



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

T U N J A

**REVISIÓN DE ALTERNATIVAS SOSTENIBLES PARA EL
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE FÁBRICAS
DE BOCADILLO EN COLOMBIA**

Autor. Laura Catalina Rincón Montenegro

Universidad Santo Tomás
Facultad de Ingeniería Ambiental
Departamento de Ingenierías y Arquitectura

Tunja

2021



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

T U N J A

**REVISIÓN DE ALTERNATIVAS SOSTENIBLES PARA EL
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE FÁBRICAS
DE BOCADILLO EN COLOMBIA**

Autor. Laura Catalina Rincón Montenegro

Director. Dra. Luz Angela Cuellar Rodríguez

Codirector. Dr. (c) Carlos Alberto Montenegro Herrera

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniera Ambiental

Universidad Santo Tomás

Facultad de Ingeniería Ambiental

Departamento de Ingenierías y Arquitectura

Tunja

2021

DEDICATORIA

A mis padres que han creído en mí, en mis capacidades y me han apoyado a lo largo de mi carrera y en cada aspecto de mi vida, dándome los empujones necesarios para obtener mis objetivos y sueños. A mi familia y especialmente a mis abuelas por su apoyo incondicional para el desarrollo de este proyecto y por ser la base de inspiración para la generación del mismo. A Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A mi directora la Doctora Luz Angela Cuellar por su apoyo dentro del proceso y desarrollo del proyecto, su asesoría y acompañamiento. A mi codirector el candidato a Doctor Carlos Montenegro por su apoyo incondicional a lo largo del proyecto desde su creación, desarrollo y culminación, y su análisis crítico permitiéndome identificar mis fortalezas y falencias dentro de la investigación y motivándome a cuestionarme otros puntos de vista de investigación. Al Ing. Pedro Mauricio Acosta por sus consejos dentro del desarrollo del trabajo. A la Universidad Santo Tomas por brindarme diferentes espacios a lo largo de la carrera para un aprendizaje constante y su formación impartida para mi formación como profesional.

INDICE

RESUMEN.....	7
PALABRAS CLAVE.....	7
1.INTRODUCCIÓN	9
2. OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GENERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
3. MARCO TEORICO.....	12
3.1 Generalidades de <i>Psidium Guajava</i>	12
3.2 Clasificación Taxonómica de la guayaba	12
3.3 Descripción Botánica de <i>Psidium Guajava</i>	13
3.4 Características de residuos lignocelulósicos	14
3.4.1 Celulosa.....	14
3.4.2 Hemicelulosa.....	15
3.4.3 Lignina.....	16
4. METODOLOGIA.....	17
4.1 ETAPA 1 - Delimitación de información.....	17
4.2 ETAPA 2 – Diseño de Investigación.....	17
4.3 ETAPA 3 – Aplicación Caso de estudio.....	20
4.4 Seguimiento Calidad – Revisión Bibliográfica.....	21
5. RESULTADOS Y DISCUSION.....	23
5.1 CAPITULO 1. GENERALIDADES DE LA GUAYABA	23
5.1.1 Cultivo de <i>Psidium Guajava</i>	23
5.1.2 Producción de guayaba en Colombia	24
5.1.3 Exportación, importación y consumo de guayaba	26
5.1.4 Potencial Aprovechable de la Guayaba.....	26
5.1.5 Producción de Bocado.....	27
5.1.6 Descripción de Residuos Orgánicos generados por las agroindustrias	29
5.1.7 Políticas de Disposición Final de residuos agroindustriales.....	30
5.2 CAPITULO 2. REVISION DEL CONTENIDO FISICO-QUIMICO DE LA GUAYABA	31
5.2.1 Datos físico-químicos reportados	32

5.2.1 Datos físico-químicos más relevantes	35
5.2.2 Análisis contenido físico-químico en la guayaba.....	37
5.3 CAPITULO 3. REVISION ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO PARA PSIDIUM GUAJAVA	39
5.3.1 Análisis revisión alternativas de aprovechamiento para <i>Psidium Guajava</i>	53
5.3.2 Metodologías Alternativas de Aprovechamiento mas favorables para agroindustrias productoras de Bocadillo	56
5.4 CAPITULO 4. PROPUESTA MODELO ECONOMIA CIRCULAR PARA AGROINDUSTRIAS PRODUCTORAS DE BOCADILLO	63
6. IMPACTO SOCIAL Y HUMANISTICO	67
7. CONCLUSIONES	68
8. RECOMENDACIONES.....	69
9. BIBLIOGRAFIA	70
9. ANEXOS	76

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación Taxonómica	13
Tabla 2. Ecuaciones de Búsqueda usadas	19
Tabla 3. Revisión Bibliográfica	21
Tabla 4. Bibliografía.....	22
Tabla 5. Producción y rendimiento de Guayaba Común.....	25
Tabla 6. Producción y rendimiento de Guayaba Pera	25
Tabla 7. Exportación de la Guayaba 2017	26
Tabla 8. Consumo de guayaba	26
Tabla 9. Agroindustrias productoras de bocadillo	28
Tabla 10. Componentes físico-químicos en la Psidium Guajava	33
Tabla 11. Descripción Investigaciones de Revisión-Alternativas de Aprovechamiento .	39
Tabla 12. Análisis Revisión-Alternativas de aprovechamiento para Psidium Guajava...	53
Tabla 13. Economía Circular en Agroindustrias productoras de bocadillo	65

INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Metodología de investigación	17
Diagrama 2. Metodología de investigación	18
Diagrama 3. Metodología de investigación	21
Diagrama 4. Cosecha Psidium Guajava.....	24
Diagrama 5. Tipos de transformación Agroindustrial de la Guayaba	27
Diagrama 7. Producción y procesamiento de Bocado.....	29
Diagrama 8. Proceso del Compostaje	57
Diagrama 9. Proceso de liofilización para la generación de Fibra Dietarí.....	58
Diagrama 10. Proceso destilación por arrastre en vapor para la extracción de aceite.....	60
Diagrama 11. Proceso de extracción de Aceite por prensado.....	60
Diagrama 12. Proceso de extracción de Pectinas por hidrólisis acida	62
Diagrama 13. Procesamiento inicial para el aprovechamiento de la materia prima saliente.....	64
Diagrama 14. Economía Circular en Agroindustrias productoras de bocado	65

INDICE DE ILUSTRACIONES Y GRAFICAS

Ilustración 1. Representación química de la estructura de la celulosa.....	15
Ilustración 2. Representación química de la estructura de la hemicelulosa	16
Grafica 1. Distribución revisión de investigaciones por año- alternativas de aprovechamiento	20
Grafica 2. Distribución de referencias totales por año	22
Grafica 3 .Actividad fisicoquímica en el fruto	34
Grafica 4 . Contenido porcentual con respecto al peso total del fruto	35
Grafica 5 y 6 . Contenido porcentual con respecto al peso total del fruto de Azucares y Ácidos	37
Grafica 7. Incidencia de investigaciones de Alternativas para el Aprovechamiento de la guayaba	55

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Grafica-Porcentaje de participación de datos físico-químicos por ítem.....	76
ANEXO 2. Grafica-Cantidad de datos por componente	77
ANEXO 3. Tabla-Aplicación de ítems estadísticos utilizados en funciones de Excel	77
ANEXO 4. Tabla-Ítems físico-químicos analizados en la investigación de Coronado, 2014.....	77
ANEXO 5. Grafica 3. Datos de pH	79
ANEXO 6. Grafica-datos de sólidos solubles	79
ANEXO 7. Grafica-datos de acidez titulable.....	79
ANEXO 8. Grafica Datos de vitamina C	80
ANEXO 9. Grafica-Datos Azúcares totales.....	81
ANEXO 10. Análisis general componentes	81
ANEXO 11. Certificado participación como ponente de poster, CONGRESO INTERNACIONAL. Objetivos del desarrollo sostenible	83

RESUMEN

La agroindustria es una actividad productiva que constituye gran parte de las actividades económicas del país y se desarrolla por medio de los sectores productivos primario y secundario, dando lugar a la generación de materias primas semielaboradas o alimentos. En la última década, se ha presentado un crecimiento de las actividades agroindustriales en el país, ubicando a Colombia a nivel mundial como uno de los países que genera más residuos orgánicos y de los que menos procesos de transformación y aprovechamiento realiza, generando impactos ambientales, sociales y económicos dentro de las zonas de producción. Por lo tanto, se identificó el proceso de producción del bocadillo con un especial énfasis en los procesos en los que se generan los residuos, posteriormente se realizó un análisis de la información reportada por 12 artículos de investigación, en los que mencionan diferentes componentes fisicoquímicos de la guayaba, donde se identifica el potencial bioactivo de la fruta y sobresalen los altos contenidos de humedad y actividad antioxidante. Seguidamente se identificaron a partir de una revisión bibliográfica diferentes alternativas de aprovechamiento para las semillas, cáscara y el fruto de *Psidium guajava* con un estado de maduración elevado, correspondiente al material orgánico desechado durante la producción del bocadillo en Colombia; por medio de la revisión de 26 investigaciones donde se identifican 17 alternativas de aprovechamiento para la fruta y se estiman 3 alternativas para la agroindustria productora de bocadillo, correspondientes a la generación de fibra, aceite y compostaje, de esta forma se proponen nuevos procesos productivos en la agroindustria que mitiguen los impactos que se han venido generando y se proporciona una base teórica para considerar una implementación de las mismas y así generar un modelo de economía circular en la agroindustria.

PALABRAS CLAVE

Psidium guajava, Agroindustrias, Aprovechamiento, Residuos orgánicos, Economía circular.

ABSTRACT

Agribusiness is a productive activity that constitutes a large part of the economic activities of the country and is developed through the primary and secondary productive sectors, giving rise to the generation of semi-finished raw materials or food. In the last decade, there has been a growth in agroindustry activities in the country, placing Colombia worldwide as one of the countries that generates more organic waste and of which less transformation and use processes are carried out, generating environmental impacts, social and economic within the production zones. Therefore, the bocadillo production process was identified with a special emphasis on the processes in which waste is generated, later an analysis of the information reported by 12 research articles was carried out in which they mention different physicochemical components in the guava where the bioactive potential of the fruit is identified and the high content of vitamin C and moisture stand out. Subsequently, from a bibliographic review, different alternatives of use for the seeds, shell and fruit of *Psidium Guajava* with a high state of maturity were identified, corresponding to the organic material discarded during the production of the bocadillo in Colombia, through the revision of 26 investigations, where 17 alternatives of use for the fruit are identified and 3 alternatives are estimated for the agribusiness producing bocadillo, corresponding to the generation of fiber, oil and composting, in this way, new productive processes are proposed in the agribusiness that mitigate the impacts that have been generated and a theoretical basis is provided to consider their implementation and thus generate a circular economy model in agribusiness.

KEYWORDS

Psidium guajava, Agroindustry, exploitation , organic waste, Circular economy.

1. INTRODUCCIÓN

La guayaba es una fruta considerada de gran importancia comercial en más de sesenta países, debido a su alto contenido en vitamina C, la cual ha demostrado ser de gran relevancia para la salud de sus consumidores. Su producción a nivel mundial se estima en 1,2 millones de toneladas, ubicando a India, Brasil y México como los principales productores. En el caso de Colombia, anualmente se producen 81.800 toneladas al año, dentro de las cuales el 31% correspondiente es usado para la generación de dulces tradicionales y artesanales, denominados bocadillos **(Garcia-Hevia et al., 2019; López et al., 2017; Mishra et al., 2014)**. El bocadillo es un producto elaborado por medio de la actividad agroindustrial con mayor representación dentro de los departamentos de Boyacá, Santander y en los últimos años del Valle del Cauca y Meta **(Becerra-Gualdron & Gallardo-Sanchez, 2015; Canacuan Nasamuez & Carabali Muñoz, 2015)**.

Las agroindustrias se llevan a cabo por medio de la producción primaria del sector agrícola, pecuario y forestal, en donde los procesos productivos e industriales se unen para generar materias primas semielaboradas o alimentos. Como en toda actividad productiva se generan residuos, que para el caso de las fábricas de bocadillo en su mayoría son residuos orgánicos de material que no es usado de la guayaba, dicho material tiene la capacidad de ser transformado y aprovechado gracias a su potencial energético, económico y productivo, sin embargo, actualmente no hay altos índices de aprovechamiento; al contrario, la mayoría de estos residuos son llevados a rellenos sanitarios ocupando el lugar de materiales que realmente si deben considerarse residuos o desechos, donde muy pocos de estos materiales agroindustriales son reincorporados en actividades productivas **(Peñeranda Gonzalez et al., 2017)**.

Dentro de la fabricación del bocadillo en Colombia, este fruto sustenta una importante agroindustria rural con más de 130 fábricas de bocadillo, cuya producción anual, se valora en más de 24 millones de dólares **(Herrera Torres & Cuellar Rodriguez, 2020)**. Pese a la importancia económica de la industria agroalimentaria a nivel mundial, es considerada una de las más contaminantes debido a que produce desechos con elevadas cargas de materia orgánica de difícil degradación en el medio ambiente (residuos recalcitrantes) **(Peñeranda Gonzalez et al., 2017)**. Este escenario trae consigo un conjunto de problemáticas sociales con afectación directa a la salud, económicas, en los costos de disposición elevados y ambientales, en la contaminación y degradación de ecosistemas donde se dispone el material saliente **(Saval, 2012)**. Como también se identifica que la inadecuada disposición de este material lignocelulósico

en suelos rurales o no rurales, muchas veces no aptos para ser habitados, promueve espacios con condiciones precarias y mal administrados **(Guerrero Sierra, et al., 2018)**.

Teniendo en cuenta lo anterior, diversas investigaciones se han encaminado a la construcción de modelos de economía azul, los cuales permiten aprovechar los recursos considerados residuos dentro de una actividad productiva, buscando la utilización al 100% de cada materia prima y así, empezar a ver la economía y el desarrollo industrial con relación a un sistema vivo, en donde hay entradas y salidas y todo es aprovechado **(Gunter, 2010)**. Así mismo, la economía circular como modelo cíclico, imita a la naturaleza donde propone sustituir el “reducir, reutilizar y reciclar” por una transformación que permanezca a lo largo de los años, implicando un cambio desde su diseño y reduciendo los impactos ambientales y riesgos económicos **(Lett, 2014)**. Los modelos descritos anteriormente, permitirán generar un cambio positivo dentro del conjunto de problemáticas que en la actualidad se presentan en las agroindustrias productoras de bocadillo, por medio del análisis bibliográfico de alternativas favorables, que promuevan el desarrollo de un modelo de economía circular.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar y definir mediante una revisión bibliográfica las alternativas sostenibles para el aprovechamiento del material vegetal de *Psidium guajava* residual de agroindustrias del bocadillo en Colombia.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Realizar una revisión bibliográfica de las alternativas sostenibles para el aprovechamiento de residuos agroindustriales de fábricas de bocadillo.
2. Identificar las fases de producción del bocadillo y cantidad de residuos orgánicos generados dentro del proceso productivo y su afectación en el medio ambiente.
3. Revisar estudios sobre la composición físico-química de *Psidium guajava*.
4. Establecer un modelo de economía circular, para la agroindustria productora de bocadillo con base en una propuesta de aprovechamiento para residuos lignocelulósicos de *Psidium guajava*.

3. MARCO TEORICO

3.1 Generalidades de *Psidium guajava*

El origen del fruto es incierto, fue esparcido en diferentes territorios del planeta por portugueses y españoles en los trópicos de la tierra, es por ello, que su presencia se localiza en Centroamérica y Sudamérica, en zonas situadas en la franja paralela al Ecuador. Actualmente el fruto se encuentra en más de 50 países con climas tropicales **(Guerra-Centeno et al., 2016)**. Generalmente la planta y su fruto se desarrollan bajo condiciones climáticas variadas, entre los 0 a 2.000 msnm, con precipitaciones entre 1.000 a 2.000 mm año⁻¹ y con temperaturas entre los 20 y 30°C **(Parra-Coronado, 2014)**.

El fruto es conocido mundialmente con diferentes nombres, de acuerdo a su ubicación geográfica, entre los que se encuentran: guayaba o guyaba en países de habla hispana, goyave o goyavier en Francia, guyaba o goeajaaba en Holanda, guave o goejaba en Surinam, goiaba o goaibeira en Brasil, guava o kuawa en Hawái, abas en la Isla Guam, guava o jambu batu en Malasia, bayabas en tribus de India, África y Filipinas y pichi, posh y enandi por indígenas de América central y Suramérica **(Morton, 1987)**.

En el año 2010 se estimó una producción de *Psidium Guajava* de 1,2 millones de toneladas mundialmente, con una distribución estimada del 50% de producción en India y Pakistán, 45% en Colombia, Egipto y Brasil, y 25% en México. La guayaba en Colombia es una fruta con alta demanda, la mayoría del fruto es cosechado y vendido dentro del país con un rango bajo de exportaciones. Este comportamiento de venta y consumo se debe a que a nivel Nacional la guayaba es usada para generar una transformación agroindustrial de productos como mermeladas, fruta en almíbar, refrescos, lácteos, panadería y principalmente en la producción de bocadillo **(Parra-Coronado, 2014)**.

3.2 Clasificación Taxonómica de la guayaba

El orden *Myrtaceae* posee alrededor de 133 géneros y 3.800 especies y el género *Psidium* posee 150 especies **(Parra-Coronado, 2014)**. En la tabla 1 se encuentra plasmada la clasificación taxonomía de la planta **(Morton, 1987)**.

Tabla 1. Clasificación Taxonómica

REINO	VEGETAL
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida o Angiospermae</i>
Subclase	<i>Dicotiledónea</i>
Orden	<i>Myrtales o Myrtiflorae</i>
Familia	<i>Myrtaceae</i>
Género	<i>Psidium</i>
Especie	<i>Psidium guajava L.</i>

Fuente. (Morton, 1987).

3.3 Descripción Botánica de *Psidium guajava*

Entre sus características morfológicas la planta de la *Psidium guajava* es un arbusto que pertenece a la familia de las Mirtáceas, generalmente tiene entre 3 a 7 m de altura y en algunos casos bajo condiciones favorables llega a tener 12 m de altura, su tronco tiene un grosor aproximado de 30 cm con un color café claro o gris verdoso con pequeñas escamas, sus hojas son oblongas o elípticas con unas medidas aproximadas de 4 a 12 cm de largo y 3.5 a 4.5 cm de ancho, las mismas presentan una pubescencia, es decir, una superficie cubierta por vellos, además de la presencia de flores hermafroditas que se encuentran formadas por cuatro pétalos amarillos o blancos con un tamaño de 1.5 a 3 cm y una corola con cinco sépalos. La planta tiene la capacidad de autopolonizarse, sin embargo, su principal medio de polinización se da gracias a los insectos. Las raíces de la planta llegan a tener hasta 5 m de profundidad de acuerdo al tipo de suelo y nivel freático en el que se encuentren y sus semillas se caracterizan por ser ortodoxas y redondas con un tamaño de 3 a 5 mm **(Ashutosh, 2008; Morton, 1987)**.

Las ramificaciones de la planta se encuentran conformadas por una flor la cual tarda aproximadamente de 30 a 15 días en desarrollarse y posteriormente tarda aproximadamente 24 horas en abrirse completamente, generalmente este proceso se encuentra relacionado con la temperatura propagada durante el día. El árbol es propagado por medio de semillas que poseen diferentes tipos de características genéticas, manifestadas por medio de fenotipos que forman diferentes condiciones de calidad y rendimiento de la fruta **(Bandera Fernandez & Pérez Pelea, 2015; Morton, 1987)**. La guayaba tiene una forma globosa o piriforme que presenta un peso entre los 25 a 500 gr y un tamaño de 3 a 6 cm de diámetro, posee una velocidad de producción desde la floración hasta la cosecha, de un solo fruto de guayaba de 100 a 150 días, generalmente tiene una coloración variable, en su interior presenta matices que van desde colores amarillos

hasta rosados y en su exterior presenta una coloración amarilla o verde de acuerdo a su maduración **(Ashutosh, 2008; Morton, 1987)**.

En Colombia es un fruto altamente explotado, por lo cual se han generado polinizaciones cruzadas o alógamas, que dan lugar al nacimiento de genotipos con apariencia, producción y calidad distinta a las comunes. Por lo tanto, las características de la fruta tales como el tamaño, la dureza de la semilla, el sabor de la pulpa, la textura, el color, el contenido de ácido ascórbico, la acidez y la velocidad de producción actualmente son muy variadas, dificultando la caracterización concreta de la misma **(Morton, 1987)**.

3.4 Características de residuos lignocelulósicos

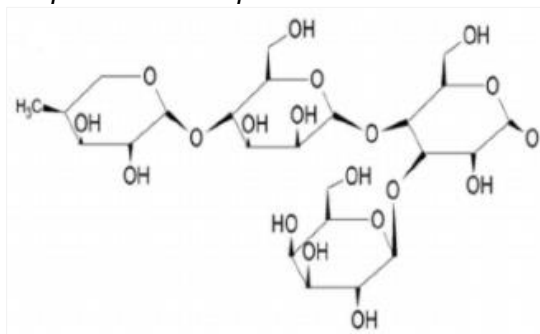
La biomasa es una palabra que surge a partir del conjunto de palabras griegas “bio” vida y “maza” masa, es decir, vida en masas que pueden ser madera, bagazo, residuos agrícolas, plantas acuáticas, desechos industriales o agroindustriales, entre otros **(Demibras, 2010)**. En el caso de la biomasa lignocelulósica, son células que se encuentran conformadas en polímeros naturales que se forman por sustancias macromoleculares, definidas de acuerdo con el tipo de tejido, la edad de la planta y sus condiciones de crecimiento. Así pues, la composición promedio de la biomasa lignocelulósica es de 38 a 50% de celulosa, 20 a 30% de lignina, 25 a 27% de hemicelulosa y en pequeñas cantidades cenizas (minerales). La celulosa como componente principal, se conforma por pectina, un polisacárido del ácido D-galacturónico y otros monosacáridos; la hemicelulosa se compone por un polímero corto y ramificado de varios monosacáridos de cinco o seis carbonos y la lignina se encuentra conformada por la unión de tres fenilpropanomonoméricas básicas que forman copolímeros **(Chávez-Sinfones & Domine, 2013; Yang et al., 2015)**.

3.4.1 Celulosa

La celulosa es una molécula biológica que constituye gran parte de los biopolímeros en la tierra, es mayor que todos los biopolímeros existentes de otro tipo juntos. Es un polímero insoluble en el agua que tiene una variación dentro de sus diferentes zonas de cristalinidad, dentro de las zonas con alta cristalinidad es complejo que pueda ser penetrada por disolventes o reactivos, al contrario, sucede en las zonas con poca cristalinidad dando lugar a una susceptibilidad a reacciones químicas. Se encuentra conformada por una estructura lineal en la

que hay entre 2.000 a 14.000 unidades de β -(1,4) glucosa y sus cadenas están unidas por medio de puentes de hidrógeno (Yang et al., 2015). Es uno de los componentes principales de la pared celular de tejidos vegetales y se caracteriza por tener diferentes grados de polimerización, de acuerdo con la cantidad de glucosídicos (unión de monómeros de glucosa como N-Glucosídico y O-Glucosídico), disponibles y accionantes de celulosa, dichos glucosídicos se pueden calcular dentro de la celulosa de acuerdo con el número promedio de monómeros y en el peso molecular del polímero. Teniendo en cuenta las características estructurales descritas anteriormente y a la unión estrecha de este polímero con la lignina, da lugar a macromoléculas resistentes a la hidrólisis y a la degradación natural por microorganismos presentes en el medioambiente (material recalcitrante) (Arantes & Saddler, 2010).

Ilustración 1. Representación química de la estructura de la celulosa

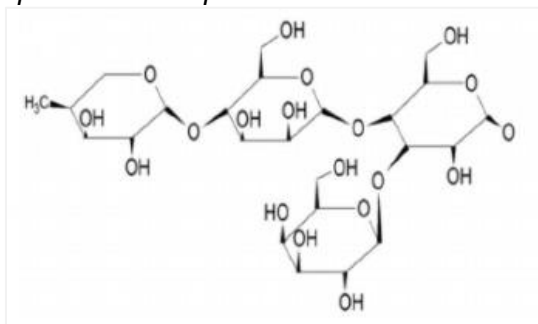


Fuente. (Huang & Streitwieser, 2015).

3.4.2 Hemicelulosa

La Hemicelulosa es un heteropolisacárido compuesto por pentosas, hexosas y galacturónicas. Tiene una configuración estructural amorfa e hidrófila con un bajo peso molecular, se encarga de enlazar a la celulosa y a la lignina. Está conformada por azúcares o también llamados heteropolisacáridos, de cinco átomos de carbono, también llamados pentosas entre los que se encuentra la xilosa y arabinosa y finalmente seis átomos de carbono como galactosa, glucosa, manosa y ácido glucurónico. Es el segundo polisacárido más complejo y abundante en la naturaleza, constituye alrededor del 20 y 40% de la pared celular vegetal. Presenta una baja capacidad de polimerización, es decir, la unión de monómeros generadores de polímeros en comparación con la celulosa, sin embargo, debido a su gran cantidad de ramificaciones posee una estructura menos recalcitrante que la celulosa (Peng & Wu, 2010; Yang et al., 2015).

Ilustración 2. Representación química de la estructura de la hemicelulosa



Fuente. (Huang & Streitwieser, 2015)

3.4.3 Lignina

La lignina a diferencia de otros polímeros como la celulosa, no presenta actualmente una estructura totalmente clara debido a su complejidad y dificultad para su aislamiento y análisis de composición y caracterización estructural (**Chavez-Sifontes & Domine, 2013**). Sin embargo, se establece una caracterización que indica que es un polímero derivado de los fenilpropanoides, con una estructura tridimensional y amorfa. Se forma a partir de tres componentes: el alcohol p-cumarílico, coniferílico y sinapílico. Su función principal es brindarle a la planta un soporte estructural, permitiéndole así tener impermeabilidad y resistencia a ataques microbianos (**Yang et al., 2015**).

4. METODOLOGIA

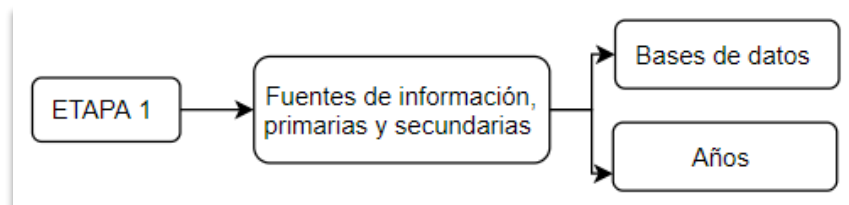
Para el desarrollo de la presente investigación bibliográfica, se abordaron aspectos como el alcance, los límites del estudio, el problema central en la generación de residuos orgánicos en grandes cantidades dentro del proceso de fabricación del bocadillo y finalmente los procesos de investigación necesarios para la solución pertinente de los objetivos definidos. Las metodologías de investigación usadas fueron dos, entre las que se encuentran: La Exploratoria, la cual se desarrolló de forma inicial por medio de un análisis preliminar de la situación y del problema. Posteriormente se aplicó una metodología Descriptiva, permitiendo establecer por medio de la información recolectada las características más relevantes dentro de un análisis de los tipos de aprovechamiento o procesos de valorización de los residuos agroindustriales para las fábricas de bocadillo (Merino, 2010).

La investigación fue desarrollada a partir de 3 etapas dentro de las que se encuentran:

4.1 ETAPA 1 - Delimitación de información:

Se delimitó la información a recopilar de fuentes primarias y secundarias, que comprenden entre artículos científicos, libros, tesis de grado, normas, documentos oficiales, entre otros. Posteriormente se realizó una selección de las investigaciones que tuvieran más relevancia dentro de la temática de estudio, donde se fundamentó en investigaciones realizadas entre los años 2005 a 2020 en inglés y español y en bases de datos como Google Scholar y Science Direct. Adicionalmente se estableció como software de apoyo para la gestión documental, Mendeley Desktop actuando como soporte del trabajo de investigación.

Diagrama 1. Metodología de investigación

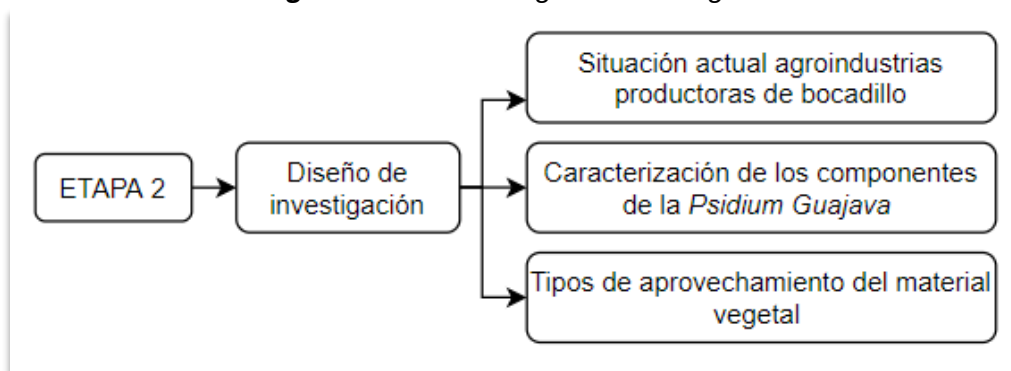


Fuente. Autor

4.2 ETAPA 2 – Diseño de la Investigación:

En el diseño de investigación se delimitó la información buscada, por medio del uso de las palabras clave (*Psidium guajava*, Agroindustrias, Aprovechamiento, Residuos orgánicos, Economía circular) y ecuaciones de búsqueda.

Diagrama 2. Metodología de investigación



Fuente. Autor

Situación Actual agroindustrias productoras de bocadillo

Se aborda información correspondiente al “CAPITULO 1. Generalidades de la Guayaba” por medio de la obtención de información mediante las palabras clave.

Caracterización de los Componentes de la *Psidium guajava*

Se aborda información correspondiente al “CAPITULO 2. Revisión del contenido Físico-químico de la guayaba”, donde se extrajeron 279 datos comprendidos ente 35 ítems físico-químicos y 76 reportes de muestras de la fruta, dichas características fueron obtenidas de 12 artículos de investigación y tesis de grado, en inglés y español.

A partir de la identificación de ítems se logró reconocer que en la actualidad hay ítems físico-químicos que son más relevantes para los investigadores, donde se encuentra una mayor cantidad de información (Ver **ANEXO 1.** Grafica-Porcentaje de participación de datos físico-químicos por ítem y **ANEXO 2.** Grafica-Cantidad de datos por componente). Los componentes reportados corresponden a pH, ácido ascórbico, proteína, linoleico, galacturónico, ribosa, extracto etéreo, solidos solubles, ácido cítrico, fibra, palmítico, galactosa, xilosa, minerales, cenizas totales, actividad antioxidante, lignina, oleico, manosa, fucosa, pectina, azucares totales, inhibición, hemicelulosa, estérico, glucosa, ramnosa, carbohidratos, azucares reductores, humedad, celulosa, glucónico, arabinosa y nitrógeno.

Para el análisis de la caracterización físico-química de la fruta se realizó una lista de chequeo donde se recopilaron los datos y posteriormente se les efectuó un análisis estadístico básico, dentro del cual se aplicaron ítems estadísticos como la media, mediana, moda, valor máximo, valor mínimo, rango, varianza y desviación estándar. Dicho análisis fue desarrollado por medio

de una hoja de Excel y las funciones que el programa maneja para cada uno de los ítems (ver **ANEXO 3.** Tabla- Aplicación de ítems estadísticos utilizados en funciones de Excel).

Tipos de aprovechamiento del material vegetal

Se aborda información correspondiente al “CAPITULO 3. Revisiones alternativas de aprovechamiento para *Psidium guajava*”, el cual se desarrolló por medio de una búsqueda, usando las palabras claves y algunas ecuaciones de búsqueda (**Tabla 2.** Ecuaciones de Búsqueda Usadas). Se generó un filtro dentro de la aprobación de investigaciones, donde se descartaron investigaciones que no hablaran de la *Psidium guajava* específicamente e investigaciones que delimitaban algunas características de la fruta sin generar o proponer un proceso de aprovechamiento.

Tabla 2. Ecuaciones de Búsqueda Usadas

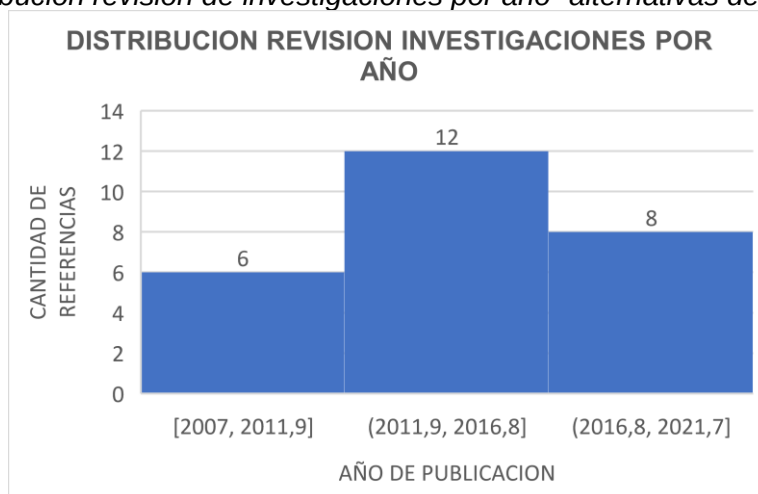
BASE DE DATOS	ECUACION DE BUSQUEDA USADA	CANTIDAD QUE ARROJA LA BUSQUEDA	APROBADAS	APROBADAS POR SNOWBALL
ScienceDirect	Alternative use of guava seeds and peel " <i>Psidium Guajava</i> "	83	5	1
	Extraction of enzymes from guava seeds and skin " <i>Psidium Guajava</i> "	47	0	0
	Oil made from seeds and guava skin " <i>Psidium guajava</i> "	98	0	0
	Use of seeds, peel and ripe fruit of " <i>Psidium guajava</i> "	61	8	0
	Biofuels from seeds and guava skin " <i>Psidium Guajava</i> "	3	1	0
	Fiber from seeds, peel and ripe fruits of " <i>Psidium Guajava</i> "	48	1	0
	Pectin extraction from seeds, skin and ripe fruits of " <i>Psidium Guajava</i> "	8	1	0
	Extraction of flavonoids from seeds, skin and ripe fruits of " <i>Psidium Guajava</i> "	25	0	0
	Composting from seeds, skin and ripe fruits of " <i>Psidium guajava</i> "	1	0	0
Google Scholar	Generación de aceites OR biocombustibles OR compostaje OR pectinas OR enzimas OR flavonoides OR biomateriales de la “fruta” de " <i>Psidium Guajava</i> "	687	1	4
	Aprovechamiento residuos lignocelulósicos de " <i>Psidium Guajava</i> "	46	0	0
	Aprovechamiento residuos bioactivos de " <i>Psidium Guajava</i> "	186	2	2

Fuente. Autor

Como se puede evidenciar en la tabla 2 se identifica que a pesar de que en cada búsqueda surgía una cantidad significativa de investigaciones, dentro de la aprobación o descarte de investigaciones, muchas de ellas no contaban con los parámetros establecidos para una aprobación que pudiera dar lugar a información significativa para la investigación. Adicionalmente en algunos casos se utilizó la metodología snowball por medio de la cual se analizaban las investigaciones que se encontraban citadas, dentro de las investigaciones que surgían de las ecuaciones de búsqueda centrales, dando lugar a reconocer más investigaciones que pudiesen tratar el tema a investigar y aportar información relevante.

Dentro de la búsqueda se tuvieron en cuenta para la aprobación y revisión de las investigaciones, tan solo artículos de revisión y artículos de investigación y se aplicaron los parámetros establecidos en la etapa 1, entre los que se encuentran investigaciones realizadas entre los años 2005 y 2020, donde se evidencio (ver **Grafica 1**) que la mayor cantidad de investigaciones fueron realizadas entre los años 2011-2016 lo cual representa una disminución en los últimos años de investigaciones que abarcan el problema de investigación.

Grafica 1. Distribución revisión de investigaciones por año- alternativas de aprovechamiento

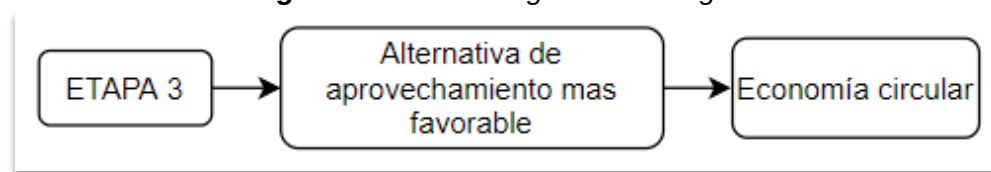


Fuente. Autor

4.3 ETAPA 3 – Aplicación Caso de estudio:

A partir de la revisión de información efectuada, se propuso un modelo de economía circular basado en la alternativa de aprovechamiento más favorable para las fábricas de bocadillo, que permitiera sustituir el modelo económico lineal actual, dentro del cual se desarrollan las actividades productivas de la agroindustria.

Diagrama 3. Metodología de investigación



Fuente. Autor

4.4 Seguimiento Calidad – Revisión Bibliográfica

En el desarrollo de la investigación se tuvieron en cuenta un total de 73 revisiones, realizadas dentro de las cuales comprenden: artículos científicos, libros, tesis y otros documentos oficiales. Adicionalmente se usaron criterios de evaluación donde se establece la calidad en las referencias bibliográficas, por medio del seguimiento de las siguientes tablas 3 y 4.

Tabla 3. Revisión Bibliográfica

	SI	DUDOSO	NO
La revisión identifica lo que se sabe actualmente en función de lo publicado sobre el tema de investigación.	X		
La revisión es relevante para el problema de estudio.	X		
La revisión refleja información sobre los antecedentes del problema, necesaria para apoyar la justificación del estudio.		X	
Las referencias citadas en el texto están documentadas y son actuales.	X		
La relación del problema de investigación con investigaciones previas es directa y clara.	X		
La revisión presenta una gama de experiencias, teorías y opiniones con puntos de vista diversos y complementarios sobre el problema.	X		
La revisión identifica, desde la literatura, importantes vacíos de información sobre el problema.	X		
La organización de la revisión es lógica, según categorías y fecha de la publicación.	X		
La revisión es mucho más que una simple lista ordenada de citas: cada referencia tiene una justificación, su lugar es determinable y en ningún caso arbitrario.	X		

Fuente. (Bobenrieth, 2001)

Dentro de la presente investigación se realizó una revisión que abarcara todos los aspectos de la problemática de estudio, la gran cantidad de residuos agroindustriales salientes de fábricas de bocadillo. En el desarrollo de la investigación se reconocen vacíos de información vitales, entre los que se encuentran, las pocas y prácticamente nulas alternativas aplicadas y estudiadas en la actualidad, para el aprovechamiento de residuos orgánicos salientes de fábricas de bocadillo correspondientes a la guayaba y las características físico químicas de la fruta usada en las agroindustrias. En el desarrollo de la revisión y su análisis no solo se caracterizan las investigaciones buscadas sino también se establecen aspectos relevantes mencionados por varios investigadores.

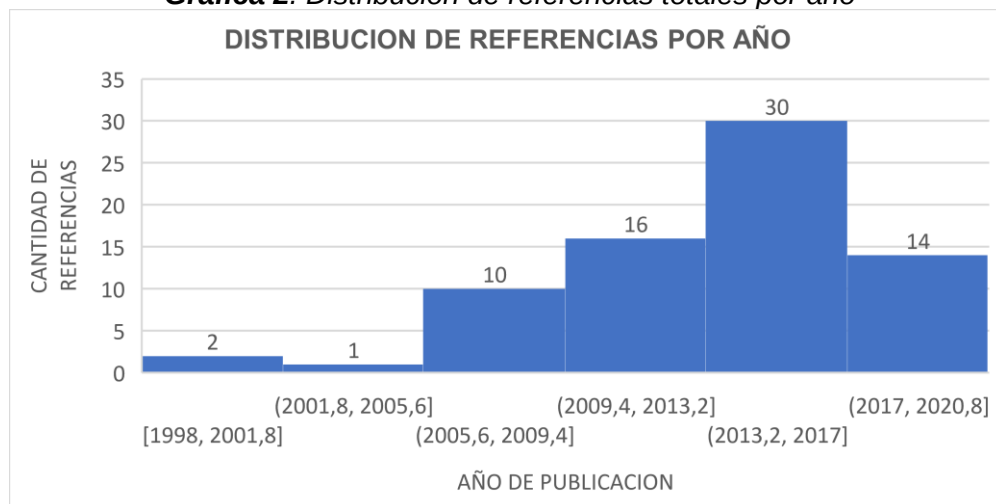
Tabla 4. Bibliografía

	SI	DUDOSO	NO
Las referencias son adecuadas (descriptores del título del artículo coinciden con descriptores de los títulos de las referencias).	X		
Las referencias son actualizadas (más del 50% son de los últimos cinco años).	X		
El número de referencias es adecuado (más/menos 30).	X		
El tipo de referencias es adecuado (más del 50% es de publicaciones del tipo primario).	X		
La documentación de las referencias es completa (autor, título, lugar de publicación, editorial y año, en caso de libro; autor, título, nombre de revista, volumen y páginas, en caso de artículo de revistas).		X	

Fuente. (Bobenrieth, 2001)

La cantidad de investigaciones revisadas fue muy importante, ya que tuvo en cuenta gran cantidad de información, esto teniendo en cuenta que la presente investigación no solo abarca una temática, sino varias (situación actual agroindustrias, características físico-químicas de la fruta, revisión de alternativas de aprovechamiento y economía circular). Dentro de las cuales la unión de esta información y análisis de las mismas, permiten entender y proponer una nueva forma de utilizar las materias primas, en específico la guayaba y aprovecharlas de forma sostenible y sustentable. En la siguiente grafica se evidencia la cantidad de información recopilada para la presente investigación y los años en las que fueron desarrolladas, se identifica que la mayoría de las investigaciones se encuentran distribuidas entre los últimos 7 años.

Grafica 2. Distribución de referencias totales por año



Fuente. Autor

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 CAPITULO 1. GENERALIDADES DE LA GUAYABA

5.1.1 Cultivo de *Psidium guajava*

Un aspecto fundamental para el crecimiento del fruto, son las condiciones del suelo, la guayaba es una fruta que crece fácilmente en diferentes terrenos que van desde los arcillosos, orgánicos, arenosos y calcáreos, sin embargo, hay un factor importante para su crecimiento que es la temperatura, debido a que no resiste ni crece en climas fríos. Su producción para el sector perteneciente al río Suarez en Santander-Colombia; se centra en los meses de noviembre, diciembre, enero, junio y julio a pesar de ello el fruto y la planta crece en zonas que se encuentren bajo temperaturas entre los 18 a 30°C y requiere de precipitaciones entre 800 a 2.000 mm anuales (C. J. G. Torres, 1998).

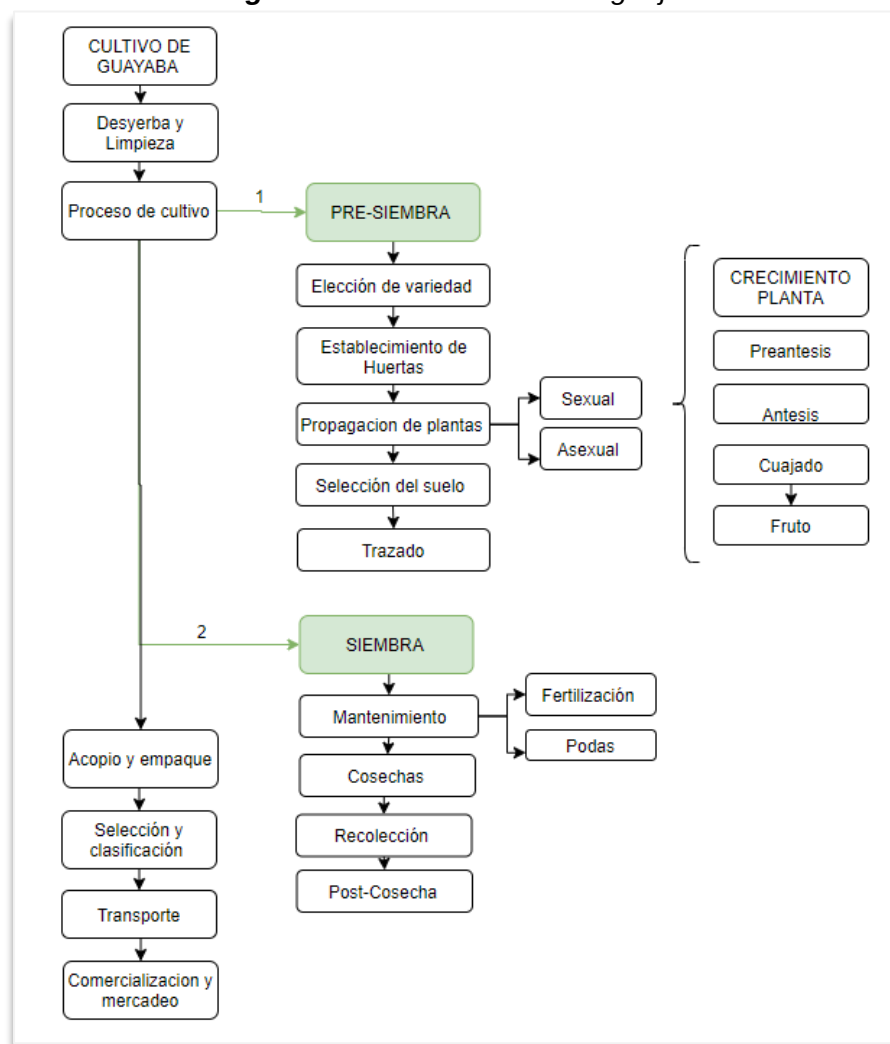
Se encuentran representadas en el Diagrama 4, las fases dentro de las cuales se lleva a cabo la producción de guayaba, inicialmente se hace la preparación del terreno sobre todo en suelos compactos, donde es pertinente generar un rompimiento del suelo superficial, además de arrancar las hierbas perjudiciales para el terreno y por lo tanto para el cultivo, para que el cultivo tenga unas buenas condiciones es necesario fertilizar y abonar el suelo. Dentro de dicho proceso se ejecuta la pre-siembra y la siembra, la pre-siembra compete a las actividades fundamentales para el desarrollo del fruto y la siembra hace parte del mantenimiento del mismo, para continuar con un crecimiento del fruto luego de su recolección. Para su recolección se tienen en cuenta el estado de madurez del fruto de acuerdo a su color; dentro de dicho proceso la fruta puede sufrir daños debido a que se utiliza la caña como herramienta para golpear o sacudir los frutos de la parte alta del árbol de guayaba, donde el fruto cae al suelo, recibiendo diferentes golpes tanto por la caña como en el momento en el que cae al suelo (daño mecánico). Generalmente dentro de estas actividades de recolección se encuentra una mayor presencia de mujeres y niños desarrollando esta labor (Pinzón, 2016; C. J. G. Torres, 1998).

La dinámica de crecimiento de la planta y del fruto hace parte de una serie de fenofases entre las que se encuentran la preactesis donde crecen los botones florales, la antesis donde se abre la flor exponiendo los agentes polinizadores, el cuajado donde la planta llega a una madurez fisiológica y finalmente se da el surgimiento del fruto (guayaba) (Caiza Chicaiza, 2019).

Finalmente, dentro de la cosecha de la guayaba y al obtener la fruta se lleva a cabo una selección del material donde generalmente son descartadas aquellas que presentan más del

50% del fruto en mal estado a simple vista (selección cualitativa), sin embargo, este proceso no se hace de forma minuciosa. La fruta se comercializa por medio de canastas de madera y en algunos casos es embolsada para su venta (C. J. G. Torres, 1998).

Diagrama 4. Cosecha *Psidium guajava*



Fuente. Autor

5.1.2 Producción de guayaba en Colombia

En Colombia predominan dos tipos de guayaba, variedad común y variedad pera o manzana, las cuales se encuentran valoradas por Departamento de acuerdo a su producción y rendimiento (ver **Tabla 5 y 6**) dentro de las cuales el porcentaje de producción corresponde a la participación de la producción nacional (Camacho & Granados, 2018).

Tabla 5. Producción y rendimiento de Guayaba Común

DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN	RENDIMIENTO DEPARTAMENTAL (ton/ha)
Caldas	9%	11,87
Tolima	6%	5,67
Valle del Cauca	12%	12,15
Atlántico	7%	11,7
Santander	32%	9,12
Boyacá	5%	4,72

Fuente. (Camacho & Granados, 2018).

Nota. En la **Tabla 5** el 29% faltante corresponde a los Departamentos de Antioquia, Casanare, Cauca, Córdoba, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Risaralda, Sucre y Vichada dentro de los cuales posee un rendimiento de 10,27 ton/ha.

Tabla 6. Producción y rendimiento de Guayaba Pera

DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN	RENDIMIENTO DEPARTAMENTAL (ton/ha)
Caldas	4%	13,02
Cauca	1.5%	15,6
Valle del Cauca	4%	11,88
Meta	65%	16,81
Santander	23%	10,94
Boyacá	3%	20,48

Fuente. (Camacho & Granados, 2018)

Nota. En la **Tabla 6** el 1% faltante corresponde a los Departamentos de Norte de Santander y Sucre con un rendimiento de 7,20 ton/ha.

En las **Tablas 5 y 6** se evidencia que el departamento de Santander es el principal proveedor de la fruta en Colombia, al igual es el departamento que genera los dos tipos de guayaba predominantes en el país. Adicionalmente se identifica que el Departamento de Boyacá es un Departamento con poca producción, sin embargo, es el que más uso le da a la guayaba pera, esto puede deberse a las actividades agroindustriales que allí se desarrollan entre las que se encuentra la fabricación de bocadillo. Finalmente el uso o rendimiento que más se le da la guayaba común se centra en el departamento del Valle del Cauca con 12,1 ton/ha y Caldas con 11,87 ton/ha (**Camacho & Granados, 2018**).

5.1.3 Exportación, importación y consumo de guayaba

A partir de la **Tabla 7**, que fue realizada de acuerdo a los datos de comercio internacional del año 2017, se identifica que los países europeos que son los que no cultivan esta fruta por sus condiciones climáticas, son los que presentan mayor demanda del fruto, acaparando un poco más de la mitad de la producción que se destina para exportación (**Camacho & Granados, 2018**).

Tabla 7. Exportación de la Guayaba 2017

PAIS DE DESTINO	CANTIDAD (Ton)	%PART.
Unión Europea (Alemania, Bélgica, España, Francia, Grecia, Italia, Países bajos, Portugal, Reino unido y Suecia)	14,89	51
Estados Unidos	2,15	8
Centro América y el Caribe (Antillas Holandesas, Aruba, Guadalupe y Panamá)	1,63	6
Suiza	0,12	1
Otros (Arabia saudita, Canadá, China, Curazao, Emiratos Árabes unidos, Hong Kong, Kuwait, Qatar y Rusia)	9,77	34

Fuente. (Camacho & Granados, 2018)

En la **Tabla 8** se puede observar la cantidad del fruto producido en Colombia y la demanda a nivel Nacional e internacional que presenta. La guayaba es un alimento que se encuentra inmerso dentro de diferentes actividades productivas y es también una fruta muy característica de la cultura Colombiana, por lo cual la mayoría del producto se queda dentro del país, en cuanto a las exportaciones que se generan se identifica una demanda variable (**Camacho & Granados, 2018**).

Tabla 8. Consumo de guayaba

CONSUMO (Ton)	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Guayaba	Nacional	135.935	137.009	134.095	149.694	154.995
	Importaciones	0	0,04	0	0	0
	Exportaciones	14,53	13,18	21,21	57,13	32,56
Total, consumo aparente		135.920	136.995	134.074	149.637	154.962

Fuente. (Camacho & Granados, 2018)

5.1.4 Potencial Aprovechable de la Guayaba

En la actualidad la guayaba es un fruto que posee diferentes formas de aprovechamiento y es muy demandado no solo como materia prima sin ningún tipo de transformación, sino también como un producto transformado de forma industrial (**Diagrama 5**), entre algunas de sus formas de transformación de la materia prima los productos que se generan son mermeladas, pulpas,

cascos confitados, bocadillo, jugos y néctares, vino y vinagre, guayaba en almíbar , jalea y helados (**FAO-Organizacion de las Naciones Unidas para la alimentacion y la Agricultura, 2013**). A pesar de ello, este aprovechamiento de la materia prima no se está realizando de una forma integral debido a que las semillas y en algunos casos las cascara de la guayaba no son usados dentro de transformaciones productivas, sino hacen parte de la conformación de residuos orgánicos, que aunque en pequeñas cantidades no generan impactos negativos en el ambiente, en grandes cantidades y como se generan actualmente si lo hacen, dando lugar a impactos medioambientales negativos (**Cerón et al., 2016**).

Diagrama 5. Tipos de transformación Agroindustrial de la Guayaba



Fuente. Autor

5.1.5 Producción del Bocadillo

Las agroindustrias son actividades económicas que generan producción agrícola e industrial con la finalidad de crear productos alimenticios. Estas industrias a nivel mundial están teniendo una gran acogida debido a su impacto económico y a los procesos amigables con el medio ambiente que en los últimos años han estado implementando donde generan pocos impactos negativos (**Peñeranda Gonzalez et al., 2017**).

Las principales fábricas de bocadillo en Colombia se encuentran ubicadas en el Departamento de Santander y Boyacá respectivamente, su presencia en estas zonas del país se encuentra relacionada con la fertilidad de la guayaba, en este lugar por sus condiciones climáticas y del suelo, dando así frutos de excelente calidad. Dentro de los últimos años, la producción de guayaba ha disminuido por la presencia de plagas (mosca de fruta *Anastrepha striata*), sin embargo, continúan muy presentes en estas regiones del país. Otro de los factores que influye en su presencia, es su actividad productiva muy arraigada a su cultura, donde muchas de estas fábricas tienen más de 20 años de tradición. En la actualidad las fabricas se han amoldado a la demanda de la población colombiana cambiando así algunos aspectos dentro del proceso artesanal y evolucionando a un proceso más tecnificado (**Caro Salamanca & Diaz Ochoa, 2016**).

En la siguiente tabla se encuentra la cantidad de agroindustrias que se dedican a la fabricación del bocadillo, dentro de las cuales se destaca una mayor participación en los Municipios de Vélez, Moniquirá y Barbosa:

Tabla 9. Agroindustrias productoras de bocadillo

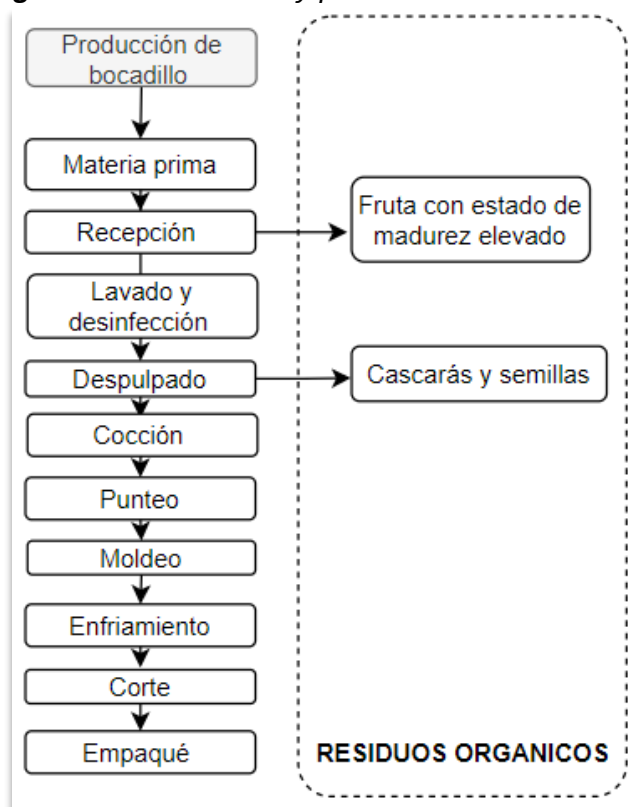
MUNICIPIO	NUMERO DE FABRICAS	PORCENTAJE
Barbosa	20	15%
Guavatá	9	7%
Moniquirá	17	12%
Vélez	84	65%
Puente Nacional	1	1%
TOTAL	131	100%

Fuente. (Camacho & Granados, 2018)

La elaboración del bocadillo es un proceso productivo que se encuentra comprendido por diez pasos, inicialmente se realiza una recepción de la guayaba donde hay una separación del fruto considerado no apto y posteriormente descartado, el apto es ingresando al proceso productivo para su consumo y transformación.

Se almacena el fruto en un lugar limpio por un tiempo máximo de 24 horas, luego se lava y desinfecta cuidadosamente, se despulpa con la finalidad de separar los componentes de la fruta descartando las semillas y cáscara de la guayaba, consideradas residuos. El material que si es incorporado dentro del proceso productivo es triturado y pesado, con la finalidad de calcular el máximo de material que puede llevarse a la cocción, en el caso de la guayaba blanca se cocina un máximo de 60 kg y para la guayaba roja un máximo de 130 kg por 45 minutos, luego de dicho proceso el material es sometido al “punteo” donde se observa su coloración, textura y consistencia. Cuando la materia prima es considerada con suficiente exposición a la cocción se lleva el producto en presentación de “jalea” al moldeo y enfriamiento donde dura un mínimo de 2 días en un lugar limpio con suficiente flujo de aire y preferiblemente con ventiladores. Una vez solidificado el dulce de guayaba es cortado y empacado de forma manual en cajas de madera o cartulina de acuerdo a la presentación final del producto **(Resolución N°37563, 2017)**.

Diagrama 6. Producción y procesamiento de Bocadillo



Fuente. Autor

En el **Diagrama 6** se encuentra representado el proceso de producción del bocadillo, donde se identifican los momentos dentro de los cuales se generan los residuos orgánicos. Se evidencia que hay dos etapas productivas claves, entre las que se encuentran, la etapa de recepción de la fruta, donde surgen residuos correspondientes a toda la conformación de la fruta en un estado de maduración elevado y por lo tanto no apto para su incorporación productiva y en la etapa de despulpado, en la cual la pulpa es separada de las semillas y cascara, en este proceso se puede encontrar a las cáscaras en un estado seco y las semillas bajo condiciones húmedas por las condiciones húmedas de la pulpa y también de acuerdo al proceso de separación efectuado como la colación de los materiales.

5.1.6 Descripción de Residuos Orgánicos generados por las agroindustrias

Actualmente se realizan diferentes actividades encaminadas a realizar un adecuado manejo y disposición final de los residuos donde se promueva el cuidado al medio ambiente y a la salud de las personas. La GIRS (Gestión Integral de Residuos Sólidos) es desarrollada por medio de etapas donde inicialmente se busca una reducción en el origen de los residuos, un aprovechamiento y valorización de los mismos, esta etapa implica la separación y recolección

del material como también su preparación para la reutilización, luego se hace un tratamiento y transformación de los residuos, generalmente se ejecuta por medio de una transformación física, química o biológica, paralelo a este proceso en el caso de que el residuo no pueda ser aprovechado se hace una disposición final controlada, luego se debe hacer un análisis integral del ciclo productivo que permite determinar el momento en el cual se está usando la materia prima y se generan más impactos ambientales teniendo en cuenta no solo el proceso de tratamiento y transformación sino también dentro de sus actividades productivas ya ejecutadas **(Vergara, de Jesus, & Mejia Echeverry, 2013).**

La gestión diferencial de residuos sólidos consiste en una separación en la fuente del material considerado no apto, donde se hace una recolección selectiva del material aprovechable, es decir, con valor comercial y del material considerado un residuo. En el caso de que el producto se considere aprovechable es necesario clasificar la materia prima para definir el aprovechamiento que se le puede realizar y definir el ciclo económico productivo **(Vergara, de Jesus, & Mejia Echeverry, 2013).**

La principal actividad productiva en la cual se utiliza la guayaba es la fabricación del bocadillo, por lo tanto, la industria genera gran cantidad de material de rechazo al momento de seleccionar el tipo de guayaba que va a incorporar en su proceso productivo y al momento de realizar el despulpado de la fruta, donde la cáscara y semillas se consideran un residuo **(FAO, 2013).**

5.1.7 Políticas de Disposición Final de Residuos Agroindustriales

La Norma CODEX STAN 215-1999 indica las adecuadas disposiciones de calidad que deben cumplir proveedores y agricultores del fruto al momento de venderlo, entre dichos requisitos se encuentra estar enteras, sanas y aptas para el consumo, exentas de plagas, exentas de daños, exentas de humedad anormal, exentas de olor o sabor extraño y poseer una consistencia firme **(NORMA DEL CODEX PARA LA GUAYABA, 2005).**

5.2 CAPITULO 2. REVISION DEL CONTENIDO FISICO-QUIMICO DE LA GUAYABA

La finalidad de este análisis de datos físico-químicos reportados fue reconocer algunos de los componentes de la fruta, con el propósito de evidenciar el tipo de aprovechamiento que puede tener la *Psidium Guajava*, de acuerdo a las propiedades que pueden ser extraídas o que contienen la fruta.

En el siguiente apartado se encuentra el listado de las investigaciones donde reportan diferentes componentes o ítems físico-químicos en la guayaba y de las cuales se extrajo la siguiente información:

1. Datos de ítems físico-químicos tales como solidos solubles y ácido cítrico de 3 muestras de la fruta tomadas de la pulpa en 3 estados distintos verde, pitón y comercial (**Ligia et al., 2010**).
2. Datos de ítems físico-químicos tales como pH, solidos solubles, cenizas totales, azucares totales, vitamina c, acides titulable, actividad antioxidante y porcentaje de inhibición de 2 muestras de guayaba donde son caracterizadas por medio del color de su pulpa roja o blanca, no especifican el estado de maduración de la misma y la muestra caracterizada es todo el fruto (**Cardozo et al., 2015**).
3. Datos físico-químicos tales como pH, cenizas totales, azucares totales, porcentaje de humedad, proteína, fibra de 3 muestras distintas de guayaba agria en estado maduro, cada muestra es de diferentes partes del fruto entre las que se encuentra la pulpa, cáscara y toda la fruta (**Mantilla et al., 2007**).
4. Datos físico-químicos tales como pH, solidos solubles, vitamina c, acides titulable de 1 muestra de guayaba agria, en estado maduro en la que se analiza todo el fruto (**Ordóñez-Santos et al., 2013**).
5. Datos físico-químicos tales como pH, solidos solubles y azucares totales de 9 muestras distintas de la fruta dentro de las cuales se encuentran 3 de Guavatá victoria de toda la fruta, cada una de ellas en un estado de maduración distinto verde, pitón y madura, 3 muestras bajo las mismas condiciones que las muestras iniciales, pero de especie regional blanca y finalmente 3 muestras bajo las mismas condiciones iniciales con especie Ráquira (**Cantillo et al., 2011**).
6. Datos físico-químicos tales como azucares totales, proteína, ácido glucurónico, galacturónico, galactosa, manosa, glucosa, arabinosa, ribosa, xilosa, fucosa, ramnosa de

- 1 muestra de la fruta dentro de la cual no reporta ni especie ni estado de maduración, pero si parte del fruto donde fueron usadas las semillas (**Hsiao-Chien et al., 2020**).
7. Datos físico-químicos tales como cenizas totales, proteína, fibra, lignina, hemicelulosa, celulosa, linoleico, palmítico, oleico y esteárico de una muestra de la fruta que no reporta ni especie, ni estado de maduración, donde fueron usadas como muestra solo las semillas de la misma (**Méndez et al., 2014**).
 8. Datos físico-químicos tales como pH, cenizas totales y nitrógeno de 3 muestras de diferentes partes de la fruta la pulpa, cascara y el casco, donde no se reporta ni especie, ni estado de madures (**Marquina et al., 2008**).
 9. Datos físico-químicos tales como pH, solidos solubles, vitamina c y acides titulable de 6 muestras distintas de la fruta donde se tiene en cuenta todos sus componentes y a pesar de que no se encuentra clasificada por medio de especies, si por medio de ubicación donde fue encontrado el fruto entre las que se encuentra Sylvania, Tibacuy, pandi, Venecia, udec y ds finalmente no tienen en cuenta el estado de madurez de las muestras (**Fajardo-Ortíz et al., 2019**).
 10. Datos de 54 muestras de la fruta comprendida dentro de 18 artículos distintos, debido a que dicha investigación hace parte de una revisión bibliográfica. (Ver **ANEXO 4. Tabla-Ítems físico-químicos analizados en la investigación de Coronado, 2014**), donde se exponen los datos que cada investigación arroja (**Parra-Coronado, 2014**).
 11. Datos de azúcares totales, porcentaje de humedad, proteína, fibra y extracto etéreo. En la investigación no se tienen en cuenta parámetros como la maduración del fruto, ni el tipo de guayaba (**Yepes et al., 2008**).
 12. Datos físico-químicos de pH, solidos solubles, cenizas totales, vitamina c, acides titulable, % humedad, proteína, fibra, lípidos, pectina, carbohidratos y minerales (**Osorio et al., 2011**).

5.2.1 Datos físico-químicos reportados

Teniendo en cuenta que para el caso de estudio y material a aprovechar (residuos orgánicos de las fábricas de bocadillo), la mayor cantidad de residuos corresponden a las semillas y cascara de la guayaba y en muchos otros casos todo el fruto bajo condiciones de maduración elevadas y debido a que actualmente no hay una separación adecuada de los residuos orgánicos. Se tuvo en cuenta la conformación de todas las partes de la fruta (cascara, semillas, pulpa), por consiguiente, no se delimitó en el análisis estadístico de forma específica por cada una de las partes de la fruta. Adicionalmente lo mismo ocurrió con la variabilidad de especie de guayaba,

debido a que esta actividad productiva no tiene delimitada una especie específica de la fruta para su procesamiento productivo. A partir de lo anterior se tomaron todos los datos de diferentes partes del fruto y de diferentes especies en Colombia, con la finalidad de reflejar datos que se asemejen a las condiciones de los productos orgánicos salientes de agroindustrias productoras de bocadillo.

Para el análisis de la información, a todos los datos recopilados se les aplicó un análisis estadístico básico con la finalidad de plasmar una tabla general de información con la estimación de cada componente. Inicialmente se estimó realizar una tabla general de los ítems físico-químicos con la media o valores promedio en cada caso, sin embargo, finalmente se desarrolló por medio de la mediana, teniendo en cuenta que la mediana presenta menos sesgos de información a comparación de la media por la distribución de valores extremos.

En la **Tabla 10**, se evidencian los valores generales arrojados del análisis estadístico correspondiente a la mediana, dichos valores se encuentran dados en el contenido porcentual con respecto al peso total de la fruta. Los datos representados son pH, sólidos solubles, cenizas totales, azúcares reductores, ácido ascórbico, ácido cítrico, actividad antioxidante, inhibición, humedad, proteína, fibra y nitrógeno. En el caso de los ítems que dentro de la revisión tan solo presentaban un dato, dicho dato fue representado y especificado en la siguiente tabla, adicionalmente el análisis realizado no tuvo en cuenta el porcentaje o rango de error de las muestras.

Tabla 10. Componentes físico-químicos en la *Psidium Guajava*

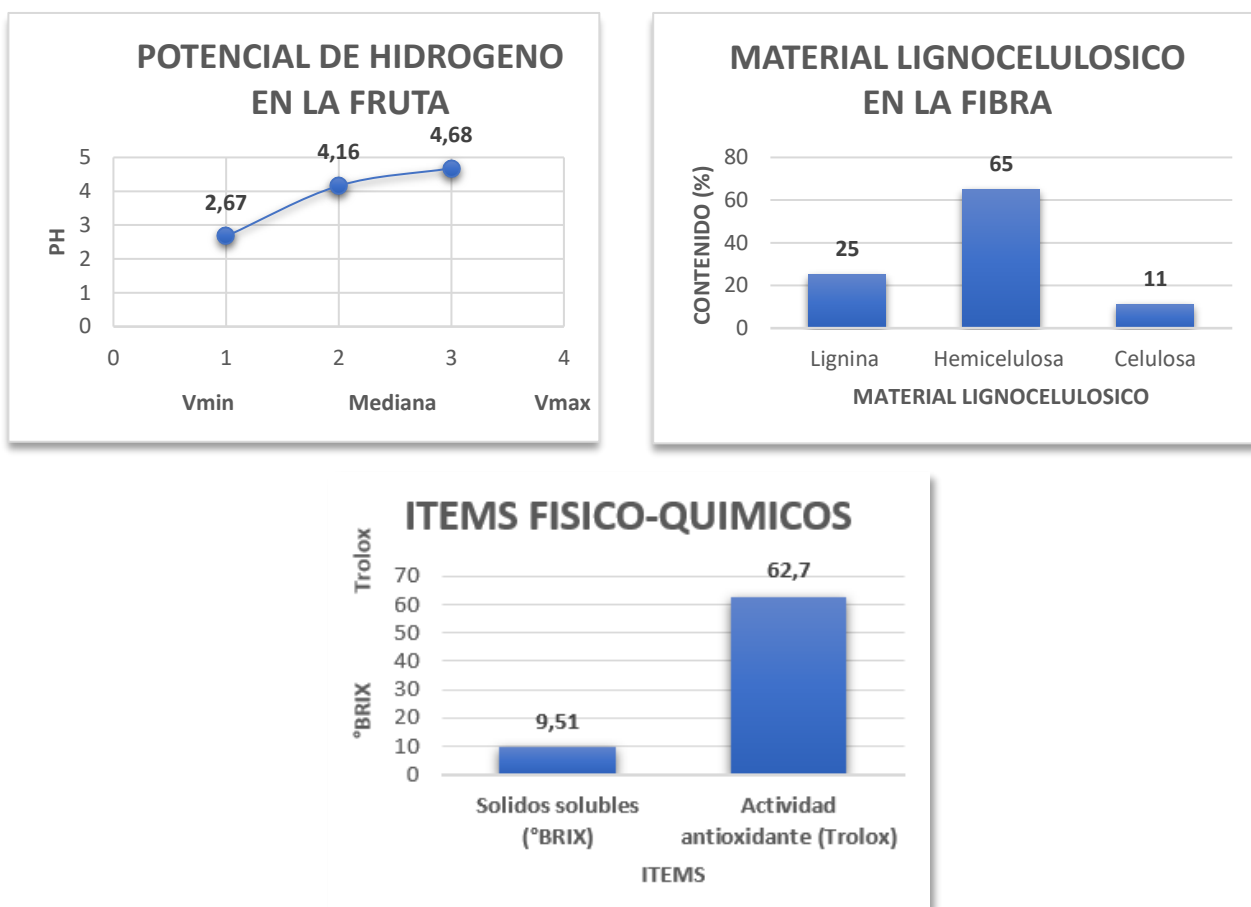
<i>PH</i>	<i>Sólidos solubles (°Brix)</i>	<i>Cenizas totales (%)</i>	<i>Azúcares totales (%)</i>	<i>Azúcares reductores (%)</i>	<i>Vitamina C/Ácido ascórbico (%)</i>	<i>Ácidos titulables (%)</i>	<i>Actividad antioxidante (%)</i>	<i>Inhibición (%)</i>
4.16	9.51	0.579	10.7	5.63	0,15325	0.54	62,7115	10.6
<i>Humedad (%)</i>	<i>Proteína (%)</i>	<i>Fibra (%)</i>	<i>Nitrógeno (%)</i>	<i>Lignina (%)</i>	<i>Hemicelulosa (%)</i>	<i>Celulosa (%)</i>	<i>Linoleico (%)</i>	<i>Palmítico (%)</i>
87.61	3.6	4.292	0.0818	25	65	11	0.8	0.77
<i>Óleo (%)</i>	<i>Esteárico (%)</i>	<i>Glucurónico (%)</i>	<i>Galacturónico (%)</i>	<i>Galactosa (%)</i>	<i>Manosa (%)</i>	<i>Glucosa (%)</i>	<i>Arabinosa (%)</i>	<i>Ribosa (%)</i>
0.66	0.48	3.28	28.13	14.88	3.96	22.99	7.31	1.55
<i>Xilosa (%)</i>	<i>Fucosa (%)</i>	<i>Ramnosa (%)</i>	<i>Extracto etéreo (%)</i>	<i>Lípidos (%)</i>	<i>Minerales (%)</i>	<i>Pectina (%)</i>	<i>Carbohidratos (%)</i>	
14.81	1.68	1.43	0.25	0	0.5	1.52	11.8	

Fuente. Autor

Nota 1. En la **Tabla 10. “Componentes físico-químicos en la Psidium Guajava”** se encuentra delimitado en color gris los ítems físico-químicos que, dentro de los artículos analizados, reportaron solo 1 dato por lo cual no fue posible obtener la mediana, se especificó el único dato arrojado en cada caso.

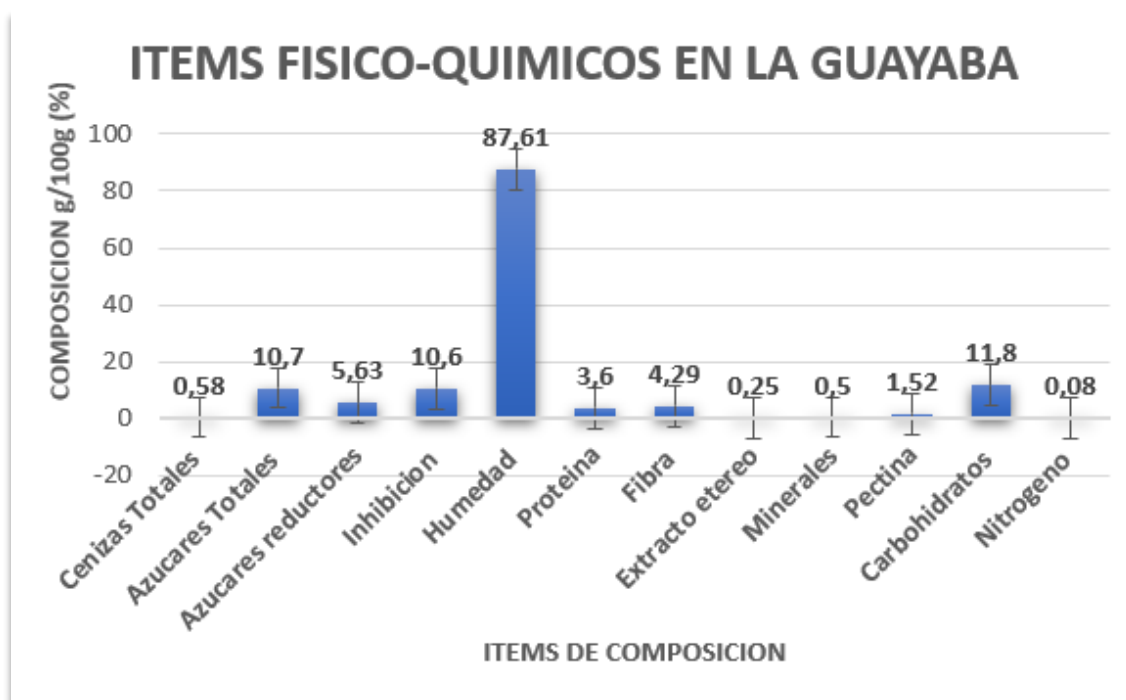
En las siguientes graficas se plasman los datos reportados en 10 investigaciones, la revisión permitió identificar que algunos componentes se encuentran más presentes en la guayaba, se identifica que los ítems correspondientes actividad antioxidante y Humedad son los que más representación tienen. La estimación de los datos para el caso de la actividad antioxidante y la humedad fue posible realizarlo por medio de una conformación de datos a diferencia de muchos otros ítems, que solo presento 1 dato. Es por ello, que se estima que los datos de actividad antioxidante y humedad presentan menos sesgos de información y por lo tanto más precisión.

Grafica 3. Actividad Físicoquímica en el fruto



Fuente. Autor

Grafica 4. Componentes físico-químicos en la guayaba



Fuente. Autor

Otros de los aspectos que se identifican con presencia significativa en la guayaba corresponden a los ácidos y azúcares entre los cuales se encuentran el ácido galacturónico como indicador de altos contenidos de pectina en la fruta, los azúcares galactosa, glucosa, arabinosa y xilosa que son los principales monosacáridos que conforman la hemicelulosa. Y gran presencia de carbohidratos.

5.2.2 Datos físico-químicos más relevantes

Dentro de la revisión hubo algunos componentes con mayor participación por lo cual tuvieron más relevancia dentro del análisis como:

- El pH con una mediana de 4.16 y con un rango de variabilidad elevado (ver **ANEXO 5**. Grafica-datos de pH), esto debido a las diferentes condiciones de las muestras y la fruta, a pesar de ello dentro de cada dato reportado la fruta presenta condiciones ácidas.
- Los sólidos solubles con una mediana de 9.51, donde se evidenciaron 2 datos que se encontraron desfasados con respecto al resto, dichos datos son considerados más cercanos o representativos dentro de las condiciones de la guayaba saliente de las fábricas de bocadillo, debido a que dichos datos corresponden a muestras que se

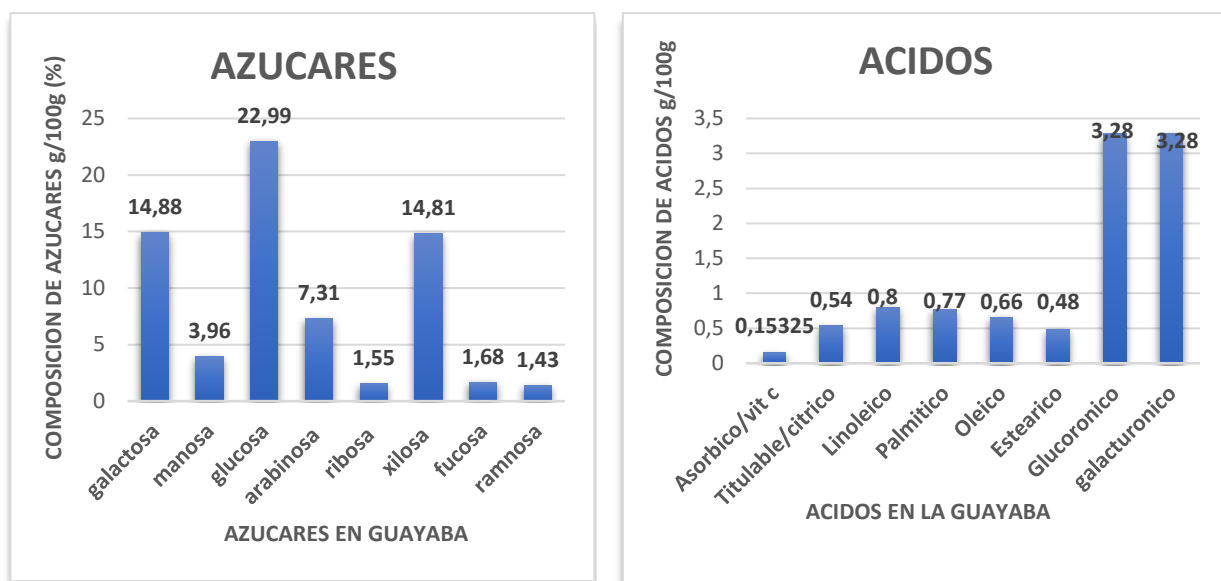
encontraban en un estado de madurez elevado, correspondiente al 37% de sólidos solubles (ver **ANEXO 6**. Grafica-datos de sólidos solubles).

- El ácido cítrico con una mediana de 0.54, dentro del análisis se identificó que hay una variación significativa de los datos, la cual puede deberse a los diferentes tipos de metodología usada para caracterizar las muestras (ver **ANEXO 7**. Grafica-datos de acidez titulable).
- El ácido ascórbico o vitamina C, con una mediana de 0.153, presenta en los datos reportados una dispersión en los mismos, donde se identifica que a diferencia de la dispersión que puede presentarse en otros componentes ligada a diferentes causas dentro de la metodología y estado de la fruta, para el caso del ácido ascórbico las variaciones no son claras debido a que muestras bajo las mismas condiciones presentan variaciones significativas (ver **ANEXO 8**. Grafica-datos ácido ascórbico). Otro de los aspectos relevantes dentro de este ítem es que a pesar de que representa una presencia poco significativa en la fruta, los datos reportados de actividad antioxidante en la misma fueron elevados por lo cual pueden determinar que las condiciones de las muestras de la fruta presentaban un estado de madurez elevado disminuyendo la cantidad de vitamina C.
- Los azúcares totales, con una mediana de 10.7 la cual se encontró lejana a la media o el promedio de los datos, la mayoría de los datos reportados se mantuvieron cercanos e indicaban poca presencia de azúcares en la fruta, sin embargo 5 datos presentaron gran cantidad de azúcares totales donde se evidencio que dichas muestras correspondían a las semillas de la guayaba y los datos más bajos o incluso negativos, correspondían a la cascara y finalmente hubo un dato que se encontraba totalmente desfasado al resto donde se identificó que correspondía a una guayaba de pulpa blanca (ver **ANEXO 9**. Grafica-Datos de Azúcares Totales).

En el **ANEXO 10**. Análisis general componentes, se encuentran los datos arrojados de todos los ítems que se reportaron en las investigaciones revisadas. Dentro del cual se plasman datos obtenidos del análisis estadístico realizado.

Adicionalmente dentro de los datos más representativos se reporta la presencia de azúcares en las semillas de la guayaba predominando la glucosa, galactosa y xilosa. Y la presencia de ácidos dentro de los cuales el más representativo fue el ascórbico seguido por el glucurónico (Grafica 5 y 6).

Grafica 5 y 6. Contenido porcentual con respecto al peso total del fruto de Azúcares y Ácidos



Fuente. Autor

5.2.3 Análisis contenido aprovechable en la guayaba

La guayaba es una fruta que contiene gran cantidad de componentes que pueden ser aprovechados, al generar el análisis se identifica que los fragmentos de la fruta que menos se usan (las semillas y la cascara) poseen diferentes componentes dentro de los que se encuentran los bioactivos, que se reportan en bajas cantidades, sin embargo, la acumulación de los residuos o fragmentos de la fruta a partir de una producción de grandes masas de las mismas, puede proporcionar un sustento significativo de aprovechamiento.

Bajo el análisis realizado se identifica que el componente más presente en la fruta corresponde al ácido ascórbico o vitamina C, el cual es un antioxidante hidrosoluble, que no puede ser sintetizado por el ser humano a partir de la glucosa, es un componente que se encuentra relacionado con el estado de madurez de la fruta, donde entre más madura sea menos vitamina C va a poseer (**Bueno, 1995**). Teniendo en cuenta que el material que se busca usar hace parte de un residuo, se encontrará en un estado de maduración significativo, por lo cual puede que la estimación dentro del análisis realizado de la cantidad presente de ácido ascórbico pueda ser menor, sin embargo, aunque la participación de este componente disminuya, seguirá siendo uno de los componentes más representativos en la fruta y en concreto el material que se pretende aprovechar, debido a que la mayor parte de la vitamina C se encuentra contenida en cáscaras y semillas con una importante capacidad antioxidante.

La humedad es otro de los aspectos que se hace muy presente en la fruta, sobre todo en la pulpa, puede tenerse en cuenta esta característica tan solo dentro de residuos agroindustriales en los cuales se encuentre el material de rechazo por frutas que no se encuentran en un estado óptimo dentro de la fase inicial de rechazo del fruto, estos grados tan elevados demuestran que la guayaba es una fruta con altos niveles perecederos, por lo cual es fundamental que sea utilizada rápidamente. Otro de los componentes que se encuentra muy presentes es el Nitrógeno, propiedad que puede ser usada para regular los requerimientos nutricionales dentro de un sistema.

5.3 CAPITULO 3. REVISION ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO PARA *PSIDIUM GUAJAVA*

En la **Tabla 11**, se encuentran plasmados los aspectos más relevantes de las investigaciones y estudios revisados para el aprovechamiento de los residuos lignocelulósicos generados a partir de la elaboración de bocado. De forma general, se exponen estudios enfocados a la aplicación dentro de una actividad productiva o prospectivas de las mismas, estudios de revisión de alternativas y estudios experimentales para la generación de productos de valor agregado o procesos a partir de cáscara, semillas y pulpa con grado de madurez elevado de la guayaba.

Tabla 11. Descripción Investigaciones de Revisión-Alternativas de Aprovechamiento

#	CASO DE ESTUDIO	MATERIAL	DESCRIPCION	ALTERNATIVA	ASPECTOS RELEVANTES	AUTOR
1	Propuesta de alternativas de aprovechamiento para agroindustrias alimenticias registradas en la cámara de comercio, de Medellín y el valle de aburra.	Guayaba, piña, tomate de árbol, mango, papaya, durazno, pera, uchuva, melón, manzana, guanábana, lulo, curuba, limón, maracuyá, naranja, uva, mandarina, sandía, melón.	Uso de residuos agroindustriales provenientes de Medellín y el valle de aburra de 12 empresas distintas con diferentes actividades productivas y con diferentes cantidades de material saliente) (90 a 8000 kg/día). Tres de las doce agroindustrias ya presentan alternativas de aprovechamiento como: generación de alimento para animales, compostaje y lombricultura. Las nueve agroindustrias restantes no realizan ninguna actividad de aprovechamiento por lo cual todo se va a rellenos sanitarios.	Compostaje Lumbricultura	El compostaje es una alternativa favorable para agroindustrias que no hacen una separación de los residuos, así como también es ideal para tratar grandes cantidades de residuos. Es fundamental controlar las condiciones de la pila (la relación carbono, nitrógeno para la existencia de microorganismos). Se puede dar un aprovechamiento adicional por medio de la captura del metano que se produce, para la generación de energía. Es rentable económicamente. En el caso de la lombricultura este proceso se desarrolla bajo la acción de lombrices (lombriz roja californiana) donde se alimentan de materia orgánica y la convierten en humus o en abono natural, en este proceso es importante controlar la temperatura entre 50 a 70°C, para que las lombrices se encuentren en condiciones idóneas. Es una técnica rentable económicamente y adicionalmente no solo genera abono sino también proteína animal. Las características del material saliente dependen de las características químicas del sustrato por medio del cual fueron alimentados.	(Yepes et al., 2008)

Pectinas	La pectina puede ser extraída a partir de las cáscaras de las frutas. En este proceso influye la maduración de la fruta la forma en la que sea procesada. En residuos cítricos también es factible su extracción, pero debe tener un proceso de separación de los aceites contenidos. Las pectinas son polisacáridos que se encuentran conformados por el ácido galacturónico unido por glicosídicos α 1-4, sustancias que cuando se unen azúcares o ácidos forman una sustancia espesante (se encuentran sujetos a las cantidades de ácidos y azúcares).
Aceite	La extracción de aceite (ácidos grasos) esencial generalmente requiere procesos mecánicos o por arrastre con vapor. Se puede extraer de las semillas y la cascara. Una opción favorable es vender las semillas a grandes procesadoras de aceite.
Enzimas	La extracción de enzimas es sencilla y se lleva a cabo a partir de la cascara de las frutas y en muchos casos también de residuos de frutas. Es un proceso largo y costoso. En la investigación tan solo mencionan enzimas de la papaya y piña sin embargo dentro de las alternativas de valorización mencionan que la guayaba es una fruta a la cual este proceso se le puede aplicar.
Flavonoides	La extracción de flavonoides puede darse en cáscaras de cítricos, se encuentra limitada por otro tipo de residuos, es decir, aunque es una opción que puede desarrollarse para la guayaba puede que no sea tan eficiente a comparación con frutas como la naranja y mandarina. Los flavonoides son pigmentos naturales que se encuentran en las frutas, son los responsables de proteger del daño de los oxidantes, muchas veces son usados para consumo humano y animal y como un producto medicinal.
Fibra	Como fibra dietaria para animales y humanos. Como las cáscaras confitadas donde se utiliza la cascara donde es hervida con grandes cantidades de azúcar de al menos un 20% con respecto a la cantidad de fruta o fragmento de la fruta (se usan como pasabocas, elementos de decoración panadera, etc.)

2	Investigación de revisión donde evalúan que alternativas se han desarrollado para diferentes agroindustrias.	Tienen en cuenta diferentes elementos todos restantes de agroindustrias, entre ellos las frutas.	Analizan el impacto que tiene sobre medios naturales los residuos agroindustriales, su disposición y manejo y analizan diferentes investigaciones en las que dan unas posibles alternativas de aprovechamiento.	Enzimas	Las investigaciones para la extracción de enzimas han incrementado, dentro de las cuales las mezclas enzimáticas de papaína, pectinasa ayudan a la degradación de paredes celulares de las frutas. De dichas enzimas pueden surgir aceites y compuestos fenólicos.	(Cury et al., 2017)
3	Investigación experimental en la cual buscan aprovechar material orgánico que no es incorporado dentro de actividades productivas para la generación de jugos y néctares.	Curuba, feijoa, fresa, guanábana, guayaba, limón, lulo. Mandarina, mango, maracuyá, mora, naranja, papaya, piña, tomate de árbol y uva.	Evalúan la producción de etanol a partir de residuos orgánicos de varias frutas que se encuentran incorporadas en las actividades productivas de una empresa. La fracción de la fruta que usan corresponde a cascara y semillas.	Biocombustibles	Analizan los componentes fisicoquímicos de la fruta saliente de actividades productivas para posteriormente ver la viabilidad de generación de bioetanol como combustible de segunda generación. Llevan a cabo el proceso por medio de un pre tratamiento físico (molienda y lavado), un pretratamiento químico (pretratamiento con NaOH), luego se genera una hidrólisis enzimática con un complejo multifect B de genenco con agua, bajo temperaturas entre los 48 a 58°C, bajo un tiempo de 3 horas y actividad enzimática, fermentación por medio de microorganismos como <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Pichia stipitis</i> , <i>Zymomonas mobilis</i> y <i>Clostridium thermocellum</i> , destilación y determinación de etanol. Analizaron que tanta fruta sale de la fábrica donde a las que más residuos generan, aplicaron el proceso y determinaron costos, consumo de agua y cantidad de bioetanol que produce. Concluyen que dentro de la hidrólisis es pertinente someter el proceso por medio de una enzima distinta y bajo condiciones de tiempo distintas, adicionalmente los procesos deben ser evaluados bajo más pruebas con un carácter riguroso, en el que tengan en cuenta cada parte del proceso, pero desarrollándolo de formas o bajo condiciones distintas.	(Aguilar J. et al., 2016)
4	Investigación experimental en la cual buscan mitigar el impacto de los residuos de guayaba salientes de	Guayaba	Usan los residuos orgánicos correspondientes a la guayaba para la alimentación animal de corderos, donde evalúan el desempeño y crecimiento de la carne de los mismos.	Fibra cruda (sin ningún proceso)	Revisan el tipo de alimentación que tienen los corderos y la composición fisicoquímica de los residuos a utilizar con la finalidad de determinar que tanto aportaran en la alimentación animal. Dentro del análisis identificaron que a pesar de no determinar un cambio significativo dentro del aumento de peso en los bovinos si generan que los animales no disminuyan su peso rápidamente por días de ayuno y mantienen más las proteínas en los animales.	(Nobre et al., 2020)

actividades agroindustriales en Brasil.

5	Investigación experimental en la que analizan la composición fitoquímica de desechos orgánicos (semillas, cascara y pulpa).	Guayaba	Analizan la viabilidad de implementar como alimento funcional desechos de guayaba ya procesada, dicho análisis lo realizan a partir de la determinación de componentes presentes en el material	Fibra cruda (sin ningún proceso)	A partir del análisis que realizan determinan que los residuos de guayaba poseen propiedades antioxidantes como flavonoides y taninos, dichos componentes se encuentran más situados en la fruta cuando está en estado de desecho que en la misma fruta debido a que la mayor cantidad se encuentra localizado en la cascara y semillas y en menos cantidades en la pulpa. Dentro del análisis principal determinan que la guayaba debe ser considerada una super fruta con una variedad representativa de compuestos fenólicos.	(Lima et al., 2019)
6	Investigación experimental en la que evalúan residuos orgánicos de semillas de fruta para la obtención de biosorbentes.	Guayaba	Analizan los nutrientes presentes en semillas de guayaba en su estado crudo con la finalidad de generar un biosorbente que mitigue los daños causados por descargas a cuerpos de agua de los colorantes y otros componentes de industrias y agroindustrias.	Biosorbentes	Procesan las semillas de guayaba para la generación de biosorbentes para generar un aprovechamiento de la capacidad de adsorción de las materias primas por medio de percolación y un método convencional y con una modificación, a partir del cual se desarrolla de forma exitosa, donde tuvo mayor capacidad de absorción el modificado.	(Pezoti et al., 2016)
7	Investigación experimental en la que proponen el uso de fibra dietética antioxidante como un subproducto que prevenga la obesidad y sus complicaciones.	Mango, guayaba y melocotón	Usan subproductos usados en la elaboración de jugos y néctares. Caracterizan los compuestos nutraceuticos presentes en cada fruta y así determinan los posibles usos.	Fibra	Los compuestos nutraceuticos se encuentran determinados por: el contenido de fibra dietética, la fracción no digerible, los polifenoles extraíbles, los taninos condensados e hidrosolubles, los carotenoides, etc. Determinan que la guayaba es una fruta rica en fibras dietéticas insolubles y taninos condensados por lo cual tiene un gran poder antiobesogenico. Como también se identifica la presencia de saponinas y fitoesteroles que ayudan a los organismos humanos a prevenir riesgos contra la obesidad y sus complicaciones.	(Amaya-Cruz et al., 2015)

8	Realizan una revisión de los posibles usos farmacológicos o clínicos que se le dan a la guayaba.	Fruto y hojas de guayaba	Analizan principalmente el uso de las hojas de guayaba como medicinas tradicionales y de igual forma lo hacen con el fruto. Tienen en cuenta aspectos físico-químicos de la fruta con la finalidad de relacionar los potenciales de uso.	Medicina Fibra	Dentro de la investigación determinan que el uso de la fruta de la guayaba en estado maduro, se considera un nutraceutico por lo cual es una fruta que aporta a la prevención de enfermedades, reducen los niveles de azúcar en la sangre, mejoran el reumatismo, la presión arterial, los niveles de triglicéridos y colesterol. Una de las partes más importantes y que aporta más nutrientes es la cascara con los contenidos más elevados de vitamina c. Dentro de las características que pueden ser más explotadas es la citotoxicidad presente en las semillas de la fruta.	(Perez et al., 2008)
				Medicinal Aceite	Es favorable el uso de aceite extraído de semillas de guayaba debido a que funciona como agente antineoplásico que impide el desarrollo de células tumorales malignas.	
9	Realizan una revisión de la revalorización que se le puede dar a compuestos bioactivos de subproductos de frutas.	Mango, maracuyá, asai, piña, papaya, camu-camu, mangostán, guanábana, granada, membrillo, guayaba, etc.	Analizan el uso de tecnologías verdes con la finalidad de utilizar compuestos presentes en frutas, para revalorizar los materiales y generar un crecimiento económico. Aplican en concepto de economía circular.	Fibra animal, Cosmeceuticos	Evaluaron las tecnologías de extracción y revalorización de compuestos bioactivos en residuos orgánicos. Mencionan el potencial para la prevención y disminución de enfermedades cardiovasculares, combatir la diabetes, control del daño oxidativo en trastornos neurológicos, alimentación animal y cosmeceuticos. Para el caso de la guayaba la alimentación animal de residuos y hojas y los cosmeceuticos de la pulpa representan una alternativa viable los cuales son obtenidos a partir de una extracción etanólica por medio la maceración, este proceso es in vitro.	(Cardiz-Gurrea et al., 2020)
10	Comparan algunos de los métodos de tratamiento usados para residuos de frutas.	Manzana, uva, melocotón, mango, piña, plátano, papaya, maracuyá, kiwi, arándano, sandia, guayaba	Dentro de la comparación de metodologías tienen en cuenta aspectos como efectividad, costos preferiblemente bajos, ventajas y desventajas.	Pectina y fibra animal	Definen que la guayaba es una fuente representativa de pectina, debido al contenido de metoxiladas, en residuos son el 50% de ellas. A pesar de ello al tener en cuenta que son desechos por lo tanto no se encuentra en su totalidad la fruta sino tan solo del 10 al 15% de la fruta, dentro de la cual la extracción de pectina es limitada, adicionalmente también contienen entre un 5 a 23% de aceites, finalmente consideran que la fruta puede ser tratada como fibra animal donde se generan antioxidantes.	(Arvanitoyannis & Varzakas, 2008)

1	De forma experimental desarrollan un producto a partir de la parte acuosa de la pulpa de guayaba rosada en estado maduro.	Guayaba rosada	Desarrollan un producto a partir de la parte acuosa de la pulpa de guayaba rosada con la finalidad de generar un producto procesado innovador y natural que pueda ser luego incorporado a diferentes productos alimenticios de acuerdo a sus propiedades sensoriales.	Micro encapsulados (alimento)	La investigación se desarrolla principalmente con la finalidad de reducir el uso de aditivos alimenticios sintéticos que generar riesgos en la salud de las personas y para ello generan un producto a partir de la guayaba, generan el micro encapsulado mediante un secado por atomización con maltodextrina y goma arábica y lo someten a diferentes pruebas entre las que se encuentra su composición físico-química, sabor, componentes volátiles presentes, estabilidad y almacenamiento. Posteriormente realizan una caracterización de los micro encapsulados de la investigación donde definen que la retención de los volátiles aromáticos de la guayaba se puede realizar (el resultado final es una serie de polvos). Definen que los micro encapsulados dependen mucho del comportamiento térmico en ellos ya que presentan grandes cantidades de pectina, por lo tanto, el aumento de humedad en ellos puede provocar una pérdida en su estructura. A partir de lo anterior son productos de los que su vida útil depende del almacenamiento que tengan y son una buena opción para ser usados en la industria alimentaria como un producto con buenas propiedades sensoriales.	(Osorio et al., 2011)
1 2	De forma experimental ejecutan una extracción de licopeno y pectina.	Guayaba rosada	Usan los residuos industriales correspondientes a la pulpa de guayaba rosada como fuente para la extracción de licopeno y pectina. Para ello inicialmente observan los contenidos de los compuestos en la fruta y sus niveles de pureza.	Extracción de licopeno y pectina	Dentro de este proceso tan solo usan la pulpa de la guayaba por lo tanto otros residuos de la fruta recolectados como las semillas son trituradas junto con pedazos de pulpa con un estado grueso, el material inicial para el proceso corresponde a un puré. Los procesos de extracción para el caso del licopeno involucran solventes químicos peligrosos como el petróleo, cloroformo, entre otros. Y en el caso de la pectina se extrae por medio de hervir la fruta en un medio ácido con entre 60 a 100°C. Otras alternativas de extracción son por medio de extracción enzimática, por microondas y extracción de fluidos supercríticos a pesar de ello estas técnicas pueden promover la izomeración estructural es decir la transformación molecular del licopeno. A partir de lo anterior en la investigación usan una extracción simple con la formación de un complejo licopeno-pectina a partir de un decantador de guayaba en condiciones hidratadas,	(Nagaran et al., 2019)

					esta técnica además de ser sencilla es económica y presenta un menor número de operaciones para su extracción y menor consumo de disolvente orgánicos. El proceso genero resultados positivos el licopeno presentaba un alto grado de pureza y capacidad antioxidante.	
13	Investigación en la cual determinan las propiedades químicas y tecnológicas para la creación de coproductos a partir de algunas frutas.	Mango, piña, maracuyá y guayaba	Utilizan coproductos no usados de las frutas que son utilizadas en diferentes industrias, que corresponden en su mayoría a semillas y cascara de las frutas y en algunos casos como el de la guayaba una parte de la pulpa del fruto.	Fibra	Analizan aspectos como la obtención de concentrados de fibra. Lavan y secan el material bajo condiciones suaves con la finalidad de no alterar o disminuir los contenidos de pectinas y pentosanos o pectinas solubles y flavonoides, ácidos fenólicos y taninos o bioactivos, posteriormente realizan un análisis químico, de las propiedades tecnológicas, el contenido de fenol y la actividad antioxidante. Finalmente, la fibra dietética que obtienen de los coproductos de las frutas representa un material con gran potencial para la industria alimentaria por los altos contenidos de fibra soluble e insoluble, adicionalmente representan bajos costos. Por lo cual pueden ser una solución para la generación de desechos y se pueden aprovechar sus propiedades nutricionales.	(Martin ez et al., 2012)
14	Evalúan el potencial de las fracciones que generalmente no se usan de frutas tropicales para ser usados como medicamentos contra la diabetes mellitus.	Ajo, Stevia, reishi, granada, calabaza, curry, yaca, mango, bael, baqueta, jamun y guayaba	Utilizan las partes de las frutas tropicales que no son usadas para ser usadas como agentes profilácticos y terapéuticos, estimulando el sistema digestivo, el hígado, el cerebro y el páncreas, para combatir la diabetes y disminuir el uso de los medicamentos tradicionales que pueden traer repercusiones a largo plazo.	Medicamento	Revisan los componentes funcionales en las frutas, para el caso de la guayaba identifican presencia de estricteína, flavonoides, pedunculagin, polifenol y polisacáridos en las semillas de la fruta y hojas de la planta, componentes que entre algunas características permiten eliminar el aumento anormal de gluconeogénesis en el hígado, mejora la producción de insulina, la tolerancia a la glucosa, entre otras. Este alimento puede funcionar como una base medicinal para el control de la diabetes, donde se le atribuye la facilidad de acceso, los efectos secundarios mínimos. A pesar de los beneficios no está completamente estructurado el procedimiento para una fabricación estándar de los compuestos y por lo tanto el aprovechamiento de los mismos y adicionalmente no sustituyen por completo.	(Ismail Lid et al., 2020)
15	Realizan una revisión del uso actual de frutas diferentes a la	Manzana, plátano, frambuesa, cacao, cereza, kiwi,	La investigación surge a partir del reconocimiento de la maduración rápida de algunas frutas generando en ocasiones pérdidas del material orgánico,	Vino	Generan una revisión donde evidencian el uso de la guayaba como sustrato para la producción de vinos y caracterizan los materiales en el caso de la guayaba los fitoquímicos presentes como compuestos fenólicos y su bioactividad antioxidante. El proceso para la obtención	(Jagtap & Bapat, 2015)

	uva para la producción de vino.	yaca, mango, naranja, palma, papaya, piña, guayaba, etc.	ven como alternativa la producción de vino con el fin de aprovechar todos los frutos y el material en ellos y generar ingresos monetarios adicionales.		del vino fue por medio de la fermentación gracias a la acción de dos cepas, luego se optimizo la fermentación del vino. El producto fue positivo dando lugar no solo a un producto alcohólico sino también a un producto que trae beneficios para la salud y económicos.	
1 6	De forma experimental generar fibra dietaria de frutas.	Guayaba-pera	La investigación surge a partir de la intención de darle un uso alternativo a la guayaba debido a su rápida maduración y grandes pérdidas de la misma. Dentro de la investigación usan toda la fruta.	Fibra	Usan guayaba con un estado de madures elevado donde, someten la fruta a dos procesos para la generación de fibra, entre los que se encuentran: el secado donde la materia prima es sometida a temperaturas altas y la liofilización donde el material es sometido a bajas temperaturas, dentro de los dos procesos se genera deshidratación en la fruta. Para cada proceso realizaron entre 4 y 3 ensayos en los que variaban solo las temperaturas. Finalmente analizan el producto final donde evalúan la cantidad de vitamina c presente en cada uno de ellos donde identifican que presenta una desviación estándar elevada y esto debido a la procedencia de las frutas (ubicación) y los procesos de deshidratación donde definen que el proceso de liofilización alcanza valores más bajos de humedad en comparación con el secado forzado y este proceso a diferencia de la liofilización genera más perdidas de vitamina c. Las características que esto dos procesos comparten es que son de bajo costo.	(Serpa Gerra et al., 2015)
1 7	Investigación experimental por medio de la cual elaboran un adsorbente y comparan resultados con un software.	Guayaba	Elaboran un adsorbente por medio de residuos agroindustriales, semillas de guayaba con la finalidad de incorporar dentro del tratamiento de aguas residuales, adicionalmente paralelamente generan una simulación mediante el software Aspen Plus 7.2 donde evidencian la eficiencia de uso.	Adsorbente	Inicialmente tuvieron que hacer una separación de la materia prima que constaba de pulpa y semillas de guayaba, esta separación se llevó a cabo por medio de un lavado donde posteriormente se generó el adsorbente, donde se hace un pretratamiento acondicionando las semillas a una humedad de al menos el 50% por lo tanto el material es sometido a temperaturas altas por tiempos prolongados y se muelen las semillas y se transforman por medio de una deshidratación volátil y controlada. En el proceso experimental a la materia prima experimental le incorporan ácido sulfúrico como agente activante a diferencia de la simulación en el software donde suponen el uso de dióxido de carbono. Finalmente determinan que el proceso necesita gran cantidad de energía para el	(D. Torres et al., 2014)

pretratamiento y se evidencia la respuesta positiva de los bioadsorbentes disminuyendo costos.

18	Evalúan la extracción de aceite a partir de residuos agroindustriales correspondientes a semillas de guayaba.	Guayaba	Buscan extraer y generar aceite de guayaba a partir de residuos de agroindustrias para evitar el impacto ambiental que estos desechos generan, donde evalúan los diferentes métodos de extracción existentes y los que mejor pueden responder a las necesidades sin generar impactos negativos al medio ambiente.	Aceite	La materia prima es preparada para el procesamiento donde se hace una separación de las semillas y los otros restos de la actividad agroindustrial como cascara y pulpa, se efectúa un secado y una molienda del material, Generan dos procesos distintos para la extracción, en uno utilizan como solvente dióxido de carbono y utilizan un equipo Waters-Thar SFE-500, el otro proceso es por el método soxhlet y el solvente usado fue hexano. Finalmente definen que los procesos de extracción son exitosos donde este material puede ser usado como fuente alterna de aceite, frente a los dos procesos desarrollados definen que es preferible el primero donde se usa dióxido de carbono debido a que los resultados son similares, pero en el segundo proceso se utilizan disolventes peligrosos que pueden generar afectación a corto y largo plazo.	(Cerón et al., 2016)
19	De forma experimental evalúan la forma de extraer diferentes extractos ricos en ácidos grasos.	Guayaba	El material usado corresponde a semillas de guayaba donde extraen extractos con la finalidad de ver qué características contienen y que tipo de aprovechamiento se le puede dar al material.	Extractos	El proceso lo llevan a cabo por medio de un solvente (dióxido de carbono). El proceso que efectúan es desarrollado con éxito, obtienen extractos libres de solvente, dentro de este proceso se identifica la presencia de componentes como el ácido palmítico, linoleico y estérico, por lo cual las semillas son una fuente de ácidos grasos que pueden ser usados en suplementos alimenticios, como tratamiento de enfermedades y como agente secante de pinturas.	(Nivia et al., 2007)
20	Investigación experimental dentro de la cual extraen pectina de los cascos de guayaba.	Guayaba	Los cascos en la guayaba corresponden a la fracción de la fruta que se encuentra situada entre la cascara y la pulpa generalmente es seca, La extracción de pectina se realiza con la intención de utilizarla como aditivo en la industria alimenticia.	Pectina	A pesar de que los cascos no constituyen la cascara el material fue usado con cascara y el resto de la fruta (pulpa y semillas) no fue usado. La materia prima a usar fue sometida a deshidratación por medio de altas temperaturas, en tiempos prolongados, luego el material seco fue triturado hasta que se formó una harina. La extracción de pectina se realiza en seco en la harina. Se desarrollo el proceso en 3 tipos de guayaba distintas bajo diferentes estados de maduración verde, pitón y madura. Luego analizaron el rendimiento del producto. Las	(Paredes et al., 2015)

					características de la pectina son iguales en estado verde y maduro y se identifica que el rendimiento de pectina con cascotes es superior al extraído en pulpas según lo reportado en otras investigaciones.	
2 1	Generan harinas a partir de diferentes frutas con la finalidad de evaluar su potencial para uso en alimentos.	Guanábana, piña y guayaba	La finalidad principal de la producción de harina de frutas es usar sus propiedades para la prevención y tratamiento de enfermedades, al incorporarlo como un alimento considerado fibra dietética.	Harina-fibra dietética	La materia prima es secada bajo temperaturas altas, posteriormente se molió el material y el mismo se conservó bajo condiciones de congelación. Luego hicieron un análisis de las propiedades funcionales de cada harina donde evidencian que la harina de guayaba es la que contiene más fibra dietética insoluble y soluble. La fibra soluble favorece a enfermedades como colesterol y la fibra insoluble reduce el potencial de tener cáncer de colon. Y donde se destaca la harina de guayaba sobre las otras frutas ya que tiene más propiedades funcionales lo que funciona más en la industria alimenticia.	(Ramirez & Pacheco de Delahaye, 2009)
2 2	La investigación se desarrolla de forma experimental donde generan harina de epicarpio o cascara de guayaba.	Guayaba	Dentro de la investigación determinan las propiedades físico-químicas en el epicarpio de la guayaba y sus contenidos de carotenoides que no solo son pigmentos naturales sino también su consumo disminuye las enfermedades.	Aditivo en productos alimenticios procesados	Para secar la cascara o epicarpio de la guayaba lo hicieron por medio de bolsas de polietileno selladas al vacío y una máquina manual EGARVAC S. C. P., donde son sometidas a bajas temperaturas en un tiempo prolongado y luego se secaron por liofilización, luego de estos procesos se secó y molió el material y se mantuvo el material refrigerado. Dentro del análisis identifican que los contenidos de carotenoides, fenólicos y actividad antioxidante son elevados por lo cual, la harina que desarrollan posee las propiedades funcionales de materias primas que enriquecen y previenen enfermedades.	(Velasco-Arango et al., 2020)
2 3	Aplican una metodología experimental dentro de la cual general la deshidratación de diferentes frutas para la obtención de ingredientes funcionales.	Mango, limón y Guayaba	Generan la deshidratación de las frutas con la finalidad de extraer ingredientes funcionales y nutraceuticos que se orienten a la conservación de la salud.	Ingredientes funcionales (harina de fruta deshidratada)	Inicialmente realizaron una caracterización composicional y físico química de las frutas usadas y luego se generó la deshidratación de las frutas por medio de una metodología osmótica, dentro de este proceso no se usaron las semillas de las frutas y la materia prima fue expuesta a temperaturas altas de temperatura y luego se enfrió rápidamente, estos procesos se realizaron dos veces y cambiaron las temperaturas aplicadas, dentro del secado por aire caliente el material fue incorporado en un horno con altas temperaturas hasta que el material estuviera con tan solo un 10% de humedad, luego se	(Estrada et al., 2018)

					molió. Finalmente definen que la guayaba es la fruta que más contenido de vitamina c tiene dentro de su producto deshidratado a pesar de que durante el proceso disminuyeron estos componentes, lo cual lo atribuyen a la metodología usada y la exposición a calor y transferencia de masa de dos vías, adicionalmente mencionan esta metodología como una alternativa buena para pequeños productores, dando lugar a productos de pastelería y panadería.	
2 4	Analizan de forma experimental la presencia de antioxidantes y polifenoles de residuos de frutas para ser incorporados en procesos tecnológicos.	Naranja, papaya, guayaba, piña	La investigación es realizada para identificar fuentes de carotenoides que puedan ser usados en otros procesos de transformación o aprovechamiento, reduciendo el impacto que generan estos alimentos en la disposición de fragmentos de la fruta que no es usada y que contamina centros urbanos y fuentes de agua.	Carotenoides	La materia prima saliente de agroindustrias es congelada, generan un análisis fisicoquímico y estadístico evidenciando que la guayaba presentaba grandes contenidos de carotenoides en su materia seca a comparación con la papaya y piña y se encontró en similitud con la naranja. Dentro del estudio que realizan evidencian que la guayaba es una fuente representativa de carotenoides por lo cual es potencialmente un nuevo proceso por incorporar en agroindustrias en la que se debe contar con la extracción de los componentes y su estabilización para ser usados en industrias farmacéuticas y alimenticias, generando también un aporte económico a productores.	(Ordoñez-Santos et al., 2014)
2 5	Investigación experimental dentro de la cual generan harina de semillas de guayaba.	Guayaba	La harina es generada con la finalidad de ser usada como fuente de nitrógeno para producción de biomasa y compuestos antimicrobianos.	Harina de guayaba como fuente de nitrógeno	Las semillas son sometidas a temperaturas altas y son molidas, se realiza un proceso de fermentación, luego hubo una formación de biomasa y consumo de sustrato, una conversión del sustrato y rendimiento del producto, una medición de la actividad antimicrobiana de <i>Weissella confusa</i> donde fueron usados los sustratos de fermentación. A partir de este proceso identifican que la producción de biomasa es mayor cuando se incorpora la harina de guayaba debido a que contiene gran cantidad de micronutrientes como fosforo, potasio, etc. Adicionalmente mencionan que este proceso usado por ellos puede convertirse en una alternativa de bajo costo para la producción de <i>Weissella confusa</i> microorganismo que ayuda al tratamiento de mastitis bovina, también puede ser usada con fines pro bióticos, bioconservar alimentos.	(Serna-Cock et al., 2013)

26	Investigación de revisión en la cual observan las características de diferentes residuos agroindustriales correspondientes a frutas para generar un aprovechamiento de las materias primas.	Naranja, limón, mandarina, manzana, plátano, mango, aguacate, papaya y guayaba	La revisión es realizada con la intención de determinar que potenciales tienen las frutas frente a los subproductos que pueden generar, aprovechando los compuestos bioactivos presentes en las frutas y su correcta manipulación para evitar riesgos ambientales.	Fibra dietaria de consumo animal	Identifican que dentro de las actividades productivas en las que más se utiliza la guayaba los residuos permanentes que se generan son semillas, cáscaras y en pequeñas proporciones y no tan comunes pulpa a partir de lo anterior no generan una separación de estos desechos debido a que proponen su uso como alimento para animales específicamente pollos de engorde a pesar de que no demostró cambios significativos en los pollos dentro de su ciclo de crecimiento, sin generar efectos negativos por lo que concluyen la posibilidad de usar hasta el 15% de residuos de guayaba en estado seco para su alimentación.	(Alarcón et al., 2015)
----	---	--	--	----------------------------------	--	------------------------

Fuente. Autor

Para la generación de la *Tabla. 11* se tienen en cuenta investigaciones con procesos cuya finalidad no solo fuese mitigar la problemática que surge a través de la generación de residuos, sino también bajo un enfoque de uso de las propiedades antioxidantes contenidas en la fruta, debido a que específicamente las fracciones de la fruta que más contenidos antioxidantes tienen, son los menos usados y consumidos por lo cual son considerados residuos dentro de actividades productivas (cascara, semillas y fruta con un estado de madurez elevado), estas últimas se tienen en cuenta debido a que representan unas metodologías y procesamientos que pueden generarse en las agroindustrias productoras de bocadillo.

Todas las alternativas de aprovechamiento y valorización del material vegetal presentadas en la revisión, se enfocan en la disminución en el impacto ambiental y económico, sin embargo, muchas de estas investigaciones no tienen detallados totalmente los procesos de obtención de nuevos materiales o la generación de nuevos usos de la fruta, por lo cual puede dar lugar a procesos que dentro de sus etapas generen impactos aún mayores de lo que generan las fábricas de bocadillo. Adicionalmente dentro de la revisión realizada se reconoce que la generación de nuevos productos es compleja debido a la presencia de bacterias en la materia prima, que se proliferan y genera un deterioro en la fruta limitando sus potenciales de aprovechamiento.

A pesar de lo anterior, se estima que los residuos correspondientes a las actividades productivas agroindustriales dentro de las cuales se usa la guayaba, son materiales correspondientes del 25 al 30% del total de la fruta, por lo cual representan una gran cantidad de residuos salientes de las mismas y refuerzan la necesidad de tratar, procesar o disponer adecuadamente estos materiales, evitando así daños ambientales y económicos en el presente y el futuro. A partir de la revisión efectuada, se identifica que actualmente, aunque hay un crecimiento significativo en la creación de investigaciones que busquen un aprovechamiento para residuos agroindustriales, aún hay pocas investigaciones que abarquen esta temática desde el aprovechamiento específico de la guayaba. Una de las posibles razones por las que ocurre el fenómeno descrito anteriormente, se relaciona con la variación dentro de la composición de la fruta, la cual se encuentra determinada muchas veces por la ubicación geográfica en la que se cultive, la especie, la coloración de la pulpa, el estado de maduración, entre otros aspectos.

Dentro de todas las alternativas hay una actividad o pretratamiento que tienen en común, es el almacenamiento y limpieza de la materia prima, este proceso tiene la finalidad de mantener las propiedades de la fruta, prolongar un poco más su vida útil y preparar el material para otros procesos. En este proceso inicial y de acondicionamiento, como se encuentra representado en las revisiones, los residuos son sometidos a temperaturas altas o bajas con la intención de

preservar la materia prima, sin embargo, la generación de calor sobre estos materiales causa una disminución en la presencia de sus propiedades, debido a que el calor las degrada y por consiguiente impide el desarrollo de ciertos procesos de valoración energético, económico o productivo de los materiales.

Entre los aspectos mencionados en las investigaciones se establecen características de la fruta, en las que predomina el potencial medicinal no solo de la fruta en estado crudo sino también luego de generar un procesamiento con ella. Las propiedades que caracterizan a la fruta con este potencial se encuentran ligadas a un alto contenido nutricional, sus propiedades organolépticas, la variedad de fitoquímicos que contiene, sus características nutraceuticas o bioactivas, su contenido de fibra dietética, taninos, ácidos grasos y citotoxicidad en las semillas. Este conjunto de propiedades y características de la fruta permiten su aprovechamiento en aspectos medicinales que comprenden desde prevención, tratamiento y disminución de enfermedades. Las enfermedades dentro de las que se estiman estos beneficios son en la disminución de la obesidad, reducción de niveles en la sangre, regulan la presión arterial y los niveles triglicéridos, impiden el desarrollo y crecimiento de células generadoras de tumores malignos, actúan en contra de enfermedades cardiovasculares, la diabetes, el daño oxidativo en trastornos neurológicos, el aumento anormal de la glucogénesis en el hígado y mejora la producción de insulina **(Amaya-Cruz et al., 2015; Cardiz-Gurrea et al., 2020; Ismail Lid et al., 2020; Lima et al., 2019; Perez et al., 2008; Velasco-Arango et al., 2020).**

A pesar de lo expuesto antes, actualmente existen muchos vacíos de información, cuando se exponen sus beneficios medicinales, se expresan debido a una relación entre sus componentes y los beneficios que comúnmente estos traen, sin embargo, no se habla de investigaciones experimentales que lo demuestren, sino más bien una falencia de ellas. Actualmente se ha incrementado la participación de componentes y alimentos naturales dentro de los aspectos medicinales, debido a que son una alternativa favorable para algunos impactos negativos que tienen los medicamentos a largo plazo, como también a que representan un gran potencial de aprovechamiento y por lo tanto crecimiento de productos sostenibles, aumento de gastos económicos y acceso a personas de bajos recursos a tratamientos y medicamentos a bajos costos **(Amaya-Cruz et al., 2015; Cardiz-Gurrea et al., 2020; Ismail Lid et al., 2020; Lima et al., 2019; Perez et al., 2008; Velasco-Arango et al., 2020).**

Aunque la guayaba posee propiedades que pueden ser aprovechadas en la industria cosmética y farmacéutica, para el caso de estudio, los residuos agroindustriales no representan una alternativa favorable debido a los materiales; pues estas industrias al tener un enfoque de

uso humano, deben poseer los materiales de más óptimas condiciones y no residuos, adicionalmente los procesamientos para el uso de componentes naturales para la obtención de medicamentos o cosméticos no se encuentran bien definidos actualmente.

5.3.1 Análisis revisión alternativas de aprovechamiento para *Psidium Guajava*

En la tabla 12 se encuentran plasmadas las alternativas de aprovechamiento o extracción aplicables para la guayaba y que actualmente están siendo estudiadas de forma teórica y experimental, sin embargo, ninguna alternativa se encuentra ya incorporada como una actividad productiva. Así mismo, se establecen las metodologías por medio de las cuales se desarrolla cada proceso, la fracción de la fruta que es usada y el tipo de actividad productiva por medio de la cual estos procesos pueden representar un beneficio económico o energético. La información plasmada representa el conjunto de información de todas los estudios e investigaciones que fueron revisadas.

Tabla 12. Análisis Revisión-Alternativas de aprovechamiento para *Psidium Guajava*

ACTIVIDAD PRODUCTIVA	ALTERNATIVA DE APROVECHAMIENTO O/ EXTRACCION	METODOLOGIA	FRACCION FRUTA	INVESTIGACIONES QUE LO MENCIONAN
Industria Agrícola y Energética	Materia orgánica/abono	Compostaje	Cáscara, semilla y pulpa	1
		Lumbricultura		1
Industria Farmacéutica y Alimenticia	Pectinas	Deshidratación, hidrolisis acida, extracción enzimática	Cáscara	2
Industria Farmacéutica y Alimenticia	Aceite	Procesos mecánicos, por arrastre en vapor, método de soxhlet con solventes como hexano	Semillas y cáscara	3
Industria Farmacéutica y alimenticia	Enzimas	*No Especifica	Cáscara	2
Industria Farmacéutica y alimenticia	Flavonoides	*No Especifica	Cáscara	1
Industria Farmacéutica y Alimenticia	Fibra (Procesada y cruda)	Secado y liofilización	Semillas, Cáscara y pulpa	10

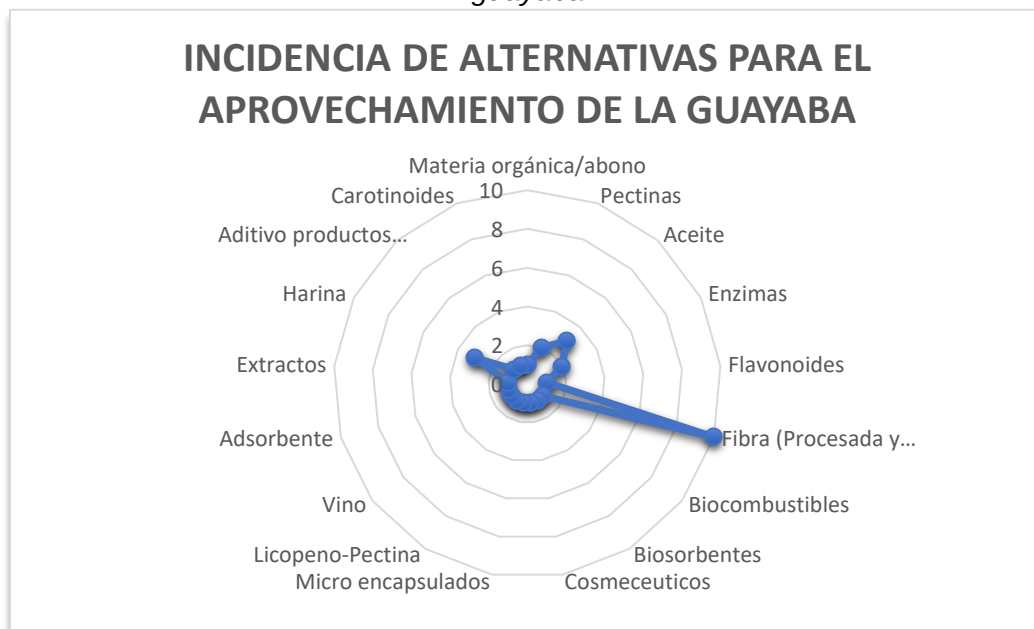
Industria Energética		Biocombustibles	Tratamiento físico (molienda y secado), pretratamientos químicos, hidrolisis, actividad enzimática, fermentación y destilación	*No Especifica	1
Tratamiento de aguas		Biosorbentes	Percolación, método convencional	Semillas	1
Industria cosmética, alimenticia farmacéutica	y	Cosmeceuticos	Extracción etanoica con maceración	Pulpa	1
Industria alimenticia		Micro encapsulados	*No Especifica	Pulpa	1
Industria alimenticia farmacéutica	y	Licopeno-Pectina	Hervir la fruta en un medio acido, extracción simple	Pulpa	1
Industria alimenticia		Vino	Fermentación por acción de dos cepas	Semillas, Cáscara y Pulpa	1
Tratamiento de aguas		Adsorbente	Deshidratación volátil con activantes: dióxido de carbono, ácido sulfúrico	Semillas	1
Industria manufacturera, alimenticia farmacéutica	y	Extractos	Por medio de un solvente (dióxido de carbono)	Semillas	1
Industria alimenticia farmacéutica	y	Harina	Deshidratación y molienda	Semillas	3
Industria alimenticia		Aditivo productos alimenticios	Por medio de bolsas de polietileno selladas al vacío y una máquina manual EGARVAC S. C. P., secaron por liofilización, moler y refrigerar	Cáscara	1
Industria Farmacéutica alimenticia	y	Carotinoides	*No Especifica	Fragmento seco (cáscara y semillas)	1

Fuente. Autor

La recopilación de información demuestra que actualmente existen varios tipos de aprovechamiento para estos materiales que pueden ser usados en diferentes industrias productivas, generando más ingresos económicos, mitigando y previniendo los impactos negativos sobre el medio ambiente. A partir de la revisión se identifican 17 productos que surgen

de los residuos agroindustriales de fábricas de bocadillo, correspondientes a fragmentos de la guayaba, donde en la mayoría de los casos para su obtención se llevan a cabo procesos de transformación de los materiales, sin embargo, se identifica que estos materiales también son usados sin ningún tipo de transformación e incluso almacenamiento, como es el caso de la fibra cruda para alimentación animal.

Grafica 7. Incidencia de investigaciones de Alternativas para el Aprovechamiento de la guayaba



Fuente. Autor

En el grafico 4 se encuentra representada la incidencia de alternativas de aprovechamiento de las investigaciones revisadas, dentro de las cuales se reportan diferentes procesos y productos de transformación y uso del material vegetal (semillas, cascara y fruto de guayaba), a partir del cual se evidencia que el proceso que actualmente es más estudiado es la generación de fibra para consumo animal y humano, este proceso es mencionado en 10 investigaciones distintas, donde establecen dos posibles metodologías para llevar a cabo procesamientos correspondientes al secado y la liofilización, dentro de los cuales entran las semillas, cascara e incluso todo el fruto de la guayaba en un estado de maduración elevado.

Seguidamente los procesos de aprovechamiento más estudiados corresponden a extracción de aceite, mencionado en 3 investigaciones distintas, por medio de procesos metodológicos como el proceso mecánico, por arrastre en vapor, por método soxhlet y con solventes como hexano, en cada uno de estos procesos solamente se usa para su extracción, las semillas y

cáscara de guayaba descartando la pulpa. Para la alternativa de aprovechamiento correspondiente a harina también es mencionada en 3 investigaciones distintas, llevan a cabo procesos como la deshidratación y molienda donde el fragmento de la fruta usado son las semillas de guayaba. Esta alternativa de aprovechamiento puede considerarse prácticamente la misma que la fibra debido a que sus procesos de producción son los mismos, solo que añaden un proceso final para que los materiales se encuentren en tamaños más pequeños y en algunos casos son sometidos a más calor para que su humedad sea menor.

Finalmente, las alternativas de aprovechamiento de extracción de enzimas y pectinas en cada caso son mencionadas en dos investigaciones, para el caso de las enzimas no especifican el tipo de metodología usada y para el caso de pectinas, su extracción se lleva a cabo por medio de tres procesos distintos, como la deshidratación, hidrólisis ácida y extracción enzimática. Los dos productos son obtenidos a partir de cáscara de guayaba.

Dentro del análisis general de alternativas de aprovechamiento se identifica que la guayaba es una fruta que puede ser usada en diferentes actividades productivas y por consiguiente generar un beneficio dentro de diferentes industrias, entre las que se encuentra la agrícola, farmacéutica, alimenticia y manufacturera, adicionalmente puede ser usada para el tratamiento de aguas residuales.

5.3.2 Metodologías Alternativas de aprovechamiento más favorables para agroindustrias productoras de Bocado

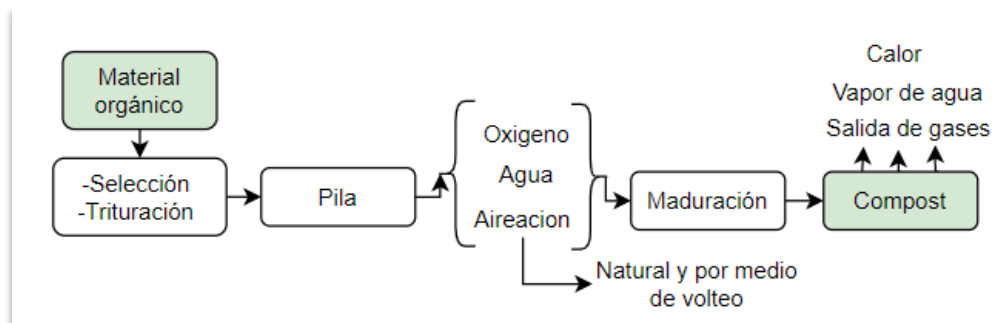
A partir de la revisión de alternativas de aprovechamiento evaluadas para los residuos de la guayaba, se estima que las alternativas más favorables para el aprovechamiento de éstas son la generación de materia orgánica, la generación de fibra dietaria o harina y la extracción de pectina y aceite. Estas alternativas a comparación del resto presentan procesos de extracción y procesamiento sencillos, además de que se encuentran más caracterizados y evaluados no solo de forma teórica sino experimental. Adicionalmente se determina que, para un material poco estudiado y explotado como la guayaba representan alternativas favorables, teniendo en cuenta que dichos procesos pueden ser implementados de forma sencilla dentro de las fábricas productoras de bocado. Por lo anterior, se hace una breve caracterización de cada proceso.

Materia Orgánica-Compostaje

El compostaje consta de un ciclo biológico de nutrientes que se desarrolla gracias a la participación de los microorganismos aeróbicos que dan lugar a la biotransformación de los componentes orgánicos y biológicos, alterando su composición química y biodegradando, es

decir, descomponiendo su estructura molecular convirtiendo a los compuestos complejos a unos más simples o incluso a átomos **(Insam & De Bertoldi, 2007)**.

Diagrama 8. Proceso del Compostaje



Fuente. Autor

En el proceso de descomposición todo el material orgánico es triturado, separación y preparado, se hace una pila con todos los componentes, manteniendo las condiciones físico-químicas adecuadas, posteriormente hay una fase de aireación inicial la cual se hace de forma natural y luego hay una aireación manual por medio de volteo que permite la entrada de oxígeno al material y se va añadiendo agua hasta que el punto de humedad se encuentre en estado óptimo, en esta fase del proceso se da la simplificación de las moléculas complejas por lo cual es una fase exotérmica que se divide en la mesófila y termófila **(Barrera, 2006)**.

En la mesófila las pilas se encuentran en temperaturas entre los 25 a 45°C, hay un crecimiento de microorganismos que son los encargados de descomponer y degradar componentes como azúcares y proteínas. De dicha descomposición surgen descomponedores primarios como hongos y bacterias, adicionalmente gusanos de compost, ácaros, mil pies, entre otros que actúan como catalizadores. En la termofílica las temperaturas aumentan variando entre 35 a 65°C, lo que ocasiona la muerte de organismos y su reemplazo por otros resistentes al calor, debido que no hay más presencia de microorganismos termofílicos, los componentes se degradan más fácilmente, se eliminan microorganismos patógenos dando lugar a una higienización del material, debido a que hay un consumo de oxígeno, se libera gran cantidad de energía. finalmente, la maduración se divide en dos momentos: el enfriamiento que se hace a temperatura ambiente con un ideal aproximado de 40°C y la estabilización en la cual permanecen las mismas condiciones ambientales, pero disminuye la actividad microbiana **(Barrera, 2006)**.

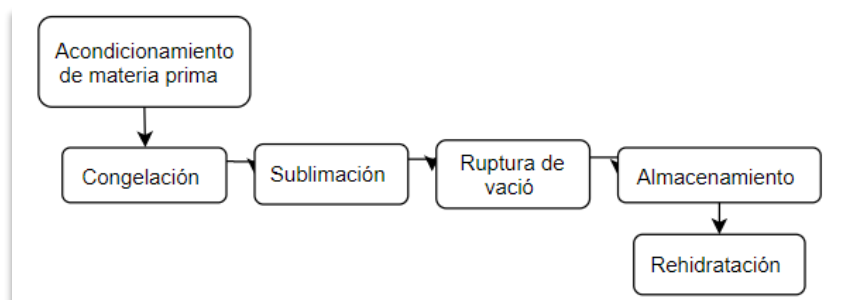
Análisis Compostaje para Agroindustria Productora de Bocadillo

Este método de aprovechamiento representa dentro de las agroindustrias productoras de bocadillo un proceso que no requiere de reacciones químicas, sino biológicas dentro de las cuales no solo se puede usar el material orgánico correspondiente a la guayaba sino también otros residuos orgánicos, proporciona al suelo un buen aspecto, infiltración del agua, reducción de pérdida del suelo, regula su temperatura, aporta macronutrientes, es un tratamiento respetuoso con el medio ambiente, es de bajo costo y no requiere de especialistas. Puede ser desarrollado por los mismos productores de guayaba, adicionalmente no requiere un nuevo proceso productivo en la agroindustria más que una disposición de sus residuos, este producto luego de su estabilización puede ser usado dentro de procesos agrícolas dentro de los cultivos de la guayaba (**Acosta et al., 2019**). A pesar de lo anterior, algunos de los aspectos negativos que presenta esta alternativa es la generación de malos olores, el tiempo de procesamiento lento y el control adecuado de los procesos, parámetros, entre otros. Si el proceso no es desarrollado adecuadamente puede generar impactos negativos sobre el suelo al que sea incorporado (**Barrera, 2006; Insam & De Bertoldi, 2007; Yepes et al., 2008**)

Fibra o Harina

La liofilización es un proceso de secado dentro del cual la materia prima es expuesta a temperaturas muy bajas donde se sublima el hielo en el producto congelado, este proceso pasa del estado líquido a uno sólido, de forma directa generando una deshidratación en la materia prima usada, el proceso permite que el material no tenga una proliferación de microorganismos debido a que inhibe el deterioro del material (**University of Granada, 2015**).

Diagrama 9. Proceso de liofilización para la generación de Fibra Dietaría



Fuente. Autor

El secado por convección forzada es un proceso en el cual se deshidrata la fruta donde es sometida a temperaturas elevadas entre los 30 a 70°C con una velocidad de aire constante, en este proceso algunos componentes de la fruta pueden disminuir por acción del calor y el producto saliente debe encontrarse con un valor máximo de 10% de humedad (**Serpa Gerra et al., 2015**).

La Deshidratación osmótica: Es un proceso dentro del cual se elimina el agua contenida en un alimento, por acción del contacto con una disolución concentrada. En el caso de las frutas, ya que estas poseen una membrana celular semipermeable con diferentes compuestos como sólidos disueltos, ácidos, azúcar, vitaminas, entre otros, al encontrarse con una solución con una concentración alta en un soluto conveniente, puede dar lugar a un fenómeno de osmosis. El proceso se encuentra conformado por la preparación de la fruta, preparación de jarabe o solución, se realiza el proceso de deshidratación osmótica por medio de la unión del jarabe y la fruta, luego se pueden realizar procesos complementarios como la refrigeración, pasteurización, liofilización, secado con aire caliente, empaque al vacío, entre otros. **(Estrada et al., 2018).**

Dentro de la producción de harina, se genera los mismos procesos de descomposición, pero adicionalmente se genera una molienda del material final para que se encuentre en partículas pequeñas, también muchas veces este material debe exponerse a una deshidratación bajo condiciones más fuertes de calor o frío debido a que debe tener una humedad menor a comparación de la fibra.

Análisis extracción y producción de Fibra o Harina para Agroindustria Productora de Bocado

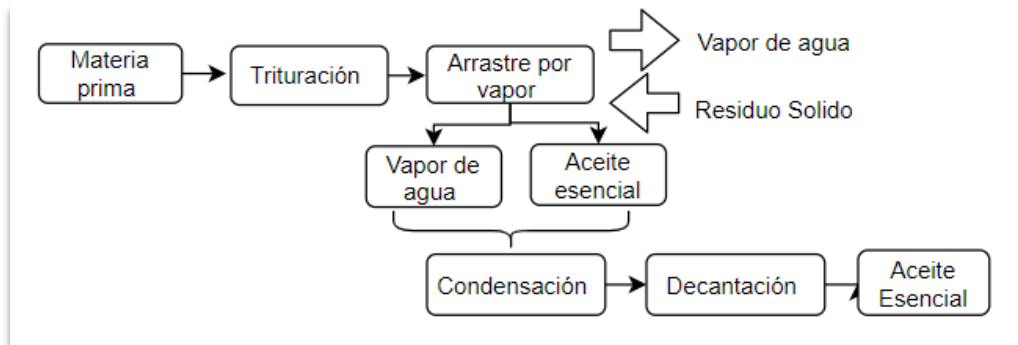
Para este método de aprovechamiento para la fruta de guayaba es necesario que se reformule un procesamiento del material de forma inicial y esto por medio de un cambio de disposición de materiales (residuos) a una incorporación de otro proceso productivo, donde el material ya no sea considerado residuo sino materia prima aprovechable, para ello, es necesario generar cuidados especiales para estos productos. Es favorable el método debido a que la guayaba es una fruta muy delicada en la que puede variar su composición fácilmente de acuerdo al proceso al que sea sometida, en este aspecto la generación de fibra o harina presenta diferentes opciones de procesos dentro de los cuales se puede intentar mantener las condiciones naturales de la fruta, a pesar de ello, por lo general el proceso que lo haría corresponde a la liofilización el cual es un proceso costoso, que requiere de un seguimiento y control de personal calificado y dependiendo de la cantidad de material usado genera gran consumo energético, por lo cual solo representa una opción favorable si el material a usar será de uso médico debido a que necesita condiciones del producto muy buenas. Otra de las opciones favorables que tiene la generación de este producto es que tiene otros procesos de transformación que son sencillos, no requieren de un control por medio de una persona especializada y se pueden generar nuevos productos dentro las agroindustrias productoras de bocadillo.

Aceite

Para la extracción de aceite existen diferentes metodologías dentro de las que se encuentran las convencionales y no convencionales.

La destilación por arrastre en vapor, es una metodología tradicional, dentro de la cual la materia prima tiene contacto con vapor, difundiendo sus membranas, luego hay una mezcla de vapores, su separación y extracción física por decantación (**Angarita Ruiz, 2019**).

Diagrama 10. Proceso destilación por arrastre en vapor para la extracción de aceite



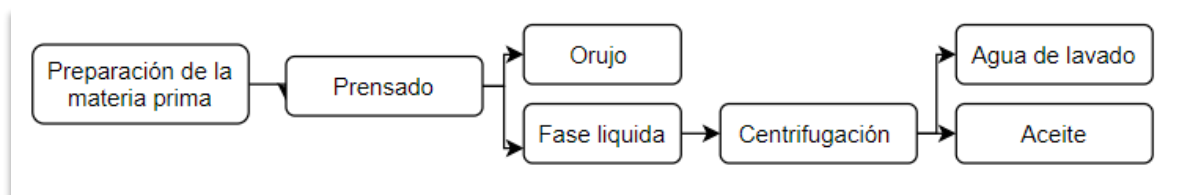
Fuente. Autor

La hidrodestilación, como método convencional en la cual los aceites son evaporados, gracias a el calentamiento de agua con otros disolventes, seguidamente se realiza una licuefacción de vapores y por medio de un decantador se condensa y separa el aceite (**Angarita Ruiz, 2019**).

La extracción con disolventes, como método convencional se desarrolla por medio de la separación de los materiales de acuerdo a la separación o disolución liquido-liquido (**Angarita Ruiz, 2019**).

El prensado en frio dentro del cual se prensa y expulsa el aceite bajo unas condiciones de temperatura y presión elevadas, es la única técnica que mantiene el 100% de las propiedades de la fruta. Y en cuanto a las técnicas innovadoras de extracción se encuentran por extracción con fluidos supercríticos y la hidrodestilación asistida por microondas (**Angarita Ruiz, 2019**).

Diagrama 11. Proceso de extracción de Aceite por prensado



Fuente. Autor

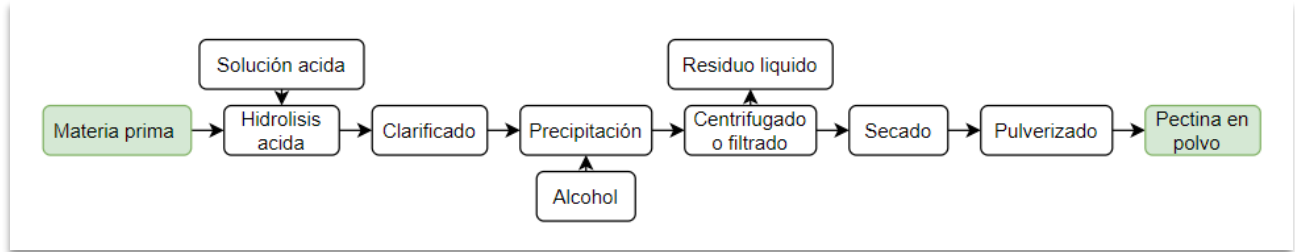
Análisis extracción de aceite para Agroindustria Productora de Bocado

Este es un procesamiento favorable debido a que no requiere de gran cantidad de implementos para su extracción, tiene diferentes formas de uso que pueden ser usadas en industrias alimenticias, farmacéuticas o cosméticas. En otros países es producido por lo cual si es desarrollado en grandes masas bajo condiciones favorables representa una opción generadora de nuevos productos en Colombia y con un potencial de exportación. Es un proceso que representa bajos costos y puede ser implementado por la misma agroindustria productora de bocadillo. Es importante tener en cuenta el tipo de metodología usada, dentro de las cuales la más favorable es por prensado en frío por que mantiene las propiedades de la fruta.

Pectinas

Las pectinas son carbohidratos complejos que se encuentran constituidos en su mayoría por el ácido galacturónico (componente que permite determinar la calidad de los productos) y se encuentra acompañado de ácidos como la galactosa, arabinosa y ramanosa. Uno de los procesos de extracción de pectina y el más convencional actualmente se denomina hidrólisis ácida (Diagrama 12. Proceso de extracción de Pectinas) cuyo proceso se encuentra dividido por tres fases, la fase inicial corresponde al pretratamiento donde la materia prima se debe encontrar en un estado de humedad de al menos el 10% y se realiza una trituración del material, posteriormente el proceso de extracción se encuentra delimitado por las condiciones del material de pH, temperatura y tiempo, las cuales establecen la calidad y rendimiento del producto. Luego el material entra a un proceso de clarificado en el que se separa la pectina de la cascara de fruta o el material de la cual se esté extrayendo la pectina, este proceso se realiza por una precipitación alcohólica y posteriormente un centrifugado y filtrado donde finalmente la pectina se seca con aire caliente, hasta que se encuentre un material con características homogéneas (**Zegada Franco, 2015**).

Diagrama 12. Proceso de extracción de Pectinas por hidrólisis acida



Fuente. Autor

Entre las variables que influyen en el proceso se encuentran: pH bajo entre 1.5 y 3, temperatura alta entre 40 y 100°C, tiempo prolongado entre 30 a 360 minutos. El proceso se encuentra influenciado por las metodologías e implementos usados para la extracción, donde a partir de ellos se encuentran delimitados también los costos y las proporciones adecuadas de la materia prima a utilizar para la extracción (Zegada Franco, 2015).

Análisis extracción de pectinas para Agroindustria Productora de Bocado

Este proceso a pesar de que a diferencia de los otros presenta más procesos y operaciones unitarias para la transformación de la materia prima representa una alternativa favorable, su producción puede ser la generadora de otros subproductos. Es una alternativa que es usada dentro de diferentes industrias, por lo cual, aunque no sea usada directamente en las agroindustrias productoras de bocadillo, puede representar un beneficio económico para ellas y otras industrias con interés de obtención de estos productos. Adicionalmente presenta diferentes procesos para su extracción entre las cuales algunas se encuentran desarrolladas por medio de química limpia ecología y de bajo costo. Entre un aspecto negativo es que si se usa el proceso convencional va a generar gran cantidad de aguas residuales, contaminando el recurso hídrico.

5.4 CAPITULO 4. PROPUESTA MODELO ECONOMIA CIRCULAR PARA AGROINDUSTRIAS PRODUCTORAS DE BOCADILLO

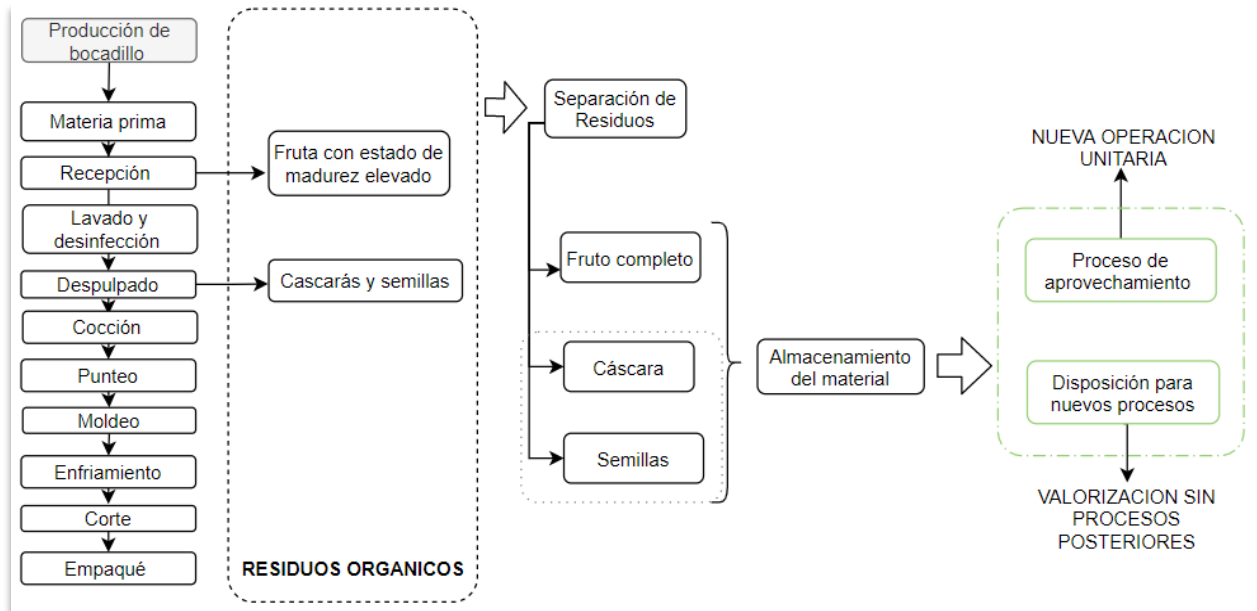
Uno de los aspectos fundamentales para generar un cambio dentro del modelo de economía lineal actual que tienen las agroindustrias productoras de bocadillo, es la separación adecuada de los residuos. Actualmente hay una falencia dentro de las políticas de disposición para las agroindustrias y los residuos orgánicos salientes de actividades productivas, adicionalmente en los Municipios dentro de los cuales hay una mayor actividad productiva generadora del dulce denominado bocadillo, no hay una separación adecuada de los residuos, ni estrategias de aprovechamiento. Dicha separación de los residuos no solo es fundamental al momento de generar una disposición de los materiales, sino también lo es para poder generar un aprovechamiento eficiente de los mismos, debido a que cada componente de la fruta posee diferentes propiedades y cuando todos los materiales no se encuentran separados es más difícil generar un aprovechamiento.

A partir de lo anterior se propone el siguiente proceso para la disposición de los residuos que en este caso será materia prima con potencial energético y económico (**Diagrama 13.** Procesamiento inicial para el aprovechamiento de la materia prima saliente), en el diagrama se encuentra representada la actividad productiva que lleva a cabo el procesamiento de bocadillo, donde se identifican las etapas dentro de las cuales se generan residuos con características orgánicas dentro de las que se encuentran las semillas como residuo permanente, fruta con estado de maduración elevado correspondiente a residuos que surgen en cantidades cambiantes debido a que se encuentran sujetas a la materia prima que ingresa a las agroindustrias y la cascara de guayaba como residuo considerado cambiante debido a que, a pesar de que el proceso productivo de la fabricación de bocadillo estipula no usar la cascara, este es un fruto que en su totalidad es consumible y por lo tanto de acuerdo a la agroindustria productora de bocadillo puede que dé lugar o no a la generación de este residuo.

Por medio de la revisión de alternativas de aprovechamiento se identifica que se pueden generar algunos usos del material correspondiente al conjunto de fracciones de la fruta correspondientes a semillas y cascara por que contienen propiedades similares, sin embargo en el caso de usar todo el fruto o la pulpa en conjunto con las semillas y cascara no es posible, porque sus propiedades varían más y la humedad contenida en la pulpa no permite llevar a cabo ciertos procesos sin generarle pérdidas en sus componentes a los otros materiales por pretratamientos, adicionalmente las grandes cantidades de humedad en la pulpa caracterizan a

la fruta con un alto grado perecedero, por lo cual para estos materiales es necesario prolongar su vida útil por medio de procesos o almacenamientos adecuados.

Diagrama 13. Procesamiento inicial para el aprovechamiento de la materia prima saliente

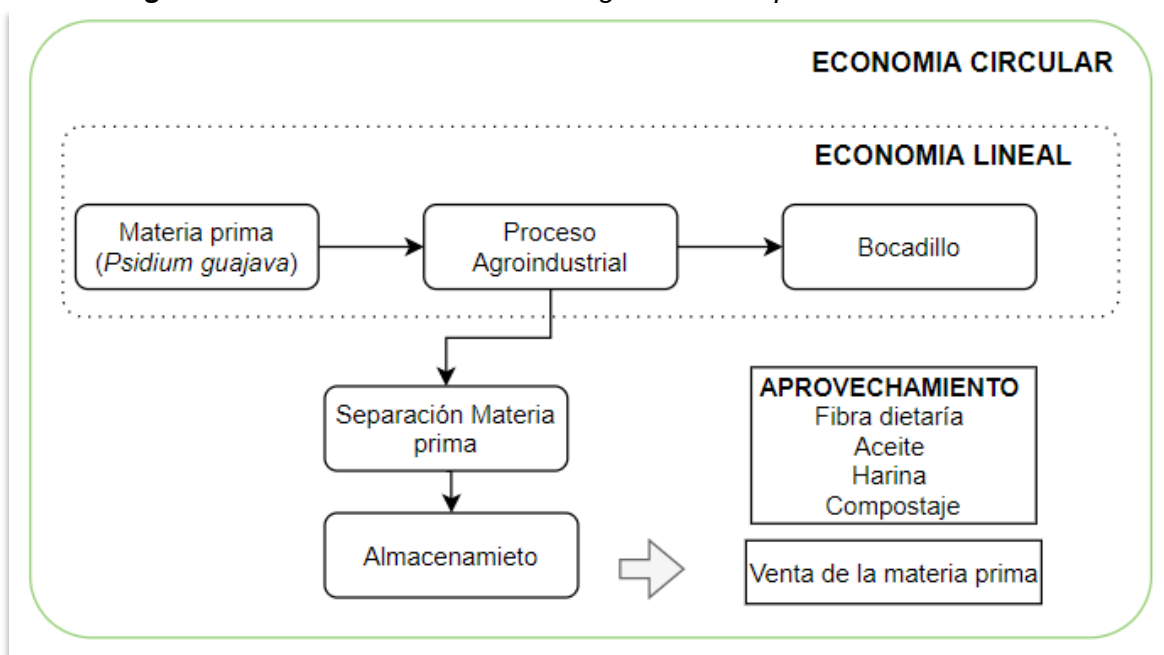


Fuente. Autor

Luego de realizar la separación del material es indispensable generar un almacenamiento preferiblemente en un lugar fresco, cerrado e incluso bajo condiciones a bajas temperaturas, de esta forma se prolonga la vida útil del material y sus propiedades a utilizar o extraer, finalmente con dichos materiales en condiciones óptimas se pueden generar nuevas operaciones unitarias que transformen los materiales a subproductos dentro de las mismas agroindustrias productoras de bocadillo o la disposición de los materiales para la venta y uso de terceros.

Es necesario que dentro de esta separación el material sea manejado con especial cuidado, teniendo en cuenta que este ya no es un residuo sino una materia prima aprovechable.

Diagrama 14. Economía Circular en Agroindustrias productoras de bocadillo



Fuente. Autor

El proceso productivo correspondiente a fibra dietaria se estima dentro de la generación de un nuevo producto que puede ser implementado en la agroindustria, correspondiente a fruta deshidratada, el proceso que se considera más viable es por medio de un secado por convección forzada o por cocción del material inmerso en agua, estas dos alternativas no generan altos costos, incluso pueden ser procesados en la etapa de cocción con el mismo bocadillo, dando lugar a una disminución de residuos y promoviendo la generación de un nuevo producto, que no representa costos elevados dentro del proceso, adicionalmente la fibra dietaria es un producto poco común por lo tanto con un valor comercial significativo para Colombia. En la siguiente tabla se encuentran representadas las alternativas de aprovechamiento para las fábricas, la materia prima que puede ser usada para su transformación, el tipo de transformación y la etapa del proceso en la cual es ideal reincorporar esta nueva etapa productiva.

Tabla 13. Economía Circular en Agroindustrias productoras de bocadillo

Materia Prima (Psidium Guajava)	Aprovechamiento	Tipo de transformación	Etapa del proceso de fabricación de bocadillo en la que se implementa
Semillas	Aceite, venta	Física - Prensado en frío, arrastre por vapor	Despulpado
Cáscara, semillas	Fibra, Harina, venta	Física - secado por convección forzada y por cocción	Despulpado

Cáscara, semillas y pulpa	Pectina, venta	Química	Despulpado recepción	y
Cáscara, semillas y pulpa	Abono (compostaje)	Biológico	Despulpado recepción	y

Fuente. Autor

Dentro de cualquiera de los procesos de aprovechamiento a usar hay que tener en cuenta que la economía circular dentro de esta actividad productiva no se centra en la generación de un crecimiento económico sino netamente cerrar ciclos de energía y materiales, sin embargo, estos procesos dan lugar a las dos. Dentro del sistema que se propone se tienen en cuenta extracciones y manejo o disposición de nuevos productos, transformación de los residuos, uso y recuperación dentro de otras industrias. A partir de ello uno de los aspectos fundamentales fue la facilidad dentro de la que cada alternativa pueda desarrollarse, sin embargo, aun estas alternativas son ambiguas, ya que tienen diferentes procesos por medio de los cuales sean usadas, adicionalmente el ideal es que cada alternativa pueda responder a una necesidad dada por la agroindustria y las comunidades cercanas, de esta forma se garantizaría un buen desarrollo de las mismas.

6. IMPACTO SOCIAL Y HUMANISTICO

- Contribuir al mejoramiento de condiciones ecológicas y de calidad de vida de la población aledaña a agroindustrias productoras de bocadillo.
- Mejora la cultura ambiental dentro de la agroindustria.
- Prevención de la contaminación del ecosistema en zonas de producción agroindustrial fábricas de bocadillo.
- Genera procesos pioneros en Colombia de implementación de economía circular en agroindustrias.

7. CONCLUSIONES

El aprovechamiento de los residuos orgánicos correspondientes a la *Psidium Guajava* para agroindustrias productoras de bocadillo, representa un sustento económico desaprovechado actualmente, por lo cual, si se implementan sistemas de producción o disposición adecuados se pueden suprimir diferentes gastos por la inadecuada disposición actual, adicionalmente permitirá mitigar y prevenir impactos ambientales y sociales que generan estos residuos. Conforme a lo anterior el aprovechamiento para extracción y creación de productos “fibras” es la alternativa más viable debido a que puede ser implementada fácilmente, adicionalmente en la actualidad es el proceso que ha sido más estudiado por lo cual tiene tanto una base teórica como práctica, representando así más posibilidades de que este nuevo proceso tenga respuestas positivas para la agroindustria. Sin embargo, dicha fibra será solo para consumo animal debido a que la materia prima hace parte de un residuo y los animales a diferencia de los humanos, si pueden degradar los componentes hemicelulosicos de la fruta.

La producción del bocadillo es un proceso corto, el cual, aunque presenta unas fases de producción bien definidas al ser el bocadillo un dulce tradicional y cultural, se estima que estos procesos pueden presentar algunas variaciones en diferentes agroindustrias, uno de los factores que se tienen en cuenta dentro de este aspecto es el uso o no de la cascara de guayaba, debido a que en evidencias literarias lo definen con la separación de la cascara, sin embargo, dentro de las tradiciones productivas no lo hacen. Este aspecto es fundamental para determinar qué tipos de aprovechamiento pueden realizarse debido a que si salen solo semillas de la guayaba la cantidad del material a aprovechar para la generación de fibra disminuiría significativamente.

Es necesario establecer procesos de aprovechamiento para materiales orgánicos como estos, sin ver a los fragmentos de la fruta como residuos directamente, sino como materia prima con un valor energético y económico importante, solo que poco estudiado. Adicionalmente la implementación de propuestas de aprovechamiento como la establecida en la presente investigación, demuestra que gran cantidad del material es aprovechable y permite disminuir impactos ambientales, sociales y económicos. Y contribuye a un crecimiento dentro de una economía circular a nivel global, siendo uno de los procesos pioneros en agroindustrias colombianas.

La revisión realizada sustenta que el material orgánico saliente de las fábricas de bocadillo son fuentes valiosas, debido a que contienen gran cantidad de compuestos que pueden ser utilizados

en la industria alimenticia, farmacéutica, manufacturera y cosmética. Y contribuyen a la prevención o mitigación de impactos ambientales.

8. RECOMENDACIONES

Esta investigación es tan solo una base teórica, por lo tanto, es necesario generar estudios que evalúen tanto la viabilidad de implementación de las alternativas teniendo en cuenta aspectos, ambientales y económicos.

Es necesario estimar la cantidad de residuos orgánicos salientes de las fábricas de bocadillo, preferiblemente luego de realizada la separación de los materiales, de esta forma se puede generar más fácilmente una caracterización de los tipos de aprovechamiento a usar.

Cada proceso de aprovechamiento debe ser estudiado y evaluado rigurosamente antes de implementar cualquier proceso productivo.

9. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar J., S., Garcia D., Z., & Fundación Universidad de América. (2016). *Evaluación de la producción de Etanol a partir de residuos orgánicos y sus diferentes mezclas, generados en la Empresa de Alimentos SAS*.
- Alarcon, M., López, J., & Restrepo, D. (2015). Agro-industrial fruit co-products in Colombia, their sources and potential uses in processed food industries: a review. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 68(2)(7729–7742).
- Amaya-Cruz, D., Rodriguez-Gonzalez, S., Perez-Ramirez, I. F., Loarca-Piña, G., Amaya-Illano, S., Gallegos-Corona, M. A., & Research and Graduate Studies in Food Science Reynoso-Camacho, R. (2015). Juice by-products as a source of dietary fibre and antioxidants and their effect on hepatic steatosis. *Journal of Functional Foods*, 17(93–102).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.04.051>
- Angarita Ruiz, M. P. (2019). *Obtención de aceite esencial de semilla de durazno por método soxhlet y arrastre de vapor*.
- Arantes, V., & Saddler, J. N. (2010). Access to cellulose limits the efficiency of enzymatic hydrolysis: the role of amorphogenesis, *Biotechnology for biofuels*.
- Arvanitoyannis, L., & Varzakas, T. (2008). Fruit/Fruit Juice Waste Management: Treatment Methods and Potential Uses of Treated Waste. *Waste Management for the Food Industries*, 569–628. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-012373654-3.50012-2>
- Ashutosh, K. (2008). *Pharmaceutical Microbiology*.
- Acosta Castellanos, P., Pacheco García, B., Cuéllar, L., & Díaz Pita, M. (2019). Análisis de variables físicas y microbiológicas en el proceso de compostaje de biosólidos en pilas menores a un metro cúbico. *Cuaderno Activa*, 11(1), 23-32. Recuperado a partir de <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/576>
- Bandera Fernandez, E., & Pérez Pelea, L. (2015). Mejoramiento genético de guayabo (*Psidium guajava* L.). *Cultivos Tropicales*, 36(96–110).
- Barrera, R. (2006). *de descomposición todo el material orgánico es triturado, separación y preparado, se hace una pila con todos los componentes, manteniendo las condiciones físico-químicas adecuadas, posteriormente*.
- Becerra-Gualdron, C., & Gallardo-Sanchez, C. (2015). Competitividad de las empresas agroindustriales de Boyacá. *Criterio Libre*, 13(22)(227–252).
<https://doi.org/https://doi.org/10.18041/1900-0642/criteriolibre.2015v13n22.138>
- Bobenrieth. (2001). Lectura crítica de artículos originales en salud. *Medicina En Familia*, 81–90.
- Bueno, A. E. (1995). Vitaminas: aspectos prácticos en medicina. *Ediciones Díaz de Santos*.
- Caiza Chicaiza, R. C. (2019). *Inducción de floración y cosecha en la guayaba (Psidium guajava), mediante la aplicación de nitrato de potasio (KNO3)*.
- Camacho, B., & Granados, W. (2018). *MINAGRICULTURA, Cadena de Guayaba indicadores e instrumentos*.
- Canacuan Nasamuez, D., & Carabali Muñoz, A. (2015). *Strepsicrates smithiana* (Walsingham, 1891), enrollador de hojas de *Psidium guajava*. Identificación, daño y ciclo biológico.

Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 16(0122–8706).

- Cantillo, J., Sinuco, D. C., Solarte, M. E., & Melgarejo, L. M. (2011). Estudio comparativo de los compuestos volátiles de tres variedades de guayaba blanca (*Psidium guajava* L.) durante su maduración. *Revista Colombiana de Química*, 40(1), 79–90.
- Cardiz-Gurrea, M., Villegas-Aguilar, M., Leyva-Jimenez, F., Pimentel-Moral, S., Fernandez-Ochoa, A., Alañon, M., Segura-Carretero, A., & University of Granada. (2020). Revalorization of bioactive compounds from tropical fruit by-products and industrial applications by means of sustainable approaches. *Food Research International*, 138(109786). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109786>
- Cardozo, J. Y. B., Rodríguez, U. P. M., Salcedo, R. A. M., Rodríguez, A. M., & Páez, L. Y. Á. (2015). Beneficios de los Antioxidantes de la Fruta de Guayaba (*Psidium Guajava*) Rojo y Blanco en la Prevención y Tratamiento del Cáncer. *Revista Medica Basadrina*, 9(1), 6–9.
- Caro Salamanca, E. P., & Diaz Ochoa, J. (2016). *Factibilidad Para La Creacion De Una Empresa Exportadora De Bocadillo Veleño Ubicada En Barbosa-Santander*. Universidad Industrial de Santander, Instituto De Educacion A Distancia, Insed.
- Cerón, L. J., Hurtado, A. M., & Ayala, A. A. (2016). Efecto de la Presión y la Temperatura de Extracción con CO₂ Supercrítico Sobre el Rendimiento y Composición de Aceite de Semillas de Guayaba (*Psidium guajava*). *Informacion Tecnologica*, 27(0718–0764). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000600025>
- Chavez-Sifontes, M., & Domine, M. E. (2013). Lignina, estructura y aplicaciones: métodos de despolimerización para la obtención de derivados aromáticos de interés industrial. *Avances En Ciencias e Ingeniería*, 4(4)(15–46).
- Chávez-Sinfones, M., & Domine, M. E. (2013). LIGNIN, STRUCTURE AND APPLICATIONS: DEPOLYMERIZATION METHODS FOR OBTAINING AROMATIC DERIVATIVES OF INDUSTRIAL INTEREST. *Avances En Ciencias e Ingeniería*, 0718–8706. <https://www.redalyc.org/pdf/3236/323629266003.pdf>
- Cury, K., Aguas, Y., Martinez, A., Olivero, R., & Ch, L. C. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 122–132.
- Demibras, A. (2010). *Green energy and technology biorefineries for biomass upgrading facilities*.
- Estrada, H. H., Restrepo, C. E., Saumett, H. G., & Perez, L. (2018). Deshidratación Osmótica y Secado por Aire Caliente en Mango, Guayaba y Limón para la Obtención de Ingredientes Funcionales. *Informacion Tecnologica*, 29(0718–0764). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000300197>
- Fajardo-Ortíz, A. G., Legaria-Solano, J. P., Granados-Moreno, J. E., Martínez-Solís, J., & Celis-Forero, Á. (2019). CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y BIOQUÍMICA DE TIPOS DE GUAYABA (*Psidium guajava* L.) COLECTADOS EN SUMAPAZ, COLOMBIA. *Revista Fitotecnía Mexicana*, 42(3), 289–299.
- NORMA DEL CODEX PARA LA GUAYABA, 1 (2005).
- FAO-Organizacion de las Naciones Unidas para la alimentacion y la Agricultura. (2013). *Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y Agricultura*. <http://www.fao.org/3/a-au168s.pdf>

- Garcia-Hevia, S., Mora-Gutierrez, M., Cardenas-Lopez, J., Hernandez-Cuello, G., Perez-Petiton, J., & Universidad de Guayaquil. (2019). Evaluación económica del sistema de riego en la Asociación Aguacate-Guayaba. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(2071–0054).
- Guerra-Centeno, D., Valdez-Sanoval, C., Orozco-Acevedo, D., & Fuentes-Rousselin, H. (2016). Guía para la identificación de especies de árboles y arbustos comunes en agropaisaje de Guatemala, Guatemala. *USAC*.
- Guerrero Sierra, H. F., Vega, M. E., Acosta Castellanos, P. M., González Cuenca, D., Molina, D., Montes Ramírez, A. M., ... & Vargas Prieto, A. (2018). Estudios sobre medio ambiente y sostenibilidad: una mirada desde Colombia.
- Gunter, P. (2010). *La economía azul*.
- Herrera Torres, W., & Cuellar Rodriguez, L. A. (2020). Caracterización microbiana del suelo presente en los cultivos de guayaba (*Psidium guajava* L.), en suelos con y sin la adición de agroquímicos en el municipio de Barbosa Santander, Colombia. *Ingenio Colombiano IngCo SAS*.
- Hsiao-Chien, L., Jin-Yuarn, L., & Department of Food Science and Biotechnology. (2020). Characterization of guava (*Psidium guajava* Linn) seed polysaccharides with an immunomodulatory activity. *International Journal of Biological Macromolecules*, 154, 511–520. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.03.137>
- Huang, T. H., & Streitwieser, D. A. (2015). Estudio comparativo de la compostabilidad de fundas plásticas de PEBD, oxo-biodegradables y de papel distribuidas en el Distrito Metropolitano de Quito. *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, 7(1).
- Insam, H., & De Bertoldi, M. (2007). Microbiología del proceso de compostaje. *Ciencia y Tecnología Del Compostaje*, 8 (1), 25–48.
- Ismail Lid, I., Kumar, S., Shukla, S., Kumar, V., & Sharma, R. (2020). Putative antidiabetic herbal food ingredients: Nutra/functional properties, bioavailability and effect on metabolic pathways. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 317–340. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.017>
- Jagtap, U. B., & Bapat, V. A. (2015). Wines from fruits other than grapes: Current status and future prospectus. *Food Bioscience*, 9, 80–96. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fbio.2014.12.002>
- Lett, L. A. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. *Revista Argentina de Microbiología*, 46(1), 1–2.
- Ligia, R., Lopez, L., & Garcia, M. (2010). Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en Colombia, mora (*Rubus Glaucus* B.), maracuyá (*Passiflora Edulis* s.), guayaba (*Psidium Guajava* L.) y Papayuela (*Carica Cundinam*. *Alimentos Hoy*, 19(21), 35–42.
- Lima, R., Salvador, S., Vitali, L., Bloque, J., & Universidad Federal de Santa Catarina. (2019). May the superfruit red guava and its processing waste be a potential ingredient in functional foods?. *Food Research International. Internacional de Investigación Alimentaria*, 115(451–459). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.053>
- López, J., Castañeda, T., & González-Calvo, G. (2017). Nueva ruralidad y dinámicas de proximidad en el desarrollo territorial de los sistemas agroalimentarios localizados. *Revista*

Latinoamericana, 16, N°. 47(0718–6568).

- Mantilla, C. L., Nerio, L., & Zumaqué, L. E. O. (2007). Evaluación fisicoquímica y bromatológica de la guayaba agria (*Psidium araca*) en dos estados de maduración. *Temas Agrarios*, 12(1), 13–21.
- 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 Nutrición*, 58(1), 98–102.
- Martinez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Perez-Alvarez, J. A., & Viuda-Martos, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chemistry*, 135(3), 1520–1526. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.057>
- Méndez, N. V., Vázquez, J. T., & Ramírez, S. P. (2014). *COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLA DE GUAYABA*.
- Merino, J. S. (2010). Introducción a la Investigación de Mercados. In *E-Prints Complutense, Madrid*.
- RESOLUCION 2154, (2012).
- Mishra, M., Jalil, S., Sharma, N., Hudedamani, U., & An Agrobacterium mediated transformation system of guava (*Psidium guajava* L.) with endochitinase gene. *Crop Breed. Appl. Biotechnol.* (2014). An Agrobacterium mediated transformation system of guava (*Psidium guajava* L.) with endochitinase gene. *Crop Breed. Appl. Biotechnol. Mejoramiento de Cultivos y Biotecnología Aplicada*, 14(1984–7033).
- Morton, J. F. (1987). *Fruits of warm climates. Creative Resource* (pp. 160–168).
- Nagarajan, J., Prasad Krishnamurthy, N., Nagasundra Ramanan, R., Eshwaraiah Raghunandan, M., M. Galanakis, C., & Wei Ooi, C. (2019). A facile water-induced complexation of lycopene and pectin from pink guava byproduct: Extraction, characterization and kinetic studies. *Food Chemistry*, 296, 47–55. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.135>
- Nivia, A., Castro, H., Parada, F., Rodriguez, I., & Restrepo, P. (2007). APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LA GUAYABA (*Psidium guajava* L.): I. OBTENCIÓN DE EXTRACTOS A PARTIR DE SEMILLAS UTILIZANDO COMO SOLVENTE CO₂ SUPERCRÍTICO. *Scientia et Technica*, 0122–1701.
- Nobre, P. T., Munekata, P. E. S., Costa, P. G., Carvalho, F. R., Ribeiro, N. L., Queiroga, R. C. R. E., Sousa, S., Silva, A., Lorenzo, J., & Centro Tecnológico de la Carne de Galicia. (2020). The impact of dietary supplementation with guava (*Psidium guajava* L.) agroindustrial waste on growth performance and meat quality of lambs. *Meat Science*, 164(108105). <https://www.sciencedirect-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/science/article/pii/S030917401930587X>
- Ordóñez-Santos, L. E., Portilla, M. A. O., & Rodríguez, D. X. R. (2013). Cinética de degradación térmica de vitamina C en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Revista Lasallista de Investigación*, 10(2), 44–51.
- Ordoñez-Santos, L., Hurtado, P., Rios, O., & Arias, M. (2014). Concentración de carotenoides totales en residuos de frutas tropicales. *Producción + Limpia*, 9, 91–98.

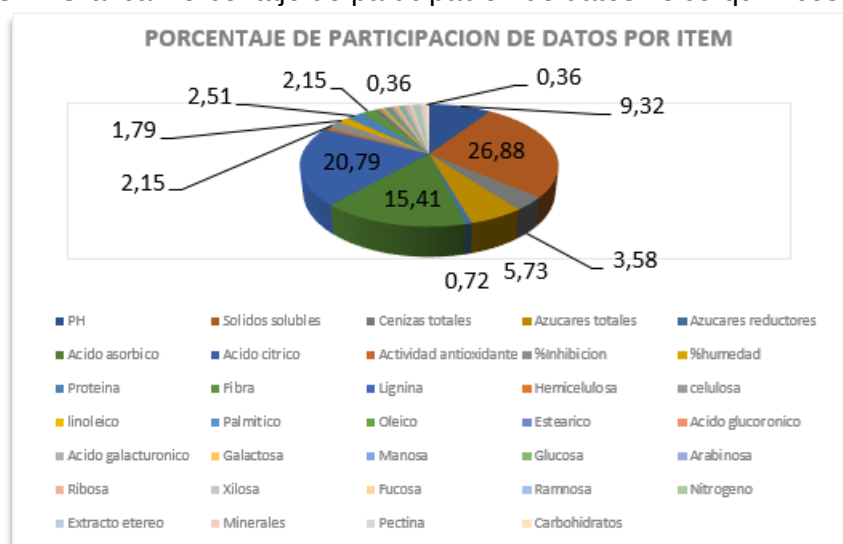
- Osorio, C., Forero, D. P., & Carriazo, J. G. (2011). Characterisation and performance assessment of guava (*Psidium guajava* L.) microencapsulates obtained by spray-drying. *Food Research International*, 44(5), 1174–1181. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.09.007>
- Paredes, J., Hernández, R., & Cañizares, A. (2015). Efecto del grado de madurez sobre las propiedades fisicoquímicas de pectinas extraídas de cascotes de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Idesia (Arica)*, 33(0718–3429). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292015000300006>
- Parra-Coronado, A. (2014). Ripening and postharvest behavior in guava (*Psidium guajava* L.). A review. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(2)(314–327).
- Peñeranda Gonzalez, L., Montenegro Gomez, S., & Giraldo Abad, P. (2017). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia. *RIAA*, 8(2145–6453).
- Peng, Y., & Wu, S. (2010). Fast Pyrolysis Characteristics of Sugarcane Bagasse Hemicelluloses. *Cellulose Chemistry and Technology, Guangdong-China. Cellulose Chemistry and Technology*.
- Perez, R., Mitchell, S., Vargas, R., & Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias extractivas IPN. (2008). *Psidium guajava*: A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology*, 117(1–27). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.01.025>
- Pezoti, O., Cazetta, A. L., Bedin, K. C., Souza, L. S., Souza, R. P., Melo, S. R., Almeida, V. C., & laboratory of Environmental and Agrochemistry. (2016). Percolation as new method of preparation of modified biosorbents for pollutants removal. *Chemical Engineering Journal*, 283(1305–1314). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cej.2015.08.074>
- Pinzón, D. R. (2016). *Estudio de factibilidad financiera de la tecnificación del cultivo de guayabo (Psidium guajava). Roja Común en el departamento de Cundinamarca*.
- Ramirez, A., & Pacheco de Delahaye, E. (2009). Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia*, 24(0378–1844).
- Saval, S. (2012). Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. *Biotechnologia*, 16(2)(14–46).
- Serna-Cock, L., Mera-Ayala, J., & Angulo-Lopez, J. (2013). Harina de semilla de guayaba *Psidium guajava* y micelio seco de *Aspergillus niger* como fuentes de nitrógeno para la producción de biomasa y compuestos antimicrobianos producidos por *Weissella confusa*. *Revista Electronica de Biotecnologia*, 16(0717–3458). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2225/vol16-issue6-fulltext-1>
- Serpa Gerra, A. M., Vasquez Osorio, D. C., Castrillon Martinez, D. C., & Hincapie Llanos, G. A. (2015). Comparación de dos técnicas de deshidratación de guayaba-pera (*Psidium guajava* L.) sobre los efectos del contenido de vitamina C y el comportamiento de las propiedades técnico-funcionales de la fibra dietaria*. *Lasallista Investig.*, 12(1794–4449).
- Resolución N°37563, (2017).
- Torres, C. J. G. (1998). Manejo post-cosecha y comercialización de guayaba: *psidium guajava* L. *IICA Biblioteca Venezuela*, 9.
- Torres, D., Canal, D., Lopez, S., & Rojas, A. (2014). Producción de un adsorbente a partir de

semillas de guayaba. UNAL.

- University of Granada. (2015). *Secado por liofilización*. Practicas Docentes En Facultad de Ciencias Cod10-71. <http://fciencias.ugr.es/practicasdcentes/wp-content/uploads/guiones/SecadoPorLiofilizacion.pdf>
- Velasco-Arango, V., Bernal-Martinez, A., Ordoñez-Santos, L., & Hleap-Zapata, J. (2020). Caracterización del epicarpio de guayaba (*Psidium guajava* L.) como alternativa natural para uso en productos alimenticios procesados. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 18(1692–3561). [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18684/bsaa\(18\)26-36](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18684/bsaa(18)26-36)
- Yang, L., Lu, M., Carl, S., Mayer, J. A., Cushman, J. C., Tian, E., Lin, H., & Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, U. de N. (2015). Caracterización de biomasa de Agave y Opuntia como posibles materias primas para biocombustibles. *Biomass and Bioenergy*, 76. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.03.004>
- Yepes, S. M., Naranjo, L. J. M., & Sanchez, F. O. (2008). Valorización de residuos agroindustriales–frutas–en Medellín y el sur del valle del Aburrá. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 61(1)(4422–4431).
- Zegada Franco, V. Y. (2015). PECTIN EXTRACTION FROM ORANGE PEELS WASTE BY MICROWAVE ASSISTED ACID HYDROLYSIS (MWAH). *Investigacion & Desarrollo*, 15(2518–4431).

9. ANEXOS

ANEXO 1. Grafica- Porcentaje de participación de datos físico-químicos por ítem



Fuente. Autor

ANEXO 2. Grafica-Cantidad de datos por componente



Fuente. Autor

ANEXO 3. Tabla-Aplicación de ítems estadísticos utilizados en funciones de Excel

Ítem Estadístico	Función en Excel
Media	PROMEDIO (datos)
Mediana	MEDIANA (datos)
Moda	MODA (datos)
Valor máximo	MAX (datos)
Valor mínimo	MIN (datos)
Rango	MAX-MIN
Varianza	VAR.S (datos)
Desviación estándar	DESVEST.M (datos)

Fuente. Autor

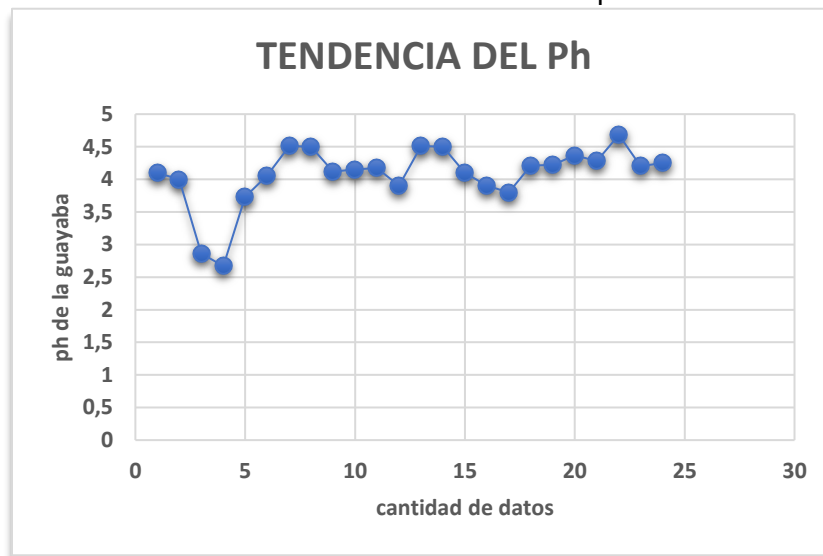
ANEXO 4. Tabla-Ítems físico-químicos analizados en la investigación de Coronado, 2014

Artículo	Ítems físico-químicos	Tipo	No. muestras
(Vázquez-Ochoa & Colinas-León, 1990)	Sólidos solubles, vitamina c y acides titulable	Común	1
(Yadava, 1994)	pH		1
(Mondragón et al., 2009)	Solidos solubles y vitamina c	De pulpa rosada provenientes de México	2

(Bashir & Abu-Goukh, 2003)	Solidos solubles	Pulpa blanca y roja	1
(Lima et al., 2002)	muestra solidos solubles, vitamina c, acides titulable y porcentaje de inhibición	banahas, dos Lucknow 49, dos patillos 2.1, dos Alabama safed, 2 WS. Florida y dos paluma	12
(Cavalini et al., 2006)	solidos solubles, vitamina c y acides titulable	2- paluma, 2- kamaga	4
(Azzolini et al., 2004)	Solidos solubles	Dulce	1
(Batista et al., 2012)	Solidos solubles y acides titulable	paluma rico, pedro sato	1
(Ismail et al., 2010)	Solidos solubles y acides titulable	maamoura	1
(García et al., 2010)	Solidos solubles, y acides titulable	Roja	4
(Ferreira Soares et al., 2011)	Solidos solubles y acides titulable	tipo pedro dato	1
(Hojo et al., 2007)	Solidos solubles y acides titulable	pedro sato	2
(Jacomino et al., 2003)	Solidos solubles, vitamina c y acides	pedro sato	2
(Mercado-Silva et al., 1998)	Solidos solubles, vitamina c y acides titulable	media china	4
(Rojas & Narváez, 2009)	Solidos solubles y acides titulable	Regional	2
(Solarte et al., 2010)	Solidos solubles, vitamina c y acides titulable	Regional	2
(González-Cárdenas, 2010)	Solidos solubles y acides titulable	guayaba roja, dos a guayaba blanca y guayaba ICA1	6
(Siddiqui et al., 1991)	Solidos solubles y vitamina c	allahabadi safeda	3

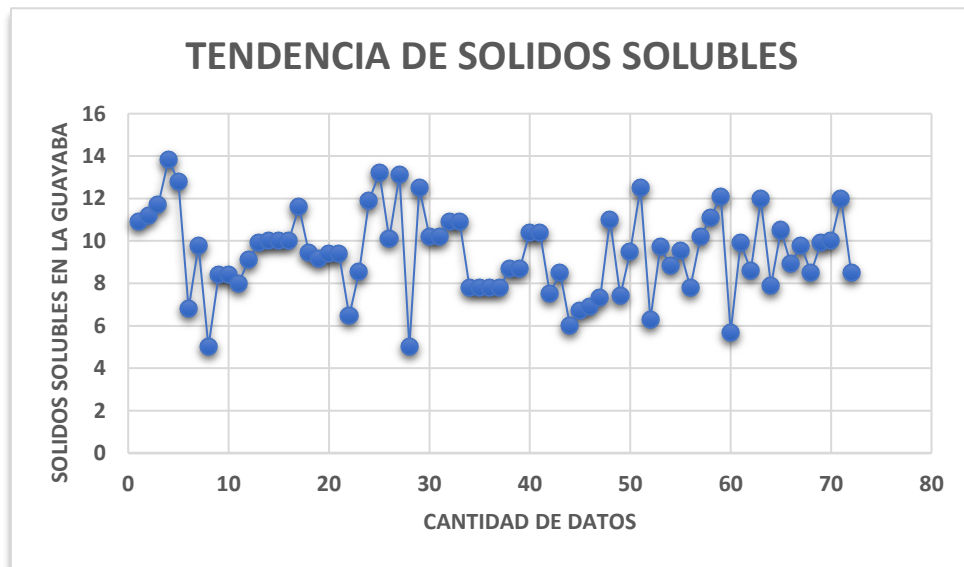
Fuente. Autor

ANEXO 5. Grafica-Datos de pH



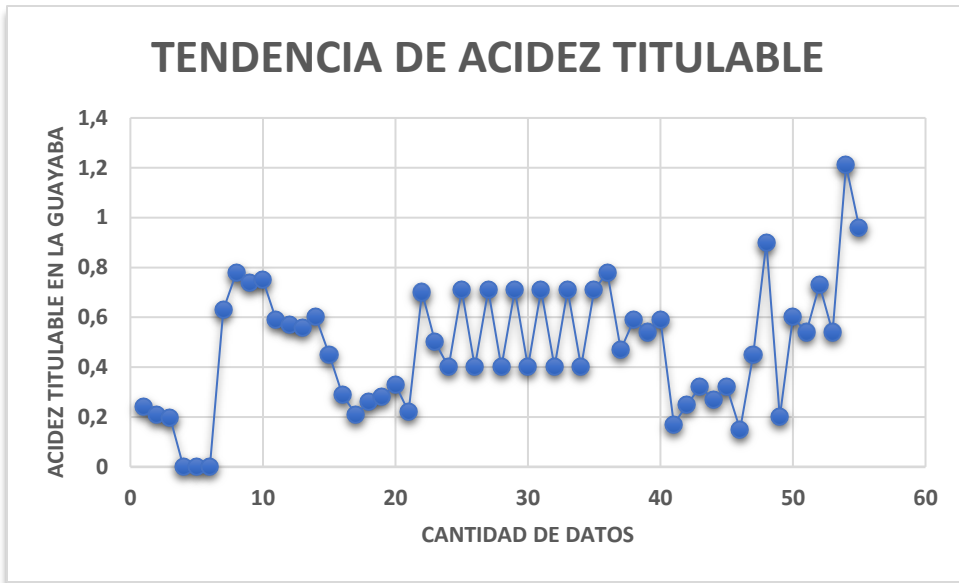
Fuente. Autor

ANEXO 6. Grafica-Datos de sólidos solubles



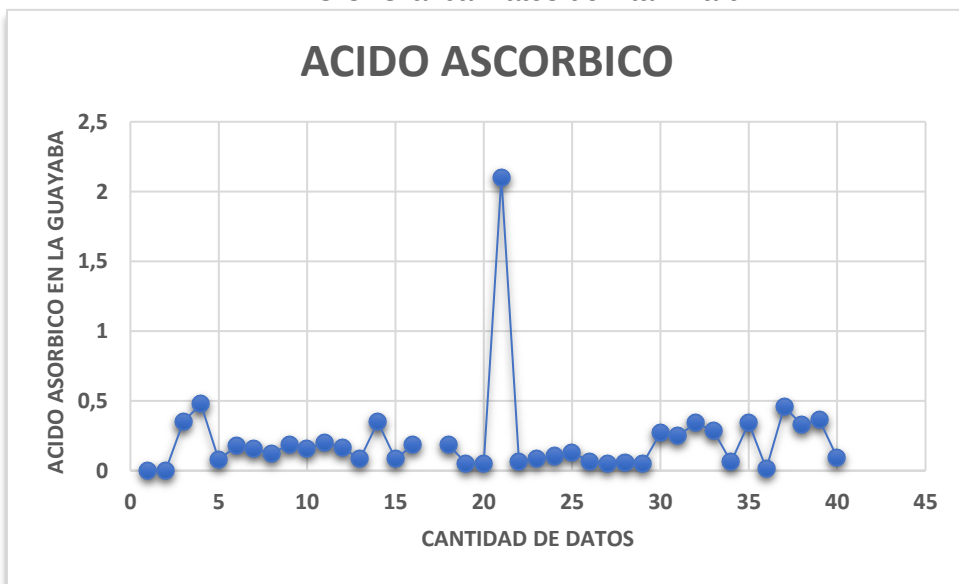
Fuente. Autor

ANEXO 7. Grafica-Datos de acidez titulable



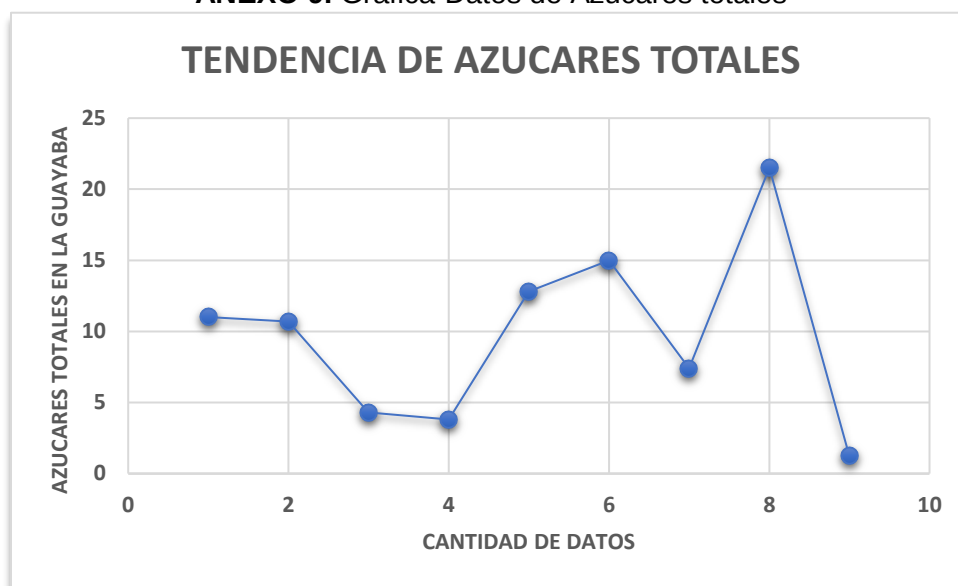
Fuente. Autor

ANEXO 8. Grafica-Datos de vitamina c



Fuente. Autor

ANEXO 9. Grafica-Datos de Azucares totales



Fuente. Autor

ANEXO 10. Análisis general componentes

ANALISIS ESTADISTICO

PH

Media	4,07458333	Vmax	4,68	Varianza	0,21957373
Mediana	4,16	Vmin	2,67	Desviación estándar	0,46858695
Moda	4,1	Rango	2,01		

Solidos Solubles (%) °BRIX

Media	9,42027778	Vmax	13,82	Varianza	3,92012668
Mediana	9,51	Vmin	5	Desviación estándar	1,97993098
Moda	7,8	Rango	8,82		

Cenizas totales (%)

Media	0,68055556	Vmax	1,5	Varianza	0,10596928
Mediana	0,579	Vmin	0,42	Desviación estándar	0,32552923
Moda	#N/A	Rango	1,08		

Azucares totales (%)

Media	9,74777778	Vmax	21,5	Varianza	40,0762944
Mediana	10,7	Vmin	1,23	Desviación estándar	6,33058405
Moda	#N/A	Rango	20,27		

Azucares reductores (%)

Media	5,63	Vmax	5,72	Varianza	0,0162
--------------	------	-------------	------	-----------------	--------

Mediana	5,63	Vmin	5,54	Desviación estándar	0,12727922
Moda	#N/A	Rango	0,18		
Vitamina C/ Ácido ascórbico (%)					
Media	0,4064434	Vmax	2,0988	Varianza	0,4428388
Mediana	0,15325	Vmin	0,00285	Desviación estándar	0,66546134
Moda	0,0528	Rango	2,09595		
Acidez titularle/ Ácido cítrico (%)					
Media	0,51031609	Vmax	1,21	Varianza	0,06929789
Mediana	0,54	Vmin	0,00037	Desviación estándar	0,25148764
Moda	0,71	Rango	1,20963		
Trlox/Actividad antioxidante (%)					
Media	62,7115	Vmax	67,859	Varianza	52,9935125
Mediana	62,7115	Vmin	57,564	Desviación estándar	7,27966431
Moda	#N/A	Rango	10,295		
Inhibición (%)					
Media	10,6	Vmax	11,6	Varianza	2
Mediana	10,6	Vmin	9,6	Desviación estándar	1,41421356
Moda	#N/A	Rango	2		
Humedad (%)					
Media	87,885	Vmax	89,8	Varianza	1,95796667
Mediana	87,61	Vmin	86,52	Desviación estándar	1,39927362
Moda	#N/A	Rango	3,28		
Proteína (%)					
Media	5,17788889	Vmax	15,3	Varianza	30,0473201
Mediana	3,6	Vmin	0,281	Desviación estándar	5,48154359
Moda	#N/A	Rango	15,019		
Fibra (%)					
Media	19,5424	Vmax	80	Varianza	1143,65742
Mediana	4,292	Vmin	3,25	Desviación estándar	33,8180044
Moda	#N/A	Rango	76,75		
Nitrógeno (%)					
Media	0,07683333	Vmax	0,0922	Varianza	0,00033712
Mediana	0,0818	Vmin	0,0565		0,0178898

Moda	#N/A	Rango	0,0357	Desviación estándar
-------------	-------------	--------------	---------------	--------------------------------

Fuente. Autor

ANEXO 11. Certificado participación como ponente de poster, CONGRESO INTERNACIONAL. Objetivos del desarrollo sostenible

