, el potasio (K) tiene el valor más alto. Este elemento ayuda al mantenimiento del equilibrio de líquidos y electrolitos corporales y participa en el funcionamiento adecuado de los músculos del corazón. También juega un papel

importante en el metabolismo de los carbohidratos y la síntesis de proteínas. Podría ser una fuente potencial de suplementos para humanos y animales. El calcio (Ca) es esencial para la formación y el mantenimiento de huesos y dientes fuertes. También participa en la regulación de la función nerviosa, la contracción muscular y la coagulación sanguínea. El sodio (Na) ayuda a mantener la homeostasis dentro del sistema corporal y también realiza funciones estructurales (en el esqueleto). El magnesio (Mg) desempeña un papel en el metabolismo de los carbohidratos y las proteínas, la función del músculo liso y la reproducción celular (Medline , 2021).

4.2.2 Valor funcional

La fruta es una fuente de miraculina que es eficaz para controlar la obesidad humana cuando se administra por vía oral, La fruta también es una fuente natural de ficumona hidroxi-2-oxetanona, un aceite claro que en el pasado se preparaba sintéticamente (Farhana et al., 2019). Los bajos niveles de grasa cruda y contenido de azúcar en la pulpa de la fruta milagrosa indican que puede ser saludable para el consumo humano, especialmente para pacientes que padecen diabetes y obesidad.

Se conoce que mejora de la resistencia a la insulina en ratas alimentadas con comida rica en fructosa mediante el consumo de fruta milagrosa. La administración oral tres veces al día de 0,2 mg / kg de fruta milagrosa ha demostrado la capacidad de esta fruta para mejorar la sensibilidad a la insulina más rápidamente que la de la metformina (agente hipoglucemiante oral para el tratamiento de pacientes diabéticos (He et al., 2015).

La fruta deshidratada puede aumentar el nivel de contenido de fibra cruda (12,5 g / 100 g de peso de fruta fresca) de la fruta, lo que puede mejorar la masa fecal y la tasa de tránsito intestinal. También puede proporcionar un efecto prebiótico tras el consumo o cuando se formula en productos alimenticios. Se puede mezclar con agentes encapsulantes durante el proceso de encapsulación y formularse en alimentos funcionales, como el yogur, para mejorar sus propiedades nutricionales y terapéuticas (Medline , 2021).

4.2.3 Propiedades organolépticas de la fruta milagrosa

Según Tapia (2014) la fruta milagrosa tiene las siguientes características organolépticas en estado fresco, congelado y deshidratado (tabla 4-7).

Tabla 4-7

Propiedades organolépticas de la fruta milagrosa

		Gusto	Olfato	Vista	Tacto	Oído
Piel	Fresco	Neutro-Ácido	Inodoro	Roja	Lisa	
	Congelado	Ácido	Inodoro	Roja	Lisa	
	Deshidratado	Ácida	Inodoro	marrón	Dura	
Pulpa	Fresco	Dulce tenue	Inodoro	Blanca transparente	Carnoso – Aterciopelado	
	Congelado	Dulce tenue ácido	Inodoro	Blanca	Firme	
	Deshidratado	Dulce tenue ácida	Inodoro	Café	Carnoso	
Semilla	Fresco	Amarga	Leche	Cobertura: Café Brillante en un lado y café opaco en el otro	Rugosa en el lado café, dura, opaco	Crocante
	Congelado	Amarga	Láctea	Cobertura: Café brillante en un lado y café opaco en el otro	Rugosa en el lado café, dura, opaco	Crocante
	Deshidratado	Amarga	Láctea	Cobertura: Café brillante en un lado y café opaco en el otro	Rugosa en el lado café, opaco	

Realizado por: Alex Jarrín

La fruta milagrosa *S. dulcificum* sometida al proceso de congelación no pierde sus propiedades organolépticas al igual que su capacidad de camuflar sabores ácidos brindada por la miraculina, condición que no presenta al someterse al proceso de deshidratación en la cual también cambia su color y textura.

4.3 Aprovechamiento agroindustrial de *S. dulcificum*

La baya que produce *S. dulcificum* (fruta milagrosa) puede ser aprovechada de diferente manera, la literatura menciona que como materia prima para las industrias se ha hecho en forma de liofilizado, extracto seco, húmedo y como productos terminados se ha realizado en forma de spray, tabletas masticables, o simplemente empacado y congelado. El inconveniente para realizar un producto que la glicoproteína miraculina que es el componente sobresaliente de la fruta tiende a degradarse en presencia de calor (Tapia, 2014).

Es por ello que analizando las condiciones climáticas de la provincia de Pastaza en la cual la humedad relativa (hasta 95%) es muy alta al igual que las precipitaciones se puede optar por darle el valor agregado para la agroindustria por medio de la obtención de pulpa liofilizada, de esa manera se conservará en gran manera la miraculina y puede ser utilizada como materia prima para una diversa gama de productos a la vez que se incrementa el tiempo de vida útil de estos producto.

4.3.1 Producto liofilizado a partir de pulpa de S. dulcificum

La liofilización es un método de secado por sublimación del agua, empleado para la conservación de los alimentos, donde el agua es extraída en casi un 95% para prevenir la presencia de microorganismos que provocan la descomposición del mismo. Los alimentos a ser secados mediante este proceso necesariamente se deben congelar pudiendo ser tratados en diferentes formatos: cubos, deshilachados, tiras o granulados (Velasco, 2017).

Con la liofilización se pueden reducir las pérdidas de los compuestos termolábiles a los que se le atribuye la funcionalidad, así como el sabor y el aroma en los alimentos, los cuales se afectan en gran medida durante los procesos convencionales de secado, para ello el material primero se congela y se concentra el agua, reduciéndolo mediante sublimación y desorción, a niveles que no sostendrán más el crecimiento biológico o las reacciones químicas. Consta de tres fases: sobre congelación, desecación primaria y desecación secundaria (Velasco, 2017).

La liofilización como proceso tecnológico involucra varias etapas:

1.- **Congelación** (y acondicionamiento en algunos casos) a bajas temperaturas.

2.- **Secado** por sublimación del agua del producto congelado, generalmente a muy baja presión.

3.- **Almacenamiento** del producto seco en condiciones controladas.

El proceso más común de liofilización se basa en que los gases que rodean al material suministran a la superficie del sólido el calor de sublimación necesario. Después, el calor se transfiere por conducción a través del material seco hasta la superficie congelada (Cevallos, Andrade, Arce, & Singh, 2007).

Conclusiones

Según la compilación de la información bibliográfica existente sobre la taxonomía y el origen de la *S. dulcificum* se concluye que es un arbusto tropical originario de Ghana África Occidental, Nigeria y Camerún extendido a otras regiones tropicales del mundo entre ellas Ecuador, donde se puede encontrar en la selva de region Costa y Amazonía haciendo viable su cultivo, tiene un tamaño inferior a 153 cm requiriendo sombra parcial, adaptados a suelos ácidos drenados siendo su principal cualidad camuflar los sabores ácidos el cual es responsable la glicoproteina miraculina.

Entre las propiedades nutricionales que destacan de S *dulcificum* es el alto contenido de vitamina C (40,1 mg/100g FW) muy cercano a los frutos cítricos, antioxidantes fenolicos (625,57 mgGAE/100 g FW) superior a las bayas al igual que contenidos de flavonoides, resaltando su funcionabilidad sobre el control de la obesidad y mejor asimilación de la insulina, sus propiedades organolépticas se alteran con la temperatura al igual que se degrada la glicoproteína miraculina responsable de enmascarar sabores.

La forma que se propone para el aprovechamiento agroindustrial de la fruta de *S. dulcificum*, en la región amazónica, basada en el clima, características y propiedades investigadas, es la liofilización de su pulpa pues permite una buena conservación de las propiedades de la fruta y de la glicoproteína miraculina al igual que los compuestos nutricionales, siendo un producto en estado sólido, con poca humedad aumentando a su vez el tiempo de vida útil de la fruta.

Recomendaciones

- Implementar cultivos de *S. dulcificum,* en la región amazónica del Ecuador, que garanticen una buena disponibilidad de la fruta milagrosa como materia prima para la agroindustrial.

- Establecer un proceso productivo encaminado a obtener pulpa liofilizada de S. *dulcificum,* en la región amazónica del ecuador.

-Estudiar más a profundidad las semillas de *S. Dulcificum* debido a alta cantidad de potasio y calcio que puede ser aprovechada como suplemento alimenticio para humanos y animales.

REFERENCIAS

Alagbaoso SO, A. I. (2016). Próximo, Anti-Nutricional y Fitoquímico. *Revista Estadounidense de Ciencia y Tecnología de los Alimento*, 102-108.Obtenido de :https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC_2016_4_04.pdf

Belarmain, A., Josiane, F., Sustantivo, G., Chénangnon, F., Bien, A., Fréjus, S., . . . Ephrem, A. (2017). Usos tradicionalesy valor económicode Synsepalum dulcificumen el sur de Benin. *BO ISET FORÊ TS DES TROP I QUES*, 17-30 .Obtenido de :http://bft.cirad.fr/cd/BFT_332_17-30.pdf

Carlos, S. (2013). *AGROINDUSTRIAS PARA EL DESARROLLO*. Obtenido de http://www.fao.org/3/i3125s/i3125s.pdf

Castillo, I. (3 de ENERO de 2018). *Suelos del Ecuador: Características, Tipos, Usos.* Obtenido de Lifeder: https://www.lifeder.com/suelos-del-ecuador/

Cevallos, L., Andrade, S., Arce, J., & Singh, B. (2007). *ESTUDIO DE LA FRUTA MILAGROSA (Synsepalum dulcificum Daniell) COMO POSIBLE EDULCORANTE NATURAL*. Obtenido de Universidad EARTH: https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Culture-plantes-a-petits-fuits-sucres/Synsepalum%20dulcificum/Estudio%20del%20a%20fruta%20milagrosa.pdf

Coello, F. (2018). *Clima en la region amazonica del Ecuador* . Obtenido de Cofan Longe & Circuito Cuayabeno: https://www.cofanlodge.com/turismo-amazonas/clima-del-amazonas.htm

Conocimientoweb. (10 de diciembre de 2014). Obtenido de https://conocimientosweb.net/portal/article2610.html

Ecuaforestal. (2009). Obtenido de ecuaforestar: https://ecuaforestar.com/fruto-milagroso/#:~:text=Su%20nombre%20cient%C3%ADfico%20es%20El,de%20los%20granos%20de%20caf%C3%A9.

Ekwueme, F. (noviembre de 2014). *Determinación de la glucoproteína y sus propiedades en la fruta milagrosa (Synsepalum dulcificum)*. Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18113/1/401-1211%20-

%20Determinacion%20de%20la%20glucoproteina%20y%20sus%20propiedades.pdf

Encarna, G. (2007). *Manual de fitoterapia.* España: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62125871/Manual-de-fitoterapia.-Encarna-Castillo-Garcia20200217-79964-1tieatr.pdf?1581970719=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DManual_de_fitoterapia_2_a_EDICION.pdf&Expires=1621248316&Signature=HhshiR.

Farhana, N., Hanani, N., Ariff, A., Ezuan, M., Wasoh, h., & Halim, M. (Abril de 2019). *Microencapsulation of Lactococcus lactis Gh1 with Gum Arabic and Synsepalum dulcificum via Spray Drying for Potential Inclusion in Functional Yogurt.* Obtenido de Molecules: https://www.mdpi.com/1420-3049/24/7/1422/htm#B16-molecules-24-01422

Farrell, P. (2018). *La Fruta Milagrosa .com.* Obtenido de https://lafrutamilagrosa.com/

Gebauer, J., & Vodouhè, R. (2015). Conocimientos actuales y perspectivas de mejoramiento para la planta milagrosa Synsepalum.Obtenido de:file:///C:/Users/USER/Downloads/FRUTA%20MILAGROSA.en.es.pdf.

Geilfus, F. (1994). El arbol al servicio del agricultor. En F. Geilfus, *Manual agroforesteria para el desarrollo rura* (pág. 349). Turrialba-Costa Rica: enda-caribe.

Jauvin, A. (2007). Determinacion de la glucoproteina y sus propiedades. http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18113/1/401-1211%20-%20Determinacion%20de%20la%20glucoproteina%20y%20sus%20propiedades.pdf.

Jesus Landa, M. F. (21 de Noviembre de 2019). *Opuntia Braba.* Obtenido de file:///C:/Users/SILVIA/Downloads/948-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2092-1-10-20200129.pdf

Jouvin, A. (Agosto de 2016). *Determinación de la glucoproteína y sus propiedades en la fruta milagrosa (Synsepalumdulcificum)*. Obtenido de Universidad de Guayaquil: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18113/1/401-1211%20-

%20Determinacion%20de%20la%20glucoproteina%20y%20sus%20propiedades.pdf

Lopez, A. (2016). *Plan de negocios para la produccion y comercializacion de tabletas masticables de Synsepalum Dulcificum "Fruta milagrosa" en el distrito metropolitano de Quito*. Obtenido de Universidad Internacional del Ecuador : https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1291/1/T-UIDE-1001.pdf

López, L., Vela, M., Ibarra, I., Díaz, L., Belmont, L., & Guillén, S. (2020). Mejora positiva en la palatabilidad de la fórmula metabólica con el uso de la proteína miraculina en pacientes con errores innatos del metabolismo y adultos sanos. *Revista chilena de nutrición*, 801-807. doi:75182020000500801 Obtenido de:https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v47n5/0717-7518-rchnut-47-05-0801.pdf

Lopez, V. (2011). Determinacion de la glucoproteina y sus propiedades. Obtenido de :http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18113/1/401-1211%20-%20Determinacion%20de%20la%20glucoproteina%20y%20sus%20propiedades.pdf

Martines, C. (2016). Revelando el secreto de la fruta milagrosa. *Revista Española de Nutricion Comunitaria*, 21.Obtenido de:https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC_2016_4_04.pdf

Martinez, C. (2016). Revelando el secreto de la fruta milagrosa . *Revista española de nutricion comunitaria*, 20.Obtenido de: https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC_2016_4_04.pdf

Monique, M. (06 de enero de 2017). *El nuevo Herald*. Obtenido de https://www.elnuevoherald.com/noticias/sur-de-la-florida/article124178879.html

Mora, E. V. (2017). Estudio de la expresion de la Glucoproteina. *Revista Venezolana de Oncologia*, 98. Obtenido de http://lexicoon.org/es/glicoproteina

Navarrete, A. R. (2016). Determinación de la glucoproteína y sus propiedades en la fruta milagrosa.http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18113/1/401-1211%20-%20Determinacion%20de%20la%20glucoproteina%20y%20sus%20propiedades.pdf

Nkwocha, C. (abril de 2014). *Conocimientos actuales y perspectiva de mejoramiento para la planta milagrosa Synsepalum dulcifilum* . Obtenido de Internacional Organitation of Scientific Research: http://iosrjournals.org/iosr-jpbs/papers/Vol9-issue2/Version- 5/E09252529.pdf

Pèrez, A. (2011). produccion de metabolitos secundarios. *Instituto de Biotecnología de las Plantas*, https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/255/837.

Pierre, P. (julio de 1983). Obtenido de LOS CLiMAS DEL ECUADOR . FUNDAMENTOS EXPLICATIVOS: https://core.ac.uk/download/pdf/39874448.pdf

Ronquillo, S. (agosto de 2016). *Determinación de la glucoproteína y sus propiedades en la fruta milagrosa.* Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18113/1/401-1211%20-%20Determinacion%20de%20la%20glucoproteina%20y%20sus%20propiedades.pdf

Santiago, B. (Abril de 2009). *Megadiversidad*. Obtenido de http://hdl.handle.net/10469/201

Silva, J. T. (2015). TRANSFORMACIÓN DE LA BAYA ROJA (SYNCEPHALUM DULCIFICUM) Y SU. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 11.

Tapia, D. (2009). *Ecuaforestal*. Obtenido de https://ecuaforestar.com/fruto-milagroso/#:~:text=Su%20nombre%20cient%C3%ADfico%20es%20El,de%20los%20granos%20de%20caf%C3%A9.

Tapia, D. A. (2019). *Banco de ideas* . Obtenido de http://bancodeideas.gob.ec/proyecto/view?data=aWQ9NDE4Ng%3D%3D

Tapia, V. (2014). *Estudio investigativo sobre la fruta "Milagrosa" (Synsepalum Dulcificum) y su aplicación en la gastronomía.* Obtenido de Universidad Tecnologica Equinoccial : repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11921/1/58184_1.pdf

Teran, J. (2015). *transformacion de la baya roja y su aplicacion alimentaria para mejorar la salud humana*. Obtenido de Revista Científica Multidisciplinaria: file:///C:/Users/Usuario/AppData/Local/Temp/321-985-3-PB.pdf

Velasco, D. (2017). *Implementacion de un sistema de control (temperatua y presion), para el proceso de liofilizacion en el laboratorio de procesos industriales de la facultad de ciencias.* Obtenido de Escuela Superior Politecnica de Chimborazo: calidad http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/8986/1/108T0226.pdf