UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA AGROINDUSTRIA

INGENIERO/A AGROINDUSTRIAL

TÍTULO

"REVISIÓN ACERCA DEL POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE LAS FRUTAS AMAZÓNICAS: *Eugenia stipitata* McVaugh (ARAZÁ) Y *Psidium guajava* L. (GUAYABA) Y SU APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL"

AUTOR

HENRY PATRICIO QUIGUIRI QUIHUIRI

DIRECTOR DE PROYECTO / TRABAJO

LUIS RAMÓN BRAVO SÁNCHEZ PhD.

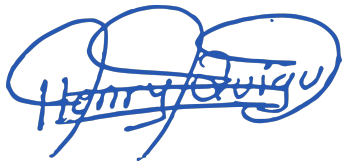
Puyo – Ecuador

2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo Henry Patricio Quiguiri Quihuiri C.I 060420746-4; declaro que soy autor del Trabajo de Integración Curricular titulado: REVISIÓN ACERCA DEL POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE LAS FRUTAS AMAZÓNICAS: *Eugenia stipitata* McVaugh (ARAZÁ) Y *Psidium guajava* L. (GUAYABA) Y SU APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Luis Ramón Bravo Sánchez PhD. En tal sentido, manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como la 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 del 2021.



Henry Patricio Quiguiri Quihuiri

C.I: 0604207464

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del Trabajo de Integración Curricular aprueba el Trabajo de Integración Curricular titulado: “REVISIÓN ACERCA DEL POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE LAS FRUTAS AMAZÓNICAS: *Eugenia stipitata* McVaugh (ARAZÁ) Y *Psidium guajava* L. (GUAYABA) Y SU APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL”



Firmado electrónicamente por:
MANUEL LAZARO PEREZ QUINTANA

Manuel Lázaro Pérez Quintana, PhD.

Presidente del Tribunal



Firmado electrónicamente por:
HIRAM HERNANDEZ

MSc. Hiram Hernández Ramos

Miembro del tribunal



Firmado electrónicamente por:
YASIEL ARTEAGA

Yasiel Arteaga Crespo, PhD.

Miembro del tribunal

Certificado No. 120-SAU-UEA-2021

Puyo, 16 de julio de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Quiguiri Quihuiri Henry Patricio con C.I. 0604207464, con el Tema: **"REVISIÓN ACERCA DEL POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE LAS FRUTAS AMAZÓNICAS: Eugenia stipitata McVaugh (ARAZÁ) Y Psidium guajava L. (GUAYABA) Y 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 4%, 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,

Firmado electrónicamente por:
ITALO
MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

DERECHOS DE AUTOR

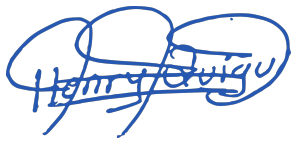
©2021, Nombre del autor: Henry Patricio Quiguiri Quihuiri

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, Henry Patricio Quiguiri Quihuiri, 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.



HENRY PATRICIO QUIGUIRI QUIHUIRI

No. Cédula: 060420746-4

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, por permitirme haber llegado a este punto tan importante en mi vida estudiantil.

A la Universidad Estatal Amazónica por aceptarme y ayudarme en mi formación académica.

A todos mis profesores por trasmitir sus conocimientos a lo largo de mi carrera

A mi tutor el Dr. Luis Ramón Bravo Sánchez por el apoyo y por su guía en realizar esta investigación

Henry Patricio Quiguiri Quihuiri

DEDICATORIA

A mis padres, por ser el apoyo fundamental y guiarme por el camino del bien en cada paso que doy, a mis hermanas que siempre estuvieron apoyándome en mi deseo de superarme y mi anhelo de salir adelante en mi vida.

A mis amigos y compañeros que estuvieron conmigo siendo un soporte y compañía durante el tiempo de mi estudio.

A mis allegados y conocidos por creer en mí.

Henry Patricio Quiguiri Quihuiri

RESUMEN

Es conocido que existe una gran diversidad de frutos amazónicos, con importante valor nutricional, varios de los cuales poseen en su composición metabólica compuestos que contribuyen a la alimentación funcional, como es el caso de los frutos de *Eugenia stipitata* McVaugh (arazá) y *Psidium guajava* L. (guayaba), sin embargo, aún no se aprovecha al máximo esa potencialidad debido a que existe poca diversidad de productos en el mercado. Para valorar la funcionalidad de dichas frutas desde el punto de vista de su capacidad antioxidante, se realizó una revisión bibliográfica actualizada y se constató que ambas frutas maduras presentan una elevada actividad antioxidante, teniendo en cuenta los resultados de los análisis de ABTS, DPPH, FRAP y Polifenoles, siendo arazá la de mayores valores de antioxidantes. En cuanto a tecnologías y métodos de fabricación de productos alimenticios a partir de estas frutas se evidenció en la literatura científica especializada, la existencia de tres tipos fundamentales de productos elaborados: pulpa, néctar y mermelada. Sobre esta base se propuso, como primera opción de aprovechamiento de ambas frutas, un proceso para la fabricación de pulpas, debido a que, de esta manera, se conserva la mayor cantidad de compuestos antioxidantes, y como alternativas importantes de diversificación, la fabricación de néctar y mermelada pues también son productos que resultan atractivos y nutritivos, independientemente de que sus procesos conllevan a una disminución de la capacidad antioxidante.

Palabras clave: actividad antioxidante, guayaba, arazá, productos agroindustriales

ABSTRACT

It is well known that there is a great diversity of Amazonian fruits, with important nutritional values, several of which have in their metabolic composition compounds that contribute to functional nutrition, as is the case of the fruits of *Eugenia stipitata* McVaugh (arazá) and *Psidium guajava* L. (guava); however, this potential has not yet been fully exploited because there is little diversity of products on the market. To assess the functionality of these fruits from the point of view of their antioxidant capacity, an updated bibliographic review was carried out and it was found that both ripe fruits have high antioxidant activity, taking into account the results of the ABTS, DPPH, FRAP analyzes and total polyphenols, being arazá the one with the highest antioxidant values. Regarding technologies and methods of manufacturing food products from these fruits, it was demonstrated in the specialized scientific literature, the existence of three fundamental types of processed products: pulp, nectar and jam. On this basis, a process for the manufacture of pulps was proposed, as a first option to take advantage from these fruits, because the greatest amount of antioxidant compounds are preserved, and as important diversification alternatives, the manufacture of nectar and jam, since they are also quite attractive and healthful products, regardless of the fact that their processes lead to a decrease in antioxidant capacity.

Keywords: antioxidant activity, guava, arazá, agro-industrial products

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN 1
1.1 Planteamiento del problema 1
1.2 Objetivos 2
1.2.1 Objetivo general: 2
1.2.2 Objetivos específicos: 2
1.3 Justificación 2
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 3
2.1 Antioxidantes 3
2.1.1 Función y beneficios de los antioxidantes en los alimentos 3
2.1.2 Clasificación de los antioxidantes, según su origen 3
2.2 *Eugenia stipitata* McVaugh (arazá) 4
2.2.1 Antecedente histórico 5
2.2.2 Morfología 5
2.2.3 Compuestos fenólicos en el fruto de arazá 6
2.2.4 Propiedades del arazá, sobre la base de su composición metabólica 6
2.2.5 Usos agroindustriales del arazá 7
2.3 Psidium guajava L. (Guayaba) 7
2.3.1 Antecedente histórico 7
2.3.2 Morfología 8
2.3.3 Actividad antioxidante de la guayaba 8
2.3.4 Propiedades nutricionales de la guayaba 9
2.3.5 Usos agroindustriales de la guayaba 9
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 10
3.1 Tipo o Diseño de Investigación: 10
3.2 Métodos de Investigación: 10

3.3 Presencia de Antioxidantes y su Contenido Cuantitativo en las Frutas Arazá y Guayaba 10
3.3.1 Análisis cualitativo de metabolitos secundarios presentes en guayaba y arazá 10
3.3.2 Análisis cuantitativo de antioxidantes 12
3.4 Los Antioxidantes en el Organismo Humano 13
3.5 Los antioxidantes en las frutas guayaba y arazá en la agroindustria 14
3.5.1 Productos obtenidos en la Agroindustria a partir de frutas 14
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS 20
4.1 Presencia de Antioxidantes y su Contenido Cuantitativo en las Frutas Arazá y Guayaba 20
4.2 Antioxidantes en el Organismo Humano. 22
4.3 Productos Agroindustriales a partir de guayaba y arazá con actividad antioxidante. 24
Conclusiones 28
Recomendaciones 29
REFERENCIAS 30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2- 1. *Clasificación de los antioxidantes, según su origen*. 4
Tabla 2- 2. *Compuestos fenólicos del arazá*. 6
Tabla 2- 3. *Capacidad antioxidante total (DPPH, ABTS, FRAP y ORAC) de P. guajava.* 9
Tabla 4- 1. *Contenido Antioxidantes de las frutas Arazá y Guayaba*.....22
Tabla 4- 2. *Análisis Cualitativo Guayaba* 20
Tabla 4- 3. *Análisis Cualitativo Arazá*.....20
Tabla 4- 4. *Métodos aplicados ABTS, DPPH, FRAP, y polifenoles totales*. 21
Tabla 4- 5. *Métodos aplicados ABTS, DPPH, FRAP, y polifenoles totales.* 21
Tabla 4- 6. *La guayaba Productos con presencia de Antioxidantes.* *24*
Tabla 4- 7. *El arazá Productos con presencia de Antioxidantes*.....25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2- 1. *Fruta de Arazá (Eugenia stipitata)* *5*

Figura 2- 2. *Fruta de Guayaba (Psidum guajava)*..... *7*

Figura 3- 1. *Diagrama de flujo obtención de la pulpa*……..…….*15*

Figura 3- 2. *Diagrama de flujo obtención del néctar.* *16*

Figura 3- 3. *Diagrama de flujo obtención de la mermelada.* *18*

Figura 4- 1. *Acción de los antioxidantes en el organismo humano, tomando como ejemplo la vitamina E*……..…….*23*

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

En la región amazónica existe una gran variedad de frutas con propiedades antioxidantes que no son muy aprovechadas industrialmente debido, en buena medida, al desconocimiento de su valor nutricional; en tal sentido, un conocimiento más amplio acerca de la composición y las propiedades de las frutas amazónicas *Eugenia stipitata* McVaugh (arazá) y *Psidium guajava* L. (guayaba) permitiría un mejor uso en procesos agroindustriales y de esta manera aprovechar sus contenidos de compuestos antioxidantes.

Los antioxidantes son sustancias naturales o fabricadas que pueden retrasar o prevenir la oxidación y con frecuencia se encuentran en muchos alimentos, incluyendo frutas y verduras. En los inicios del siglo XX, se realizaron extensos estudios vinculados al uso de antioxidantes en los procesos industriales (Rivarola, 2010). Un antioxidante es toda sustancia que retrasa o previene el deterioro, daño o destrucción provocados por una oxidación. Su clasificación según su origen es en exógenos, endógenos y no enzimáticos (Youngson, 1994).

El arazá es una fruta tradicional, con un gran contenido vitamínico; en la Amazonia existe mayor cantidad de arazá silvestre, que viene siendo el hábitat natural de la especie. El arazá que pertenece al clima tropical, está muy bien adaptada a las zonas de clima calientes y húmedas, sin embargo, se ha adaptado en diversas regiones de Ecuador, Brasil (Italo & Pazmi, 2014).

El origen de la guayaba es incierto, aunque generalmente se le ubica en Mesoamérica. Fue propagada por los españoles y portugueses a todos los trópicos del mundo donde se ha naturalizado. Actualmente, se extiende desde México y Centroamérica, hasta Sudamérica, en específico Brasil y Perú. Su área ecológica se encuentra en la franja paralela al Ecuador, actualmente se le encuentra en más de 50 países con clima tropical (Chadha & Pandey, 2018).

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad, las industrias alimentarias no elaboran suficientes productos que contengan antioxidantes, que ayuden a que los radicales libres sean menos agresivos o a neutralizar los daños ocasionados por estos; esto se debe fundamentalmente a que muchas de estas solo se fijan en la cantidad antes que en la

calidad. Entre los antioxidantes más conocidos se tienen las vitaminas A, C y E, que se pueden encontrar en algunos frutos amazónicos que no son suficientemente aprovechados, incluso existiendo una gran producción de frutos, en especial la guayaba y el arazá, que además de que poseen un alto contenido de vitamina A y vitamina C, y otros compuestos antioxidantes como flavonoides y taninos, también tienen un exquisito sabor y aroma que los hacen muy atractivos al paladar.

Teniendo en cuenta los antecedentes explicados, el problema de la investigación se puede formular a través de la siguiente pregunta:

¿Se podrá contribuir a un mejor a aprovechamiento agroindustrial de las frutas amazónicas *Eugenia stipitata* McVaugh (arazá) y *Psidium guajava* L. (guayaba), si se evaluara y diera a conocer el potencial antioxidante de los productos derivados de ellas?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general:

- Evaluar teóricamente el potencial antioxidante de las frutas amazónicas *Eugenia stipitata* McVaugh (arazá) y *Psidium guajava* L. (guayaba) como contribución a su mayor aprovechamiento agroindustrial.

1.2.2 Objetivos específicos:

- Valorar, a través de la información bibliográfica, la capacidad antioxidante de las frutas guayaba y arazá.
- Proponer tecnologías que permitan diversificar los productos a partir de las frutas guayaba y arazá y que contribuyan a su aprovechamiento agroindustrial.

1.3 Justificación

En la actualidad existe desconocimiento y desaprovechamiento de los frutos amazónicos y su contenido nutricional, por lo que es importante dar a conocer, tanto a las industrias alimentarias como a la población, los productos agrícolas que brinda la región amazónica y que contribuyen al cuidado de la salud, como el arazá y la guayaba, que son fuente de antioxidantes y que se podrían vender a las industrias alimentarias para la elaboración de productos innovadores y naturales que ayudarían a la disminución del consumo de alimentos tipo “comida chatarra” o que contengan conservantes dañinos, de igual forma se crearían nuevas fuentes de trabajo para la población de la región y del país.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Antioxidantes

El término antioxidante originalmente se utilizó para referirse específicamente a químicos que previenen la unión del oxígeno. En la etapa final del siglo XIX y en los inicios del siglo XX, se realizaron extensos estudios vinculados al uso de antioxidantes en los procesos industriales (Rivarola, 2010) y se planteó que un antioxidante es toda sustancia que retrasa o previene el deterioro, daño o destrucción provocados por proceso oxidativo (Youngson, 1994).

2.1.1 Función y beneficios de los antioxidantes en los alimentos

Algunos alimentos sufren oxidaciones durante el almacenamiento, sobre todo si se exponen a la acción del oxígeno y de la luz, y esto puede perjudicar sus características sensoriales, principalmente color y sabor, además de alterar su contenido nutricional. Una forma de evitarlo es añadir sustancias antioxidantes, sin embargo, la mayoría se obtiene por síntesis química (Duran, 2001).

Desde el punto de vista de la alimentación funciona, las sustancias antioxidantes pueden considerarse como blancos sacrificables en beneficio de la protección de moléculas de alta importancia biológica como las membranas celulares, las proteínas, el ADN, etc. La clave para que un compuesto químico, ya sea sintético o natural, funcione como un buen antioxidante es que su reactividad química hacia los radicales libres sea mayor que hacia las especies que se necesita proteger, que sea capaz de terminar la reacción en cadena que provocan los radicales libres (Galano, 2017).

2.1.2 Clasificación de los antioxidantes, según su origen

La clasificación del antioxidante según su origen es en: exógenos, endógenos y no enzimáticos. En la Tabla 1 se detalla esa clasificación y se mencionan algunas de sus acciones fundamentales.

Tabla 2- 1.

Clasificación de los antioxidantes, según su origen.

Origen	Acción
1. Exógenos	
Vitamina E	- Neutraliza el oxígeno singlete - Captura radicales libres hidroxilos - Captura O_2 - Neutraliza peróxidos
Vitamina C	- Neutraliza el oxígeno singlete - Captura radicales libres de hidroxilo - Captura O_2 - Regenera la forma oxidada de la vitamina E
Betacarotenos	Neutraliza el oxígeno singlete
Flavonoides, Licopenos	
2. Endógenos	
Enzimáticos	Cofactor
Superóxido dismutasa (SOD)	Cobre, sodio, manganeso
Catalasa (CAT)	Hierro
Glutatión peroxidasa (GPx)	Selenio
3. No enzimáticos	
Glutatión	Barreras fisiológicas que enfrenta el oxígeno a su paso desde el aire hasta las células
Coenzima Q10	
Ácido Tióctico	Transportadores de metales (transferrina y ceruloplasmina)

Fuente: (Venereo Gutiérrez, 2002)

2.2 *Eugenia stipitata* McVaugh (arazá)

El arazá es una fruta poco tradicional, de sabor y aroma muy peculiar, pero con un gran contenido vitamínico. En la figura 1 se observa una fotografía de dicha fruta amazónica.



Figura 2- 1. *Fruta de Arazá (Eugenia stipitata)*

Fuente: (García, Hernández, & Muñoz, 2011)

Uno de los principales problemas que se tiene con el Arazá, radica en el poco conocimiento que tiene el mercado o las personas acerca de esta fruta, sobre todo en lo que se refiere a las propiedades y beneficios que esta posee, debido al desconocimiento hasta se puede producir un cierto rechazo hacia ella (Italo & Pazmi, 2014).

2.2.1 Antecedente histórico

La planicie amazónica es la región donde hay mayor cantidad de arazá silvestre, esta especie crece bien en climas tropicales y está muy bien adaptada a las zonas de clima caliente y húmedo, aunque se ha adaptado a diversas regiones de Ecuador y Brasil. La influencia de la temperatura en su desarrollo no se ha estudiado aun detalladamente, pero se ha observado que la floración es mínima en el mes de menor temperatura media en la Amazonia (Italo & Pazmi, 2014).

2.2.2 Morfología

Tallo: debido a que es una especie que ramifica muy cerca del suelo, su tronco tiene solamente de 10 a 30 cm de altura y está cubierto de una cáscara fina de color marrón ferroso igual que las ramas maduras (Escobar Acevedo, Zuluaga Pelaez, & Martinez, 1996).

Hojas: son opuestas, sésiles y elípticas de 6,5 a 13 cm de largo y 2,4 a 4,5 cm de ancho, el ápice de la hoja es acuminado y la base es redondeada, la lámina tiene 6 a 8 pares de nervios secundarios prominentes en el envés. Las hojas nuevas presentan color rojizo cambiando gradualmente a verde en su fase adulta (Escobar Acevedo et al., 1996).

Flores: son hermafroditas y se encuentran en forma de pequeñas inflorescencias de 1 a 8 flores pediculadas, con cuatro sépalos de color verde amarillento y cuatro

pétalos blancos ovalados, posee entre 75 y 150 estambres y un pistilo, con un ovario multilocular (Escobar Acevedo et al., 1996).

Fruto: es una baya ovoide a esférica de color verde opaca en su primer estado y amarillo claro en el estado maduro, con olor aromático muy característico. La pulpa es poco fibrosa muy suculenta y ácida (pH=2,5), tiene en su interior de 6 a 15 semillas con forma arriñonada. Su consumo como fruta fresca es muy limitado (Escobar Acevedo et al., 1996).

2.2.3 Compuestos fenólicos en el fruto de arazá

La capacidad antioxidante atribuida a los compuestos fenólicos fue evaluada mediante los métodos espectrofotométricos DPPH, ABTS y FRAP y los resultados se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2- 2.

Compuestos fenólicos del arazá.

Compuestos fenólicos totales	
(mg GAE/ g)	184,08 ± 8,25
Contenido de Vitamina C	
(µg Ácido ascórbico / mL de extracto)	11,34 ± 0,17
Actividad antiradical	
µg Trolox/ mL de extracto	0,69 ± 0,23
Flavanoides	
Myricetina [mg/100 g]	17,00 ± 0,50
Quercetina [mg/100 g]	5,16 ± 1,40
Kaempferol [mg/100 g]	3,70 ± 3,30

Fuente: (Neri-Numa et al., 2013)

2.2.4 Propiedades del arazá, sobre la base de su composición metabólica

Se le atribuyen propiedades para el crecimiento, la reparación celular, la reducción de los niveles de colesterol y el fortalecimiento del organismo. La vitamina C presente contribuye al desarrollo óseo y a la función de todos los tejidos; la vitamina A es necesaria para la prevención de enfermedades respiratorias. El mineral que predomina en el arazá es el Potasio y en menor grado Calcio, Magnesio, Hierro, Fósforo y también posee una gran cantidad de carbohidratos (Italo & Pazmi, 2014).

2.2.5 Usos agroindustriales del arazá

Cuando se habla de industrialización de una fruta se hace referencia a la producción de alimentos a partir de ella, con el uso de máquinas, la cual es llevada a cabo por un número reducido de trabajadores. La industrialización de esta fruta requiere de procesos, a través de los cuales se obtendrá, en primera instancia pulpa de arazá. Sin embargo, se pueden elaborar otros productos como son: mermelada, jugos, néctar, licores, etc. (Garzón, 2007).

2.3 Psidium guajava L. (Guayaba)

La guayaba está clasificada como uno de los frutos más conocidos y estimados en la mayor parte del mundo. En la figura 2 se puede observar una fotografía de dicho fruto.



Figura 2- 2. Fruta de Guayaba (Psidum guajava)

Fuente: (Torres, 2010)

La producción mundial de guayaba es de alrededor de 1,2 millones de toneladas, la India y Pakistán aportan el 50%, México produce el 25% y el resto lo aportan otros países como Colombia, Egipto y Brasil (Antonio, Tzec, Alberto, Perea, & Kriuchkova, 2011).

2.3.1 Antecedente histórico

Se considera que es originaria de Mesoamérica y que fue propagada por españoles y portugueses a todos los trópicos del mundo, en lo que se ha naturalizado. Actualmente, se extiende desde México y Centroamérica, hasta Sudamérica, en específico Brasil y Perú, en Las Antillas y el sur de Florida. Su área ecológica se encuentra en la franja paralela al Ecuador, con límites que no van más allá de los 30º de

cada hemisferio. Siglos atrás fue llevada a África, Asia y la India y actualmente se le encuentra en más de 50 países con clima tropical. En Hawái, la guayaba crece en franjas desérticas con precipitaciones menores a 250 mm (Chadha & Pandey, 2018).

2.3.2 Morfología

Tallo: al igual que el arazá su tronco está cubierto de una cáscara fina de color marrón ferroso así como sus ramas (Escobar Acevedo et al., 1996).

Hojas: son opuestas, sésiles y elípticas de 6,5 a 13 centímetros de largo y 2,4 a 4,5 centímetros de ancho el ápice de la hoja es acumulado y la base es absoluta redondeada. La lámina tiene 6 a 8 pares de nervaduras prominentes en el envés. Generalmente la hoja es de color verde oscuro casi brillante en el haz y verde claro en el envés (Escobar Acevedo et al., 1996).

Flores: son hermafroditas y se encuentran presentes en pequeñas inflorescencias de una a cuatro flores pedicelo, con cuatro pétalos blancos ovalados (Escobar Acevedo et al., 1996).

Fruto: es una baya ovoide a esférica de color verde mate en su primer estado maduro, con olor característico, la pulpa es poco fibrosa, muy suculenta y ácida (pH-2,5) con múltiples semillas (Escobar Acevedo et al., 1996).

2.3.3 Actividad antioxidante de la guayaba

La medida de la capacidad antioxidante de las frutas ha tenido mucha relevancia en los últimos años, porque se puede conocer la resistencia a la oxidación de un producto, la contribución cuantitativa de sustancias antioxidantes aportadas por la fruta para estabilizar un alimento rico en grasas o aceites y la actividad antioxidante producida por la fruta en el organismo al momento de consumirla (Zulueta et al., 2009).

La capacidad antioxidante del extracto acuoso de guayaba agria fue evaluada mediante los métodos espectrofotométricos DPPH, ABTS y FRAP, los resultados se presentan en la Tabla 3 (Zapata, Cortes, & Rojano, 2013).

Tabla 2- 3.

Capacidad antioxidante total (DPPH, ABTS, FRAP y ORAC) de P. guajava.

DPPH	ABTS	FRAP
mol Trolox Equivalente / 100 g de fruta fresca	mol Trolox Equivalente / 100 g de fruta	mg Ácido Ascórbico Equivalente / 100 g de fruta fresca
1177,89 ± 67,18	6679,92 ± 125,37	623,98 ± 6,25

Fuente: (Zapata et al., 2013).

2.3.4 Propiedades nutricionales de la guayaba

La guayaba es una fruta con alto valor nutricional, posee un alto contenido de antioxidantes (2,62 - 7,79%) como vitamina C, vitamina E, fenoles y carotenoides, sustancias encargadas de eliminar los radicales libres y prevenir el estrés oxidativo y los desórdenes metabólicos; además, posee un alto porcentaje de fibra dietética (5,76%) (2,3). Se clasifica en fibra soluble (pectinas, gomas, mucílagos y algunas hemicelulosas) y fibra insoluble (celulosa, hemicelulosa y lignina); la fibra insoluble es la responsable de aumentar el bolo fecal y ayudar a regular los movimientos peristálticos del intestino, mientras que la fibra soluble influye sobre los niveles de lípidos plasmáticos y protege contra las enfermedades cardiovasculares (Chadha & Pandey, 2018).

2.3.5 Usos agroindustriales de la guayaba

La guayaba, a diferencia del arazá, es un fruto de alto uso en la industria, de la que puede obtenerse un elevado número de productos, entre los que se pueden mencionar: pulpas, jugos, jaleas, licores, mermeladas, pastas en conserva, y en general, dulces diversos. Esto está dado, además de su sabor característico y atractivo, por su alto contenido de vitamina C, de calorías y por poseer un coeficiente de digestibilidad elevado, lo que hace que su demanda rebase las fronteras y alcance niveles internacionales (Del & Comercial, 2011).

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo o Diseño de Investigación:

Se trata de una investigación teórica con un enfoque documental, la misma que se ajusta a la selección y recopilación de información por medio de la lectura crítica de documentos y materiales bibliográficos existentes, con el fin de poseer antecedentes que permitan profundizar en teorías y aportaciones ya emitidas sobre el tema objeto de estudio.

3.2 Métodos de Investigación:

Para esta investigación se analizaron artículos de revistas científicas indexadas con vistas a tener un conocimiento más amplio acerca del tema. Se consultaron las bases de datos Pubmed, Cochrane, Science Direct y Scielo utilizando como motor de búsqueda el Google Académico.

- Para dar cumplimiento al primer objetivo se analizó por medio de los artículos y libros encontrados, la presencia de antioxidantes, sus características y su contenido cuantitativo en las frutas arazá y guayaba.
- También se analizó el efecto de los antioxidantes en el organismo humano y sus sitios de acción.
- Para cumplir con el segundo objetivo, se analizaron las propiedades de cada una de estas frutas y cómo se pueden diversificar las producciones de manera que se contribuya a un consumo más amplio de las mismas.

3.3 Presencia de Antioxidantes y su Contenido Cuantitativo en las Frutas Arazá y Guayaba

Como se ha mencionado anteriormente, los antioxidantes son compuestos que prolongan la vida útil de los alimentos, protegiendo contra los efectos causados por la oxidación, inhiben la propagación de radicales libres, por eso son utilizados para prevenir el deterioro de los mismos, evitando, por ejemplo, la rancidez de las grasas y los cambios de color (Díaz Delgado, 2010).

3.3.1 Análisis cualitativo de metabolitos secundarios presentes en guayaba y arazá

En el análisis cualitativo realizado por varios autores, se detectó la presencia en las frutas de guayaba y arazá de compuestos polifenólicos, flavonoides, taninos y

vitaminas A, B y C, los cuales determinan la capacidad o actividad antioxidante de dichas frutas (Hidalgo Filipovich, Gómez Ugarte, Escalera Cruz, & Quisbert Díaz, 2015).

La guayaba es una fruta con alto valor nutricional, que posee un alto contenido de metabolitos antioxidantes como vitamina C, vitamina E, fenoles y carotenoides, sustancias que permiten, como ya se ha dicho, eliminar los radicales libres y prevenir el estrés oxidativo y los problemas metabólicos; además, es rica fibra dietética (Chadha & Pandey, 2018).

En cuanto al arazá, también es una fruta con alto valor nutricional rica en vitamina C y vitamina A, la cual es necesaria para la prevención de enfermedades respiratorias, para el mantenimiento de una buena visión, así como una piel saludable. Es rica en oligoelementos beneficiosos como K, Ca, Mg, Fe y P (Italo & Pazmi, 2014).

Los flavonoides presentes en ambas frutas, al ser parte fundamental de la biología vegetal, responden a la luz, controlando los niveles de las auxinas, que son las hormonas vegetales reguladoras del crecimiento; intervienen en la diferenciación de las plantas y potencian la polinización al conferir coloración (Jiménez, Martínez, & Guevara, 2009).

Los taninos hidrolizables presentan capacidades quelantes que contribuyen a la actividad antioxidante. Metales como hierro y cobre forman parte de las ferro proteínas y otros complejos necesarios en el organismo (Montecillo, 2019).

Los carotenoides presentes en las frutas y verduras pueden convertirse en retinol en el organismo; el carotenoide “betacaroteno” es el que se convierte en retinol de forma más eficiente, lo cual lo convierte en una importante fuente de vitamina A (Carbajal Ángeles, 2013).

Dentro de las vitaminas del complejo B, la riboflavina (B2) es fundamental para el proceso de transformación de azúcares y cumple una importante función en la conducción de los impulsos nerviosos y en el metabolismo del oxígeno (Aguirre et al., 2015).

La vitamina C, generalmente conocida como ácido ascórbico, aunque en su estructura no existe ningún grupo carboxilo, ha sido propuesta desde hace muchos años como un eficaz antioxidante. Entre sus propiedades químicas sobresale su fuerte poder reductor, es decir, la facilidad con que se oxida reversiblemente a ácido dehidroascórbico (Maestro-Durán & Borja Padilla, 1993).

Finalmente, es importante mencionar que la vitamina E (tocoferol), también presente en ambas frutas, es el antioxidante liposoluble más importante, localizado en el medio hidrofóbico de las membranas biológicas, cuya principal función es actuar como antioxidante natural, ya que reacciona con los radicales libres que se generan en la fase lipídica, protegiendo a los lípidos de las membranas, además de desempeñar una función fisicoquímica en el ordenamiento de las membranas lipídicas, estabilizando las estructuras de membrana (Zamora S. J D, 2007).

3.3.2 Análisis cuantitativo de antioxidantes

La cuantificación de los antioxidantes se ha realizado por los métodos ABTS, DPPH, FRAP, y a través de la determinación de polifenoles totales (Ordoñez, 2013). La evaluación de la actividad antioxidante por varios métodos permite establecer la contribución relativa de los diferentes mecanismos de antioxidantes que tienen los compuestos extraídos de la guayaba y arazá.

ABTS: Se trata de una reacción basada en la capacidad de los antioxidantes para capturar el radical catiónico ABTS•+ (ácido 2,2' azinobis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico), captura que produce un descenso en la absorbancia a 658 nm. El calibrado se realiza sobre la base de un patrón de Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico) (Pérez-Jiménez, 2011).

DPPH: Es un radical orgánico que en presencia del antioxidante es capturado, lo cual produce un descenso de la absorbancia a 515 nm. Este método fue modificado por Sánchez-Moreno *et al*. (1998), que introdujeron parámetros cinéticos (Pérez-Jiménez, 2011).

FRAP: Se desarrolló para medir el estado antioxidante del plasma humano. Los radicales piróxilo oxidan 19 antioxidantes del plasma y la oxidación y su inhibición se

miden por absorción de oxígeno, como antioxidante de referencia se usa el Trolox (Díaz Delgado, 2010).

Polifenoles Totales: La cuantificación se suele realizar por el método de Folin-Ciocalteu acorde a lo descrito por varios autores. Se construyen curvas de calibración con ácido gálico a concentraciones entre 50 y 500 mg. mL^{-1}, intervalo en el cual existe linealidad. Los extractos con compuestos antioxidantes son previamente diluidos en proporciones adecuadas para obtener lecturas de absorbancia dentro de las curvas de calibración (diluciones entre 1 a 10 hasta 4 a 10, volumen de extracto a volumen final). Los resultados se expresan como mg de ácido gálico/100 g de la pulpa de la fruta (Restrepo-Sánchez, Narváez-Cuenca, & Restrepo-Sánchez, 2009).

3.4 Los Antioxidantes en el Organismo Humano

Los antioxidantes en el organismo se caracterizan por impedir o retrasar la oxidación de diversas sustancias, principalmente de los ácidos grasos (Zamora S. J D, 2007). El estilo de vida actual puede promover hábitos alimentarios inadecuados, que llevan a consumir alimentos con baja calidad nutricional y escasa capacidad antioxidante. En este sentido, se ha comprobado epidemiológicamente que las dietas ricas en frutas y verduras pueden prevenir el desarrollo de enfermedades, debido a la presencia en dichos alimentos de diferentes compuestos bioactivos como los antioxidantes (Delgado Olivares, Betanzos Cabrera, & Sumaya Martínez, 2010).

Según la literatura, el consumo de alimentos ricos en antioxidantes ayudaría a prevenir el desencadenamiento de enfermedades no transmisibles o también degenerativas, como las cardiovasculares y algunos tipos de cáncer; es por ello la importancia de la incorporación de frutas y verduras en el consumo diario, lo cual garantiza no solo la ingestión de la mayoría de antioxidantes si no también algunos micronutrientes y de fibra dietéticas, incluida una variedad de sustancias no nutrientes que también son esenciales. Es importante destacar que al aumentar la ingesta de frutas y verduras estas ayudarían a desplazar los alimentos que contienen gran cantidad de grasas saturadas, algunos azúcares y la sal (Vera, 2019).

3.5 Los antioxidantes en las frutas guayaba y arazá en la agroindustria

La industria alimentaria ha mostrado un gran interés en la presencia de antioxidantes en la pulpa de frutas como es la guayaba y arazá en las que, como se ha mencionado, se encuentran las vitaminas A, B, C y otros compuestos que determinan la capacidad antioxidante (Hidalgo Filipovich et al., 2015).

3.5.1 Productos obtenidos en la Agroindustria a partir de frutas

Pulpa (puré): es el producto carnoso y comestible de la fruta sin fermentar, pero susceptible de fermentación, obtenido por procesos tecnológicos adecuados, por ejemplo: tamizado, triturado o desmenuzado, conforme a buenas prácticas de manufactura; a partir de la parte comestible y sin eliminar el jugo, de frutas enteras o peladas en buen estado, debidamente maduras o a partir de frutas conservadas (Montinel, 2008).

Néctar: es el producto constituido por el jugo y la pulpa de frutos, finamente dividida y tamizada, con agua potable, azúcar, ácido orgánico, preservante químico y estabilizador si fuera necesario (Guevara, 2015).

Mermeladas: Son jaleas de fruta en las que están suspendidas pequeños trozos de fruta o corteza de ellas. Según otra fuente bibliográfica, la mermelada es un producto de consistencia pastosa obtenido de frutas maduras, las que son sometidas a un pulpeado y posterior concentrado. Puede contener trozos o tiras según las exigencias del mercado (Pérez, 2015).

En la figura 3-1se presenta un diagrama de flujo general del proceso de obtención de la pulpa a partir de frutas, en el cual se detalla cada una de las operaciones necesarias descritas en la literatura.



Figura 3- 1. *Diagrama de flujo obtención de la pulpa.*

Fuente: (Moreno, 2005).

A continuación, se describe el proceso de obtención de pulpa, según la secuencia observada en la figura 3-1.

Recepción de la materia prima: se recibe la fruta que es aceptada, se pesa y se coloca cuidosamente en recipientes adecuados para pasar a la siguiente operación(González Albuja, 2014).

Selección y Clasificación: en este proceso los frutos se seleccionan y se separa la fruta en buen estado y con la madurez fisiológica aceptable libre de daños mecánicos y por insectos (González Albuja, 2014).

Lavado y desinfección: las frutas que han pasado a través de las dos operaciones anteriores se lavarán con agua potable. La desinfección se realiza dentro de una tina de lavado que contiene hipoclorito de sodio al 1% durante 15 minutos, lo cual es efectivo para reducir la carga microbiana (Zambrano-Alcívar, 2014).

Despulpado: es la operación utilizada en el procesamiento de frutas y verduras mediante el uso de un cedazo, tamiz o máquina despulpadora que tiene por objeto separar las semillas y fracciones gruesas de la corteza presentes de las pulpas (Arturo Romero, 2004).

Pasteurización: es un método muy eficaz que no solo contribuye a la eliminación del aire, sino que además cumple una función muy importante la cual alarga la vida útil del producto. Consiste en el calentamiento del producto a una temperatura entre 62° y 65°C por un periodo de 30 minutos (Moreno, 2005).

Envasado: se hace con una empacadora de tipo vertical o puede hacerse manualmente. Las presentaciones que se conocen actualmente en el mercado son de libra o de kilo.

Almacenamiento: lo más recomendable para las pulpas de arazá y guayaba son las de congelación a una temperatura de -20°C.

En el diagrama de flujo de la figura 3-2 se detallan cada una de las operaciones correspondientes al proceso de obtención del néctar de frutas.

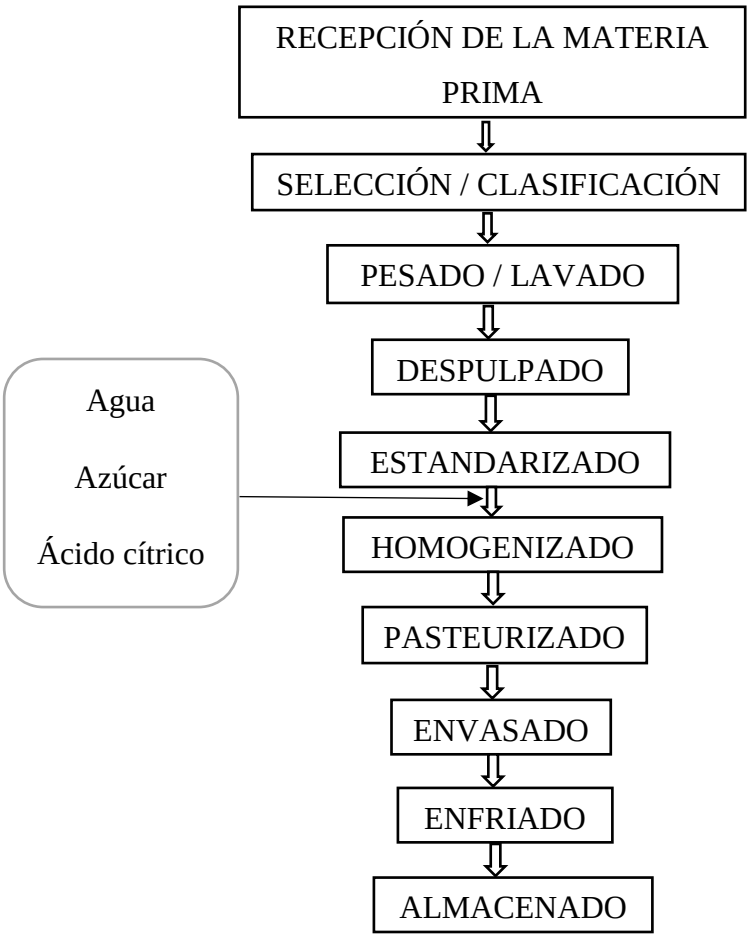


Figura 3- 2. *Diagrama de flujo obtención del néctar.*

Fuente: (ITDG, 1998).

Cada una de las operaciones del proceso de obtención de néctar se describe a continuación.

Recepción de la materia prima: se recibe la fruta que es aceptada, se pesa y se coloca cuidosamente en recipientes adecuados para pasar al siguiente proceso (González Albuja, 2014).

Selección y Clasificación: en esta operación los frutos se seleccionan y se separa la fruta en buen estado y con la madurez fisiológica aceptable libre de daños mecánicos y por insectos (González Albuja, 2014).

Pesado y Lavado: este procedimiento permite determinar el rendimiento que puede obtenerse de fruta. Sirve para eliminar las partículas extrañas adheridas en la fruta, se puede realizar por inmersión, agitación, aspersión o rociado, y luego la fruta debe desinfectarse para eliminar microorganismos, para lo cual se sumerge en una disolución de desinfectantes por 5 minutos (ITDG, 1998).

Despulpado: consiste en obtener la pulpa de la fruta y eliminar partículas extrañas. Las frutas se pulpean con su cáscara solo si esta no tiene sustancias que varíen las características organolépticas de la pulpa (ITDG, 1998).

Estandarizado: esta operación involucra; dilución de la pulpa en agua, regulación del pH, regulación de los grados brix (contenido de azúcares) y adición de estabilizador (ITDG, 1998).

Homogenizado: permite la incorporación de ingredientes, en este caso consiste en remover la pulpa hasta lograr una disolución y mezcla de los ingredientes añadidos. Luego esta esta mezcla uniforme se calienta hasta antes de llegar a la temperatura de pasterización (ITDG, 1998).

Pasteurizado: sirve para destruir los microorganismos y puede realizarse calentado la mezcla a 85 °C durante 5 a 10 minutos, luego a 97 °C durante 30 segundos y finalmente enfriándola rápidamente hasta 60 °C, temperatura a la que permanecerá durante 30 minutos (ITDG, 1998).

Envasado: pueden utilizarse envases de vidrio o plástico; el envase se llena totalmente cuando el néctar está a 85 °C como mínimo y se cierra de inmediato (ITDG, 1998).

Enfriado: el producto debe enfriarse rápidamente para reducir la pérdida de aroma, sabor y consistencia. El enfriamiento continuo es más eficaz ya que la trasferencia de calor es más rápida (ITDG, 1998).

Almacenado: el producto debe ser almacenado en un lugar refrigerado de -4 °C hasta su comercialización o consumo (ITDG, 1998).

En el diagrama de flujo de la figura 3-3 se presenta el proceso de obtención de la mermelada y se detallan cada una de las operaciones.

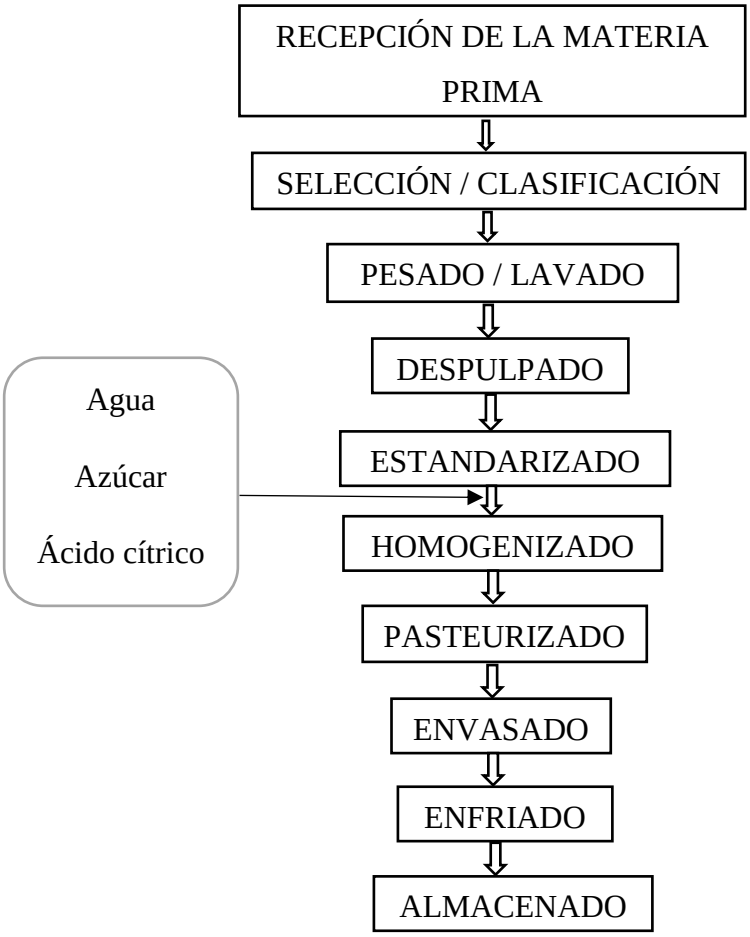


Figura 3- 3*. Diagrama de flujo obtención de la mermelada.*

Fuente: (González Albuja, 2014).

Seguidamente se describe detalladamente el proceso de obtención de la mermelada.

Recepción de la Materia Prima: se recibe la fruta que es aceptada se pesa y se coloca cuidosamente en recipientes adecuados para pasar a la siguiente operación (González Albuja, 2014).

Lavado y desinfección: se realiza para eliminar cualquier partícula extraña que puede estar adherida a las frutas se puede realizar por inmersión, agitación, por aspersión o por rociado. La desinfección se realiza dentro de una tina de lavado que contiene hipoclorito de sodio al 1% durante 15 minutos, lo cual es efectivo para reducir la carga microbiana (Zambrano-Alcívar, 2014).

Despulpado: es importante para obtener la pulpa uniforme y se puedan incorporar ingredientes; en esta operación se puede utilizar una despulpadora o un molino de mano (Diana Colquichagua, 2005).

Cocción: La cocción de la mezcla es la operación que tiene mayor importancia sobre la calidad de la mermelada. La cocción puede ser realizada a presión atmosférica en pailas abiertas o al vacío en pailas cerradas, el producto se concentra a temperaturas entre 60 – 70°C, conservándose mejor las características organolépticas de la fruta. A continuación, se añade el 75% de azúcar de la cantidad normada, la mezcla será removida y después será llevada hasta el punto de ebullición rápidamente y se incorporará el 25% de azúcar restante, por alrededor de 15 minutos aproximadamente será removida lo menos posible. El indicador es que la gota de mermelada caiga al fondo de un vaso con agua sin desintegrarse (González Albuja, 2014).

Envasado: se realiza el envasado con llenadoras – tapadoras automáticas si se elabora grandes cantidades; en pequeñas cantidades se puede utilizar una jarra con pico que permita llenar con facilidad los envases, evitando que se derrame por los bordes, oportunamente se lavarán y desinfectarán los envases (González Albuja, 2014).

Almacenado: el producto debe ser almacenado en un lugar fresco, limpio y seco; con suficiente ventilación, a fin de garantizar su conservación hasta el momento de su comercialización (González Albuja, 2014).

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Presencia de Antioxidantes y su Contenido Cuantitativo en las Frutas Arazá y Guayaba

En el análisis cualitativo que se observa en la tabla 4-1 se evidencia la presencia de antioxidantes, tales como carotenoides, polifenoles y vitamina C en la guayaba.

Tabla 4- 1.

Análisis Cualitativo y Cuantitativo (mg por cada 100g de fruta) de antioxidantes en Guayaba

	ANTIOXIDANTES		
Fruta	Carotenoides totales	Polifenoles Totales	Vitamina C
Guayaba	4,20 ± 2,33	508 ± 47	268,7 ± 73,4

Fuente: (Dayana Rojas, 2009)

Como se puede apreciar en Tabla 4-1, los resultados encontrados de polifenoles totales 508 ± 47 representan el 66,5% del contenido total de compuestos antioxidantes, seguido por la vitamina C con un contenido inferior correspondiente a 268,7 ± 73,4 lo que equivale al 32% del total. Por otra parte, los carotenoides totales están en concentraciones de 4,20 ± 2,33 y presentan un contenido más bajo de antioxidantes (1,5%) (Dayana Rojas, 2009).

En la tabla 4-2 se observan los antioxidantes: carotenoides, polifenoles y vitamina C presentes en el arazá.

Tabla 4- 2.

Análisis Cualitativo y Cuantitativo (mg por cada 100g de fruta) de antioxidantes en Arazá

	ANTIOXIDANTES		
Fruta	Carotenoides totales	Polifenoles Totales	Vitamina C
Arazá	62,8 ± 3,36	1063,9±23	427,7 ± 78,83

Fuente:(M. Castrot, C. Rivadeneirat, l. Mantuanot, S. Santacruz, 2014)

Según los datos obtenidos en Tabla 4-2, los resultados encontrados de polifenoles totales están en el intervalo de 1063,9±23 con el 86% y representan la mayor contribución al contenido de antioxidantes, seguido por la vitamina C: 427,7 ± 78,83 con un 12% del

total de polifenoles. Los carotenoides totales, con un valor de 62,8 ± 3,36 corresponden al 2% del contenido de antioxidantes investigados (Adrian Maurica Vargas, 2018). Si se compara con la guayaba, el arazá es mucho más rico en compuestos antioxidantes.

En la tabla 4-3 se muestran los resultados de la determinación de la actividad antioxidante de la guayaba por los métodos ABTS, DPPH y FRAP y, además, la cuantificación de polifenoles totales.

Tabla 4- 3.

Actividad antioxidante por ABTS, DPPH, FRAP, y polifenoles totales en guayaba (mg por cada 100g de fruta).

		GUAYABA	
ABTS	DPPH	FRAP	Polifenoles Totales
107,3 ± 24,0	26,1 ± 6,1	77,0 ± 11,0	508 ± 47

Fuente: (Dayana Rojas, 2009)

Los resultados encontrados por el método DPPH y por FAP fueron menores en comparación a los valores obtenidos por ABTS, la diferencia sugiere que los compuestos antioxidantes presentes en la fracción evaluada de guayaba son altamente hidrofílicos los cuales son más sensibles a la técnica ABTS. De otro lado, el contenido de compuestos fenólicos totales explica la actividad antioxidante medida por los métodos FRAP y DPPH, pero no los de ABTS. La no correlación entre ABTS y fenoles puede deberse a la alta dispersión en estas variables obtenida para la guayaba (Dayana Rojas, 2009).

En la tabla 4-4 se muestra la actividad antioxidante del arazá obtenida por los métodos: ABTS, DPPH, FRAP, y a través de la determinación de polifenoles totales.

Tabla 4- 4.

Actividad antioxidante por ABTS, DPPH, FRAP, y polifenoles totales en arazá (mg por cada 100g de fruta).

		ARAZÁ	
ABTS	DPPH	FRAP	Polifenoles Totales
241± 35	81,9± 3	80,9± 3	1063,9 ± 23

Fuente: (Dayana Rojas, 2009)

En la Tabla 4-4, los resultados investigados por los métodos ABTS y DPPH muestran que el método DPPH arrojó resultados ligeramente menores, lo que indica que los realizados con este método son menos específicos y selectivos; a diferencia de los métodos anteriores, el método FRAP mide la capacidad de reducción de un antioxidante mediante transferencia de un electrón. el contenido de compuestos fenólicos totales explica la actividad antioxidante medida por los métodos FRAP y DPPH, pero no los de ABTS (Adrian Maurica Vargas, 2018).

En la tabla 4-5 se muestran los resultados resumidos acerca de la cantidad de antioxidantes que pueden estar presentes en las frutas arazá y guayaba, basados solamente en la determinación de polifenoles totales.

Tabla 4- 5.

Contenido Antioxidantes de las frutas Arazá y Guayaba sobre la base de la determinación de polifenoles totales (mg por cada 100g de fruta).

Antioxidantes Presentes	Base fresca
Guayaba	508 ± 47
Arazá	1063,9±23

Fuente: (Adrian Maurica Vargas, 2018)

Como se muestra en la tabla 4-5, de los resultados obtenidos de la presencia de antioxidantes, en la guayaba se muestra un contenido más bajo de 508 ± 47. Y respecto al arazá se puede evidenciar que presenta una mayor cantidad de antioxidantes de 1063,9 ± 23 por su mayor contenido de polifenoles totales y vitamina C presentes en esta fruta (Dayana Rojas, 2009).

Por todo lo descrito hasta aquí, queda claro el potencial de ambas frutas en cuanto a capacidad antioxidante, lo cual las hace útiles para un posterior aprovechamiento agroindustrial y la obtención de productos diversos que constituyan alimentos funcionales.

4.2 Antioxidantes en el Organismo Humano.

En la figura 4-1 se observan la acción de los antioxidantes en el organismo humano, tomando como ejemplo la vitamina E.

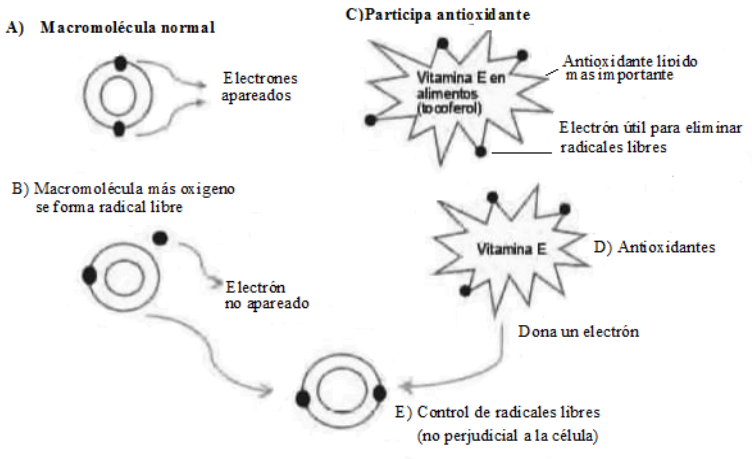


Figura 4- 1. *Acción de los antioxidantes en el organismo humano, tomando como ejemplo la vitamina E.*

Fuente: (Coronado H., Vega Y León, Gutiérrez T., Marcela, & Radilla V., 2015)

El organismo humano para protegerse de los radicales libres y el envejecimiento hace uso de los antioxidantes que, como ya se ha mencionado, son compuestos químicos que se caracterizan por impedir o retrasar la oxidación de diversas sustancias principalmente de los ácidos grasos cuyas reacciones se producen tanto en los alimentos como en el organismo humano (Zamora S. J D, 2007).

Los flavonoides no poseen las características de las vitaminas; no son aminas y conforman otro grupo químico, pero por su acción protectora y la imposibilidad del organismo humano de producirlos merecen ser incorporados al grupo de los nutrientes esenciales. Aunque los hábitos alimenticios son muy diversos en el mundo, el valor medio de ingesta de flavonoides se estima como 23 mg/día, siendo predominantes los flavonoles especialmente la quercetina (Martínez-Flórez, González-Gallego, Culebras, & Tuñón, 2002).

Los carotenoides, a su vez, no tienen un papel bien establecido en el tratamiento del foto-envejecimiento, aunque pueden ser importantes en su prevención pues pueden convertirse en retinol en el organismo y ser fuente de vitamina A (Carbajal Ángeles, 2013).

La vitamina E en el organismo humano actúa como el antioxidante liposoluble más importante que se obtiene a partir de frutas y vegetales; su efecto antioxidante se debe en parte a su grupo hidroxilo, el cual contribuye a neutralizar los radicales libres. Su principal función es proteger las membranas celulares del estrés oxidativo, actuando

como primera barrera contra la peroxidación lipídica. Sus propiedades antioxidantes dependen de su regeneración continua por otros agentes biológicos (Mariaca, Zapata, & Uribe, 2016).

La vitamina C en el organismo se obtiene fundamentalmente de la dieta, sobre todo de frutas cítricas y otros vegetales. Además de servir como antioxidante, es un cofactor de varias enzimas para la síntesis de colágeno y ayuda a reciclar la vitamina E. Para mantener los niveles adecuados de vitamina C reducida, las células generan tioles como el glutatión, el cual transforma el radical de forma oxidada a forma reducida (Mariaca et al., 2016).

4.3 Productos Agroindustriales a partir de guayaba y arazá con actividad antioxidante.

En la tabla 4-6 se observa la capacidad antioxidante que presentan los productos derivados de la guayaba como pulpa, néctar y mermeladas.

Tabla 4- 1.

Presencia de Antioxidantes en productos de la guayaba sobre la base de polifenoles totales (mg por cada 100g del producto).

Guayaba	Antioxidantes
Pulpa	165,31
Néctar	38,66
Mermelada	19,48

Fuente: (Marquina, Araujo, Ruíz, Rodríguez-Malaver, & Vit, 2008)**.**

Los resultados obtenidos muestran que la guayaba y sus productos derivados son una fuente económica de antioxidantes, los cuales, como ya se ha dicho, pueden ser vitaminas y polifenoles diversos. En la misma tabla 4-6 puede apreciarse el mayor contenido de antioxidantes en la pulpa: 165,31 mg por cada 100g del producto, seguido por el néctar con 38,66 lo cual se considera un contenido de antioxidantes relativamente bajo. Y en la mermelada con 19,48 siendo la de menor capacidad antioxidante de dichos productos.

Los datos investigados muestran que la pulpa tiene menor tiempo de pasteurización y sin adición de endulzantes, esto lo indica el hecho de que la capacidad

de los antioxidantes es mayor en comparación con el néctar y la mermelada, por tener más operaciones a altas temperaturas de cocción y la adición de endulzantes; este proceso evidentemente reduce el contenido de antioxidantes.

Por otra parte, se investigó la actividad antioxidante en los posibles productos derivados del arazá, presentes en la tabla 4-7, la cual muestra la concentración de antioxidantes en solo en la pulpa.

Tabla 4- 2.

Presencia de Antioxidantes en productos de arazá sobre la base de polifenoles totales (mg por cada 100g del producto).

ARAZÁ	Antioxidantes
Pulpa	1063,9±23
Néctar	no disponible
Mermelada	no disponible

Fuente: (Adrian Maurica Vargas, 2018)

Los resultados obtenidos muestran que la pulpa es una fuente de antioxidantes (polifenoles, flavonoides y vitamina C). En la mencionada tabla 4-7 puede apreciarse, sin embargo, que no se encuentran disponibles en la literatura científica los valores correspondientes a néctar y mermelada, lo cual puede ser indicativo de que no existe gran disponibilidad de esos productos o que no se han sometido a este tipo de evaluación, por lo cual no existen publicaciones disponibles. Queda clara entonces la necesidad de diversificar producciones a partir de esta fruta (Adrian Maurica Vargas, 2018).

Es conocido que en la Agroindustria se fabrican productos alimenticios para la distribución y venta, que deben cumplir con todas las normas de seguridad y calidad. En los diferentes procesos tecnológicos de elaboración de alimentos es necesario determinar la operación que no afecte mucho a sus características organolépticas (sabor, color, textura y aroma) lo cual garantiza que los productos alimenticios al consumirlos sean más atractivos, además de nutritivos y seguros.

Los procesos investigados muestran la conservación de la funcionalidad en cuanto a capacidad antioxidante de sus derivados: pulpa, néctar y mermelada, a pesar de que son sometidos a diferentes operaciones que pueden provocar pérdidas de algunos

compuestos antioxidantes; para evitar esto se recomienda básicamente que se potencia el proceso de fabricación de pulpas, precisamente por la posibilidad de conservar la más alta capacidad antioxidante.

Los procesos tecnológicos para diversificar los productos a partir de las frutas: guayaba y arazá, que contribuyan a un mejor aprovechamiento agroindustrial, han permitido obtener hasta el momento diferentes alimentos, como los ya investigados: pulpa, néctar y mermelada. Se considera que la pulpa de la guayaba es el principal producto a elaborar; esta fue analizada por los diferentes métodos analíticos que se muestran en la tabla 4-3 y se determinó que de esta manera se garantiza el aprovechamiento del contenido de compuestos antioxidantes, lo cual también ocurre para otros productos procesados como néctar y mermelada, también presentes en la tabla 4-6, pero en menor cuantía.

Una de las propuestas tecnológicas que se realiza en el presente trabajo de investigación bibliográfica, es la elaboración de pulpa, siguiendo el esquema que se muestra en la metodología, en la figura 3-1. En el diagrama se detallan todas las operaciones para la obtención de la pulpa de guayaba siendo a juicio del autor, la mejor alternativa para el aprovechamiento agroindustrial de dicha fruta.

Además, a partir de la pulpa se puede procesar el néctar y la mermelada como se presenta en las figuras 3-2 y 3-3, aun cuando se reduce la capacidad de antioxidantes como consecuencia de los procesos mencionados, por tener más operaciones y por la adición de endulzantes, lo cual alarga el tiempo de conservación y consumo, ofreciendo una nueva alternativa para el mercado y el consumo de dichos productos.

A partir de arazá también se pueden elaborar distintos productos alimenticios, y el principal producto recomendado en este trabajo, si se quiere conservar la mayor capacidad antioxidante, al igual que para la guayaba, es la pulpa. Como se ha descrito anteriormente, el contenido de antioxidantes en la fruta fresca fue analizado por diferentes métodos, y los valores numéricos se presentan en la tabla 4-4.

En la tabla 4-7 se informa acerca de la no disponibilidad de resultados de contenido de antioxidantes en el néctar y la mermelada, ya sea porque no es frecuente su elaboración o porque sencillamente no se han publicado resultados de dichos análisis. Tomando en cuenta lo investigado hasta el momento, y al igual que para la guayaba, se pueden comparar los diferentes procesos y se puede afirmar que, para la

obtención de néctar y mermelada de arazá, a pesar de que puede reducirse la cantidad de antioxidantes, de igual manera se pueden elaborar los productos propuestos a través de los esquemas detallados en la metodología y de esta manera contribuir a un mejor aprovechamiento agroindustrial.

Conclusiones

La información bibliográfica obtenida y analizada acerca de guayaba y arazá permite concluir que ambas frutas maduras presentan una elevada capacidad antioxidante, teniendo en cuenta los resultados de los análisis de ABTS, DPPH, FRAP y Polifenoles totales; el arazá resultó tener valores mayores de antioxidantes que la guayaba.

La tecnología recomendada y propuesta en el trabajo, como primera opción, para diversificar los productos a partir de las frutas guayaba y arazá es la correspondiente a la fabricación de pulpa, debido a que conserva la mayor cantidad de compuestos antioxidantes; no obstante, no se descarta la posibilidad de fabricar néctar y mermelada pues también son productos atractivos y nutritivos, independientemente de que sus procesos conllevan a una disminución de la capacidad antioxidante.

Recomendaciones

Establecer tecnologías como contribución a posibles emprendimientos, para la fabricación de pulpa de guayaba y arazá.

Realizar estudios encaminados a la elaboración de néctar y mermelada de arazá que permitan establecer, a través de los métodos analíticos conocidos, su capacidad antioxidante.

REFERENCIAS

Arturo Romero, A. J. (2004). Guía de equipos básicos para el procesamiento agroindustrial rural. En G. d. rural, *Guía de equipos básicos para el procesamiento agroindustrial rural* (pág. 95). Bogota.

Diana Colquichagua, E. O. (2005). Procesamiento de mermeladas de frutas nativas. En P. d. nativas, *Procesamiento de mermeladas de frutas nativas* (pág. 23). Lima.

Moreno, D. X. (2005). Guía de procesos para la elaboración de néctares, mermeladas, uvas pasas y vinos. En m. u. Guía de procesos para la elaboración de néctares, *Guía de procesos para la elaboración de néctares, mermeladas, uvas pasas y vinos* (pág. 39). Bogota-Colombia.

Pérez, A. G. (2015). *ELABORACIÓN DE PULPAS, ZUMOS,*. Lima.

Youngson, R. (1994). Antioxidantes y radicales libres. En R. Youngson, *Antioxidantes y radicales libres* (pág. 118). London: EDAF, S.A.

Adrian Maurica Vargas. (2018). *A La noticia A La noticia*. 9–11.

Aguirre, M., Manzano, N., Salas, Y., Angel, M., Díaz-Couselo, F. A., & Zylberman, M. (2015). Déficit de vitamina D. *Medicina (Argentina)*, *75*(6), 142–146.

Antonio, J., Tzec, Y., Alberto, C., Perea, V., & Kriuchkova, E. R. (2011). Comportamiento de los frutos de guayaba (psidium guajava L.) sometidos a impacto. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, *20*(1), 57–61.

Carbajal Ángeles. (2013). Vitamina A. *Manual de Nutrición y Dietética.*, *12*, 1–41. Recuperado de https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-cap-11-vitaminas.pdf

Chadha, K. L., & Pandey, R. M. (2018). Psidium guajava. *CRC Handbook of Flowering*, *5*(1753), 287–293. https://doi.org/10.1201/9781351072571

Coronado H., M., Vega Y León, S., Gutiérrez T., R., Marcela, V. F., & Radilla V., C. (2015). Antioxidantes: Perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutricion*, *42*(2), 206–212. https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014

Dayana Rojas, C.-E. N. (2009). *Quim. Nova,*. *32*(9), 2336–2340.

Del, U. T., & Comercial, C. D. E. I. (2011). *Universidad técnica del norte*.

Delgado Olivares, L., Betanzos Cabrera, G., & Sumaya Martínez, M. (2010). Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. *Investigación y Ciencia*, *18*(50), 10–15.

Díaz Delgado, M. de G. (2010). *"Cuantificación de vitamina C, polifenoles totales y actividad antioxidante en pulpa de guayaba (Psidium guajava L.) fresca y tratada térmicamente"*. 89.

Duran, L. (2001). Aditivos naturales. *Arbor*, *CLXVIII*(661), 87–107.

Escobar Acevedo, C. J., Zuluaga Pelaez, J. J., & Martinez, A. (1996). *El cultivo del Araza*. Recuperado de http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4897/1/Cultivo del Araza.pdf

Galano, A. (2017). Estrés oxidativo, radicales libres, antioxidantes y… ¿Química Computacional? *Boletin De La Sociedad Quimica De Mexico*, (48), 113. Recuperado de http://bsqm.org.mx/pdf-boletines/V11/V11N3/BSMQ_11_3_kEstresOxidativo.pdf%0Ahttp://www.botanicalsciences.com.mx/index.php/botanicalSciences/article/view/1349

García, J. A. B., Hernández, M. S., & Muñoz, L. M. M. (2011). *Arazá, Estudios ecofisiológicos en la Amazonia Colombiana*. Recuperado de https://books.google.com/books?id=ugdJAwAAQBAJ&pgis=1

Garzón, A. S. (2007). *Proyecto de Grado Proyecto de Grado*. 1–147.

González Albuja, D. E. (2014). *Desarrollo de una tecnología adecuada para la elaboración de mermelada dietetica de mora con la utilización de sucralosa para personas con restricciones alimentarias*. *1*, 132. Recuperado de http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/5437

Guevara, A. (2015). Elaboracion de pulpas, zumos, néctares, deshidratados, osmodeshidratados y fruta confitada. *UNIVERSIDAD NACIONALGRARIA LA MOLINA Facultad de Industrias Alimentarias*, 61. Recuperado de http://www.lamolina.edu.pe/postgrado/pmdas/cursos/dpactl/lecturas/Separata

Pulpas nèctares, merm desh, osmodes y fruta confitada.pdf

Hidalgo Filipovich, R., Gómez Ugarte, M., Escalera Cruz, D. Á., & Quisbert Díaz, S. (2015). Beneficios de la guayaba para la salud guava health benefits. *Revista de Investigación e Información en Salud. Revistas Bolivianas*, *10*(25), 27–32. Recuperado de http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2075-61942015000300005&script=sci_arttext

Italo, M., & Pazmi, M. (2014). *Fruta amazónica arazá*.

ITDG. (1998). Néctares de fruta. *Seria procesamiento de alimentos*, p. 41. Recuperado de http://www.funsepa.net/soluciones/pubs/NTI=.pdf

Jiménez, E., Martínez, C., & Guevara, J. (2009). Flavonoides y sus acciones antioxidantes Cristopher. *Rev Fac Med UNAM*, *52*(2), 73–75. Recuperado de http://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2009/un092g.pdf

M. Castrot, C. Rivadeneirat, l. Mantuanot, S. Santacruz, K. Z. (2014). *INIAP -Estación Experimental Santa Catalina*. Recuperado de http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf

Maestro-Durán, R., & Borja Padilla, R. (1993). Actividad antioxidante de las vitaminas C y E y de la provitamina A. *Grasas y Aceites*, *44*(2), 107–111. https://doi.org/10.3989/gya.1993.v44.i2.1106

Mariaca, C. J., Zapata, M., & Uribe, P. (2016). Oxidación y antioxidantes: hechos y controversias. *Revista de la Asociación Colombiana de Dermatología y Cirugía Dermatológica*, *24*(3), 162–173. https://doi.org/10.29176/2590843x.292

Marquina, V., Araujo, L., Ruíz, J., Rodríguez-Malaver, A., & Vit, P. (2008). Composición química y capacidad antioxidante en fruta, pulpa y mermelada de guayaba (Psidium guajava L.). *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, *58*(1), 98–102.

Martínez-Flórez, S., González-Gallego, J., Culebras, J. M., & Tuñón, M. J. (2002). Los flavonoides: Propiedades y acciones antioxidantes. *Nutricion Hospitalaria*, *17*(6), 271–278.

Montecillo, C. (2019). *1,2* 1*. 3–9.

Montinel, A. A. (2008). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEM 2337:2008. Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*, *2*, 4–5. Recuperado de http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/2337.pdf

Neri-Numa, I. A., Carvalho-Silva, L. B., Morales, J. P., Malta, L. G., Muramoto, M. T., Ferreira, J. E. M., … Pastore, G. M. (2013). Evaluation of the antioxidant, antiproliferative and antimutagenic potential of araçá-boi fruit (Eugenia stipitata Mc Vaugh - Myrtaceae) of the Brazilian Amazon Forest. *Food Research International*, *50*(1), 70–76. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.09.032

Ordoñez, S. L. B. (2013). *La Universidad Católica de Loja*. 105.

Pérez-Jiménez, J. (2011). *Evaluación de Ingredientes Funcionales Antioxidantes. Efecto de Fibra Antioxidante de Uva en status antioxidante y parámetros de riesgo cardiovascular en humanos*. 272.

Restrepo-Sánchez, D. C., Narváez-Cuenca, C. E., & Restrepo-Sánchez, L. P. (2009). ExtracciÓN de compuestos con actividad antioxidante de frutos de guayaba cultivada en vélez-santander, Colombia. *Quimica Nova*, *32*(6), 1517–1522. https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000600030

Rivarola, E. (2010). Antioxidantes: Historia y Evolución. *Revista Médica Universitaria*, *6*, 1–27.

Torres, V. (2010). Determinación del potencial nutritivo y funcional de guayaba (Psidium guajava L.), cocona (Solanum sessiliflorum Dunal) y camu camu (Myrciaria dubia Vaugh). *Director*, 121. Recuperado de http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1800

Venereo Gutiérrez, J. R. (2002). Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. *Revista Cubana de Medicina Militar*, *31*(2), 126–133.

Vera, P. (2019). Facultad de ciencias químicas y de la salud carrera de ciencias médicas. *Repositorio Universidad Técnica de Machala*, 1–31. Recuperado de http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14733%0Ahttp://186.3.32.121/bitstream/48000/13770/1/BELDUMA BELDUMA VIVIANA ELIZABETH.pdf

Zambrano-Alcívar, C. V. (2014). *Elaboración de pulpa a base de arazá (Eugenia*

Stipitata), utilizando tratamientos térmicos para su conservación natural. 1–78. Recuperado de http://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/119

Zamora S. J D. (2007). Antioxidantes: micronutrientes en lucha por la salud. *Revista Chilena de Nutrición*, *34*(1), 23.

Zapata, K., Cortes, F. B., & Rojano, B. A. (2013). Polifenoles y Actividad Antioxidante del Fruto de Guayaba Agria (Psidium araca). *Informacion Tecnologica*, *24*(5), 103–112. https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000500012