



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA DE INDUSTRIAS PECUARIAS**

**“CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL PROCESO DE  
DESHIDRATACIÓN DE TRES TIPOS DE FRUTAS”**

**Trabajo de titulación Tipo: Proyecto de  
Investigación**

**Presentado para optar al grado académico de:**

**INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTOR: JEAN CARLOS TRUJILLO SILVA**

**DIRECTOR: ING. DIEGO IVAN CAJAMARCA CARRAZCO MGS.**

**Riobamba – Ecuador 2021**

**2021, Jean Carlos Trujillo Silva**

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

Yo, Jean Carlos Trujillo Silva, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 2021.

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and strokes, representing the name Jean Carlos Trujillo Silva.

**Jean Carlos Trujillo Silva**

**060413872-7**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación, **“CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE TRES TIPOS DE FRUTAS”**, realizado por el señor: **JEAN CARLOS TRUJILLO SILVA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Iván Patricio Salgado Tello, MSc

\_\_\_\_\_

29 de Julio del 2021

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Diego Iván Cajamarca Mgs

\_\_\_\_\_

29 de Julio del 2021

**DIRECTOR DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

Dra. Georgina Moreno A.

\_\_\_\_\_

29 de Julio del 2021

**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a Dios por siempre guiarme en mis pasos y darme la fortaleza para seguir siempre adelante.

A mis padres Carlos Trujillo y Mariela Silva por ser mis principales promotores para poder cumplir mis sueños, ser mi guía, creer en mí y en mis expectativas, quienes me han enseñado el valor del trabajo y la perseverancia, por estar siempre a mi lado y apoyarme de forma incondicional.

De la misma manera a mis hermanos Karen y Ronnel que me han ofrecido el amor y calidez de la familia por ser los mejores y estar conmigo en la buenas y en las malas, un agradecimiento especial a Sofía ya que su ayuda a sido fundamental, ha estado conmigo en los momentos más difíciles esta etapa no fue fácil, pero ha estado motivándome y ayudándome hasta donde sus alcances lo permitieron es por ello por lo que quedo eternamente agradecido.

Agradezco a mis amigos Andrés, Alexis, Sebastián, Bonifaz, Estefanía, María José y a todos mis amigos los que culminamos y los que tomaron caminos diferentes y nuevos desafíos en sus vidas profesionales como Stalin un gran amigo, gracias por haber compartido conmigo y hacer mi vida universitaria más amena, gracias, amigos por extender su mano y siempre estar dispuestos ayudarme porque sin el equipo que formamos, no hubiéramos logrado esta meta.

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE GRÀFICAS .....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
A.    Objetivo General.....	3
B.    Objetivos Específicos.....	3
CAPITULO 1.....	4
MARCO TEORICO REFERENCIAL .....	4
1.1.    LAS FRUTAS .....	4
1.1.1. <i>Composición nutricional de las frutas</i> .....	4
1.1.2. <i>Hidratos de Carbono de las frutas</i> .....	4
1.1.3. <i>Fibra de las frutas</i> .....	4
1.1.4. <i>Proteína de las frutas</i> .....	5
1.1.5. <i>Grasa de las frutas</i> .....	5
1.1.6. <i>Pigmentos de las frutas</i> .....	5
1.1.7. <i>Clasificación de las frutas</i> .....	5
1.1.8. <i>Frutas Sub tropicales</i> .....	6
1.1.9. <i>Frutas Tropicales</i> .....	6
1.2.    EI BANANO.....	6
1.2.1. <i>Composición del banano</i> .....	7
1.2.2. <i>Producción mundial del banano</i> .....	7
1.2.3. <i>Producción de banano en el Ecuador</i> .....	8
1.3.    PIÑA .....	9
1.3.1. <i>Composición de la piña</i> .....	10

1.3.2.	<i>Producción de la piña a nivel mundial.....</i>	10
1.3.3.	<i>Producción de piña en el Ecuador .....</i>	12
1.4.	<b>MANGO .....</b>	13
1.4.1.	<i>Composición del mango.....</i>	13
1.4.2.	<i>Producción del mango a nivel mundial .....</i>	14
1.4.3.	<i>Principales países productores de mango en el mundo .....</i>	15
4.1.	<i>Principales países exportadores de mango en el mundo .....</i>	15
1.4.4.	<i>Producción de mango en el Ecuador .....</i>	16
1.4.5.	<i>Usos .....</i>	16
1.5.	<b>DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS .....</b>	16
1.5.1.	<i>Secado natural o al sol.....</i>	16
1.5.2.	<i>Secado por Hornos caseros .....</i>	17
1.5.3.	<i>Secado por medio de deshidratadoras eléctricas.....</i>	17
1.5.4.	<i>Secado por microondas.....</i>	17
1.5.5.	<i>Deshidratación por liofilización .....</i>	17
1.5.6.	<i>Deshidratación Osmótica.....</i>	17
1.5.7.	<i>Banano Deshidratado .....</i>	17
1.5.8.	<i>Piña Deshidratada .....</i>	19
1.5.9.	<i>Mango Deshidratado .....</i>	20
1.6.	<b>RESIDUOS AGROINDUSTRIALES.....</b>	21
1.6.1.	<i>Residuos del banano .....</i>	21
1.6.2.	<i>Residuos de la piña .....</i>	22
1.6.3.	<i>Residuos del mango .....</i>	22
<b>CAPITULO 2.....</b>		24
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>		24
2.1.	<b>MATERIALES .....</b>	24
2.1.1.	<b>TANGIBLES.....</b>	24
2.1.2.	<b>INTANGIBLES .....</b>	24
2.2.	<b>PROCEDIMIENTO PARA LA RECUPERACIÓN DE LA INFORMACIÓN..</b>	24

<b>CAPITULO 3.....</b>	<b>25</b>
<b>3.1. Caracterización de los residuos generados en el proceso de deshidratación del banano</b>	<b>25</b>
<b>3.2. Desperdicios del Banano .....</b>	<b>26</b>
<b>3.3. Propuesta de tratamiento para los desechos del banano.....</b>	<b>27</b>
<b>3.4. Caracterización de los residuos generados en el proceso de deshidratación de la piña.</b>	<b>27</b>
<b>3.5. Caracterización de los residuos generados en el proceso de deshidratación de la piña ( Cáscara).....</b>	<b>29</b>
<b>3.6. Caracterización de los residuos generados en el proceso de deshidratación de la piña (corazón) .....</b>	<b>31</b>
<b>3.7. Desperdicios de la piña.....</b>	<b>32</b>
<b>3.8. Propuesta de uso de residuos de piña para su industrialización .....</b>	<b>33</b>
<b>3.9. Caracterización de los residuos generados en el proceso de deshidratación del mango (semilla).....</b>	<b>37</b>
<b>3.10. Desperdicios del mango.....</b>	<b>38</b>
<b>3.11. Propuesta para el uso de residuos de mango en la agroindustria .....</b>	<b>39</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>43</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1-1</b> TIPO DE FRUTO DEL QUE PROCEDEN .....	5
<b>TABLA 2-1</b> COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL BANANO .....	7
<b>TABLA 3-1</b> COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PIÑA .....	10
<b>TABLA 4-1</b> COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MANGO .....	14
<b>TABLA 5-1</b> COMPONENTES DEL MANGO.....	14
<b>TABLA 6-1</b> PAÍSES PRODUCTORES DE MANGO.....	15
<b>TABLA 7-1</b> PAÍSES EXPORTADORES DE MANGO .....	15
<b>TABLA 8-1</b> COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS DE BANANO .....	22
<b>TABLA 9-1</b> COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS DE LA PIÑA .....	22
<b>TABLA 10-1</b> COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS DEL MANGO .....	23
<b>TABLA 11-3.</b> CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICO DE LOS RESIDUOS (CÁSCARAS) DEL BANANO	25
<b>TABLA 12-3.</b> CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICO DE LOS RESIDUOS (CORONA) DE PIÑA .....	27
<b>TABLA 13-3.</b> CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICO DE LOS RESIDUOS (CÁSCARA) DE PIÑA.....	29
<b>TABLA 14-3.</b> CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICO DE LOS RESIDUOS (CORAZÓN) DE PIÑA .....	31
<b>TABLA 15-3.</b> CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICO DE LOS RESIDUOS (CÁSCARA) DEL MANGO...	35
<b>TABLA 16-3</b> CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICO DE LOS RESIDUOS (SEMILLA) DEL MANGO .....	37

## INDICE DE GRÀFICAS

<b>GRÁFRICA 1-1</b> PRINCIPALES PAÍSES IMPORTADORES DE BANANO .....	8
<b>GRÁFRICA 2-1</b> DESTINO DEL BANANO ECUATORIANO.....	9
<b>GRÁFRICA 3-1</b> PRINCIPALES PAÍSES IMPORTADORES DE PIÑA .....	11
<b>GRÁFRICA 4-1</b> PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE MANGO ENEL MUNDO .....	15
<b>GRÁFRICA 5-3</b> ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA CÁSCARA DE BANANO .....	25
<b>GRÁFRICA 6-3</b> PARÁMETROS NUTRICIONALES DE LOS RESIDUOS OBTENIDOS DE LA PIÑA (CORONA). .....	28
<b>GRÁFRICA 7-3</b> VALORES NUTRICIONALES DE LA CÁSCARA DE PIÑA .....	29
<b>GRÁFRICA 8-3</b> ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO EVALUADO EN EL CORAZÓN DE LA PIÑA COMO DESHECHO AGROINDUSTRIAL .....	31
<b>GRÁFRICA 9-3</b> ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA CÁSCARA DE MANGO.....	35
<b>GRÁFRICA 10-3</b> ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA SEMILLA DEL MANGO COMO DESHECHO AGROINDUSTRIAL.....	37

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>ILUSTRACIÓN 1-1</b> PRODUCCIÓN DE PIÑA TROPICAL.....	12
<b>ILUSTRACIÓN 2-1</b> DIAGRAMA DE FLUJO BANANO DESHIDRATADO.....	18
<b>ILUSTRACIÓN 3-1</b> DIAGRAMA DE FLUJO PIÑA DESHIDRATADA .....	19
<b>ILUSTRACIÓN 4-1</b> DIAGRAMA DE FLUJO MANGO DESHIDRATADO.....	20
<b>ILUSTRACIÓN 5-3.</b> PROCESO PRODUCCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE CÁSCARA DE PIÑA.....	34

## RESUMEN

La presente investigación bibliográfica tiene como objetivo conocer la caracterización física química de los residuos generados en el proceso de deshidratación de tres tipos de frutas (banano, piña, mango). A través del análisis descriptivo apoyado en repositorios de universidades, artículos de revisión se conoce los valores nutricionales y energéticos de la cáscara de banano, siendo una fuente de rica de carbohidratos como glucosa, fructosa y sacarosa que influye directamente en su valor energético 4696,67 kcal. Además, su composición de celulosa, lignina, hemicelulosa y pectina permiten alcanzar unos valores promedios de 11,07% en fibra y 14,13% en cenizas. En los desperdicios de la piña en la corona su composición promedio es de 57,12% en fibra, mientras que en la cáscara presenta valores muy altos de carbohidratos 70,74% con bajos valores calóricos 3,38 Kcal en la cáscara que dependen específicamente del tipo de madurez o cosecha que se realice en el campo. Además, la cáscara de mango se caracteriza por su elevada concentración de carbohidratos 58,98% esto se debe a sus azúcares presentes en la misma y en conformidad con la fibra contienen un promedio de 16.31%. Por otra parte, el mayor desperdicio en el proceso de deshidratación de las tres frutas analizadas es la piña con un valor de 61% del peso total del futo, mientras que el mango puede generar un desecho del 52,48%. Finalmente, se propone generar bioetanol, piensos o bloques nutricionales a partir de la cáscara para alimentación animal, se recomienda investigar más estudios con distintas alternativas de frutas de varias temporadas para conocer su composición físico químico y profundizar el conocimiento acerca de los beneficios que los desechos de las frutas pueden brindar.

**Palabras clave:** <DESHIDRATACIÓN >, <AGROINDUTRIA >, <NUTRICIÓN>, <QUÍMICO>, <MADUREZ COMERCIAL>.

LUIS  
ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS

Firmado digitalmente por  
LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Nombre de  
reconocimiento (DN):  
o=EC, i=RIQBAMBA,  
serialNumber=630276597  
& cn=LUIS ALBERTO  
CAMINOS VARGAS  
Fecha: 2021.08.16 11:12:28  
+05'00'



1556-DBRA-UTP-2021

## ABSTRACT

This bibliographic research aims to know the physical-chemical characterization of the waste generated in the dehydration process of three types of fruits (banana, pineapple and mango). Through descriptive analysis supported by university thesis and review articles, the nutritional and energy values of banana peel were known showing that it is a rich source of carbohydrates such as glucose, fructose and sucrose that directly influences its energy value 4696,67 kcal. In addition, its composition of cellulose, lignin, hemicellulose and pectin allow it to reach average values of 11.07% in fiber and 14.13% in ash. In pineapple waste, in the crown, its average composition is 57.12% in fiber, while in the peel it presents very high carbohydrate values 70.74% with low caloric values 3.38 Kcal which depends specifically of the type of maturity or harvest that takes place in the field. In addition, the mango peel is characterized by its high concentration of carbohydrates 58.98%, this is due to the sugar it has in it. It also contains an average of 16.31% of fiber. On the other hand, the greatest waste in the dehydration process of the three fruits analyzed is pineapple with a value of 61% of the total weight of the fruit, while the mango can generate a waste of 52.48%. Finally, it is proposed to generate bioethanol, feed or nutritional blocks from the peel for animal feeding. It is also recommended to investigate more studies with different alternatives of fruits of several seasons to know their physical-chemical composition and to deepen the knowledge about the benefits that fruit waste can toast.

Keywords: <DEHYDRATION>, <AGROINDUTRIA>, <NUTRITION>, <CHEMICAL>, <COMMERCIAL MATURITY>.

GLORIA ISABEL  
ESCUDERO  
OROZCO

Firmado digitalmente por GLORIA ISABEL  
ESCUDERO OROZCO  
DN: cn=GLORIA ISABEL ESCUDERO  
OROZCO c=EC o=SECURITY DATA  
S.A. s=ENTIDAD DE  
CERTIFICACION DE INFORMACION  
Motivo: Soy el autor de este documento  
Ubicación:  
Fecha: 2021-08-24 10:47:19:00

## INTRODUCCIÓN

La deshidratación de alimentos es el método más antiguo practicado por el hombre con la finalidad de extender la vida útil de los mismos, ya sea de frutas o verduras. El propósito de este proceso es disminuir el agua interna del alimento para evitar el crecimiento y desarrollo de microorganismos patógenos (CHATO, 2018). Existen algunos métodos para deshidratar alimentos en las que se puede mencionar, la deshidratación natural, deshidratación mixta, deshidratación osmótica, deshidratación por liofilización, deshidratación en hornos que en estas a su vez se pueden utilizar energías adicionales como eléctrica o las generadas por combustibles fósiles (DEOLARTE, 2015).

La deshidratación en la actualidad es una alternativa de crecimiento tanto social como económica, y es por ello que todos los días la industria de deshidratados genera gran cantidad de desechos, en la actualidad los productores y asociaciones que se dedican a la producción frutícola en general consideran indispensable evitar pérdidas económicas como consecuencia de la falta de conocimientos tecnológicos y técnicas en la cadena agro-productiva de la fruta. A nivel mundial se estima que las pérdidas post cosecha debido al manejo incorrecto en el sistema son superiores al 50% (FAO, 2018).

El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica define que: “Los desechos y/o residuos sólidos no aprovechables o desechos peligrosos y especiales con tratamiento previo, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, daños o riesgos a la salud humana o al ambiente. La disposición final, se la realiza cuando técnicamente se ha descartado todo tipo de tratamiento, tanto dentro como fuera del territorio ecuatoriano” (Acuerdo Ministerial-097 - A MAE, 2015).

Los desechos y/o residuos generados en la agroindustria pueden ser una alternativa viable para nuevas tecnologías contribuyendo con el medio ambiente logrando ser una alternativa sustentable para el ecosistema.

El Ecuador al ser un país frutícola tiene una producción continua, muchas frutas han logrado mercados internacionales y otro porcentaje se la destina para la comercialización y producción nacional, empresas dedicadas a la industrialización de frutas hoy en día tienen cientos de toneladas semanales de desecho, es por ello que este proyecto de investigación pretende caracterizar mediante datos bibliográficos los residuos sólidos en tres tipos de frutas (piña, banano, mango) y conocer en qué etapa del proceso se genera su mayor cantidad. En los residuos sólidos conocer si se cumple con lo establecido en la normativa Ambiental Ecuatoriana Secundaria Acuerdo Ministerial 097 – A MAE; 2015, teniendo un enfoque de producción agroindustrial sostenible en miras de alcanzar los objetivos del milenio 2030. Este estudio continuará como aporte para el

proyecto de investigación titulada “Estudio de factibilidad técnico-económica y ambiental de una planta piloto para la obtención de frutas deshidratadas y sus derivados” que lleva acabo en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

## **OBJETIVOS**

### **A. Objetivo General**

Caracterizar los residuos generados en el proceso de deshidratación de tres tipos de frutas.

### **B. Objetivos Específicos**

- Realizar una revisión bibliográfica de la caracterización fisicoquímica de los residuos sólidos provenientes de la actividad agroindustrial en tres tipos de frutas (piña, banano y mango).
- Identificar qué tipo de fruta (piña, banano y mango), genera mayor cantidad de residuos sólidos durante el proceso de deshidratación de frutas y sus derivados.
- Definir una propuesta de tratamiento para la disposición final de los desechos provenientes del proceso productivo.



## CAPITULO 1

### MARCO TEORICO REFERENCIAL

#### 1.1. LAS FRUTAS

El Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN define a la fruta como el “órgano comestible de la planta, procedente de la fructificación, destinada al consumo en estado natural” (NTE INEN 1 751, 1996); mientras que (BERNAL, y otros, 2017), menciona que las frutas son una fuente de micro y macro nutrientes, que contienen antioxidantes y fibra que puede formar subproductos con altos contenidos de probióticos y prebióticos y ayuden al desarrollo de nuevos productos funcionales.

La falta de consumo de frutas juega un papel clave para enfermedades crónicas y de carácter degenerativas ya que como nos muestra (GONZÁLEZ, y otros, 2018) el 63% de muertes en el mundo son causadas por no consumir frutas y hortalizas, así como menciona (RODRÍGUEZ, 2019) en su investigación “Desafío para el consumo de frutas y verduras” para alcanzar las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) el consumo recomendado es de 500gr o 5 porciones de fruta al día. Es importante disponer estrategias socio culturales alimentarias y económicas de la población para que esta sea de manera eficiente y frenar la desnutrición (MUÑOZ, 2017)

##### *1.1.1. Composición nutricional de las frutas*

Las frutas en su mayoría disponen de vitaminas, minerales, fibra y algunos componentes bioactivos, contiene aproximadamente entre 80% y 91% de agua, pero existen frutas con mejor contenido de agua y mayor contenido de grasa como el aguacate y el coco estos contienen un 79% de lípidos. El contenido energético oscila entre 30 – 70 Kcal por cada 100 gr de alimento (ARROYO, y otros, 2018).

Existe muchas frutas que poseen ciertas características que les hacen únicas en su composición nutricional como por ejemplo la uva negra, la piña, la frutilla, el melón y el kiwi estos poseen propiedades cardiovasculares y mecanismos antitrombóticos (RODRÍGUEZ, y otros, 2017), en cambio frutas como la papaya y el tomate poseen propiedades anticoagulantes y antioxidantes (PIENOVIL, y otros, 2015)

##### *1.1.2. Hidratos de Carbono de las frutas.*

Para (MERA, 2015), los carbohidratos conocidos como azúcares propios de las frutas son la sacarosa, glucosa y fructosa que predominan de acuerdo con el tipo y variedad de la fruta. En las frutas tropicales y subtropicales el contenido de azúcar es mucho más alto que las de clima templado y fríos. La glucosa y fructosa se encuentran en todas las frutas casi en tasas similares mientras que la sacarosa solo se encuentra en aproximadamente dos tercios de todos los tipos de frutas.

Las frutas son una fuente rica en azúcares y estos pueden ser monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos, estos a su vez pueden subdividirse en Pentosas, Hexosas, Polialcoholes que en su gran mayoría se puede decir que son azúcares digeribles y cuya función es proporcionar azúcar a la fruta (CASADO, 2020).

##### *1.1.3. Fibra de las frutas.*

La fibra puede presentarse en forma soluble (pectina) o en forma insoluble (celulosa y hemicelulosa) en proporciones que van a variar según el tipo de fruta (RODRÍGUEZ, 2019), mismas que contienen una presencia de grasa muy baja especialmente en las oleaginosas. La fibra de origen vegetal es incluida en los polisacáridos esta constituye las paredes celulares de la planta los cuales pueden llegar a resistir la hidrólisis enzimática dando como resultado propiedades

fisicoquímicas distintas (TREJO, y otros, 2016), con procesos industriales pueden llegar hacer materia prima para nuevos productos.

#### 1.1.4. *Proteína de las frutas.*

La proteína presente en las frutas es relativamente baja entre 1% y 1,5 %, su componente principal son las enzimas (papaína- en la papaya, bromelina- en la piña) están ayudando la maduración de la fruta (ARROYO, y otros, 2018), las biomoléculas están constituidas por aminoácidos como son, el carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, manteniendo el correcto funcionamiento del organismo. Las proteínas de origen vegetal en este caso las frutas no contienen todos los ácidos grasos esenciales y son denominadas de baja calidad (TAIPE, 2019)

#### 1.1.5. *Grasa de las frutas.*

Al igual que la proteína las frutas contienen porcentajes muy bajos de grasa en muchos casos nulos, su rango está entre 0,1% y 0,5%. Las frutas que contienen lípidos son las oleaginosas el aguacate y el coco, contiene entre 12 a 36 gr de grasa por cada 100gr de pulpa de alimento (ARROYO, y otros, 2018). Las grasas o aceites vegetales primordialmente se las obtiene de las plantas oleaginosas y estas tienen en su composición abundante ácidos grasos la facilidad de su extracción ha hecho que el auge por estos frutos sea cada vez más frecuente (PIMENTEL, y otros, 2018),

#### 1.1.6. *Pigmentos de las frutas.*

(ALVAREZ, y otros, 2016), nos menciona que en las frutas existe una gran variedad de pigmentos y va a depender la maduración de la fruta, el pigmento más importante es la clorofila ya que es la primera coloración que adquiere el fruto para luego proceder a tomar el pigmento característico durante su maduración, en las frutas los principales pigmentos son los carotenoides, antocianinas, los flavonoides, los taninos, las betalainas, etc. La principal función que tienen los pigmentos es para poder atraer a los animales para que de esta manera sus semillas puedan expandirse (HURTADO, y otros, 2018)

#### 1.1.7. *Clasificación de las frutas*

Según (ZHUNE, 2018) clasifica a las frutas de la siguiente manera:

- Frutas Carnosas: Parte comestible posee al menos el 50% de agua
- Frutas Secas: Son generalmente semillas y poseen menos del 50% de agua
- Frutas Oleaginosas: Aquellas con mayor contenido de grasa, se emplea para la obtención de grasa para consumo directo.

**Tabla 1-1** Tipo de fruto del que proceden

TIPO DE FRUTO		FRUTAS INCLUIDAS
<b>Carnosos</b>	Baya	Arándano, kiwi, melón, papaya, plátano, uva
	Drupa	Aguacate, albaricoque, cereza, ciruela, mango, melocotón
	Hesperidio	Limón, mandarina, naranja, pomelo
	Pepónides	Melón, sandía
	Pomo	Manzana, membrillo, pera
	Sicono	Higo
<b>Secos</b>	Semilla de nuez	Anacardo, avellana, cacahuete
	Semilla de drupa	Almendra, nuez, pistacho
<b>Oleaginosas</b>	Grasos	Coco

**Fuente:** (ORTEGA, 2015)

**Realizado por:** Jean Carlos Trujillo, 2021

### **1.1.8. Frutas Sub tropicales**

Existe una gran variedad de frutos cítricos como fresas, kiwi, etc. Una ventaja de estos es que no han sido explotada su comercialización y se puede innovar con ellos, aunque requieren tecnología para su industrialización. Se pueden encontrar frutos propios de cada región y frutos que se han introducido aclimatándolos al suelo y a las condiciones geográficas de la región que desea explotar el fruto, se caracterizan por ser más selectivas en climas cálidos que no superen los 10°C y una humedad casi constante (ÁLVAREZ, 2015)

### **1.1.9. Frutas Tropicales**

Entre algunos tenemos el banano, mango, guayaba, mora, tamarindo, etc. estas frutas se caracterizan por ser muy exóticas tanto para los mercados nacionales como internacionales logrando tener un gran impacto en mercados norteamericanos y europeos. Aunque tradicionalmente son cultivos que no necesitan de tecnología sofisticada para su cosecha actualmente se ha visto una mejora tecnológica en la realización de los subproductos (PEÑA, y otros, 2017)

## **1.2. EL BANANO**

La producción bananera según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (ONUAA, 2020), es uno de los cultivos más rentables y extensos en América Latina y el Caribe, además es el principal rubro de ingresos económicos de exportación agrícola del Ecuador, su demanda se basa en la calidad, de esta forma se ha convertido en una fruta muy consumida en muchos países debido a sus propiedades nutricionales constituidas principalmente por macro y micronutrientes, posee también propiedades Fito nutritivas y compuestos bioactivos que refuerzan la salud, es un sustento vital para las familias de la región costa de nuestro país.

Nuestro país es el primer exportador de banano en el mundo según menciona la Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador (AEBE, 2016), con una superficie plantada de 196 673 ha y una producción de 317 437 040 cajas (18.14 kg caja-1), de las cuales en el trópico se produce el 89 %; en la zona baja de la Sierra, 10 %, y en el Oriente, 1 %. Existe un incremento en la producción del 6.5 % en comparación con el 2014 (AEBE, 2016). Las principales exportaciones fueron enviadas a Rusia 20.3 %; Estados Unidos, 15.5 %, y Alemania, 11.5 % (FAO, 2018). El cultivo de banano representa el 12.39 % de la superficie total agrícola del Ecuador (INEC, 2015). La industria bananera ecuatoriana genera 4 plazas de empleo directo por Ha. y 2.5 millones de empleos directos e indirectos (PROECUADOR, 2016).

El banano conocido también con otros nombres como banana y plátano, pertenece a la familia de las *Musa cecae* estas a su vez tienen variedades como la *Musa* y *Ensete*, de esta manera se dio origen a las distintas variedades como son la *Musa acuminata*, y *Musa balbisiana* de estas dos variedades surgen frutos con características triploides y tetraploides, a lo largo de los tiempos han dado origen a distintos tipos de frutos (MAG, 2015) como por ejemplo AB, AAB y ABB que son originarios de la India y Filipinas esta son frutos híbridos que se originaron del cruce de las variedades *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*, generando así frutos con características únicas.

Este cultivo se da en las zonas climatológicamente templadas la temperatura óptima para este cultivo es de 25°C con una precipitación óptima de 1.500 a 1.400 mm, aunque puede darse en condiciones subtropicales. Hoy en día es el principal cultivo de producción a nivel mundial llegando a consumirse ya sea fresco, deshidratado o industrializado ya sea tipo compota en harinas y otros productos que se pueden encontrar en el mercado esto es gracias a sus propiedades nutricionales que aportan al cuerpo humano (GÓMEZ, 2017).

### 1.2.1. *Composición del banano*

Para (CARVAJAL, y otros, 2017) químicamente el banano está compuesto en promedio por su mayoría de agua con un 74.8%, 23.0% de carbohidratos totales, 19.2% de azúcares, proteína 1.2%, fibra 0.6%, grasa 0.2%, minerales 0.84%. El contenido de proteína y grasa en casi todas las frutas es relativamente bajo y el banano no es la excepción, los minerales o cenizas que se encuentran es igual bajo, pero contiene diversos minerales como son el potasio, magnesio y fósforo y en pequeñas cantidades se pueden hallar calcio y hierro. (MARTÍNEZ, y otros, 2016) Es rico de igual manera en algunas vitaminas como A, C, B6. Se debe tener muy en cuenta la variedad y condiciones climáticas que pueda tener el cultivo, sin duda se puede decir que el banano es un alimento que no debe faltar en la dieta diaria ya que la incorporación del banano a la dieta ayuda a obtener en promedio unas 111 Kcal por cada 100g de alimento lo que lo hace una fuente ideal de energía constituyendo a las necesidades que el cuerpo humano lo requiere a corto plazo

**Tabla 2-1** Composición química del banano

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR
<b>Humedad</b>	%	68.9
<b>Calorías</b>	Cal	111
<b>Proteína</b>	g	1.2
<b>Extracto de etéreo</b>	g	0.2
<b>Carbohidratos totales</b>	g	9.2
<b>Fibra</b>	g	0.6
<b>Cenizas</b>	g	0.5
<b>Calcio</b>	mg	6
<b>Fosforo</b>	mg	21
<b>Hierro</b>	mg	0.7
<b>Caroteno</b>	mg	0.3
<b>Tiamina</b>	mg	0.02
<b>Riboflavina</b>	mg	0.03
<b>Niacina</b>	mg	0.57
<b>Ácido ascórbico</b>	mg	16

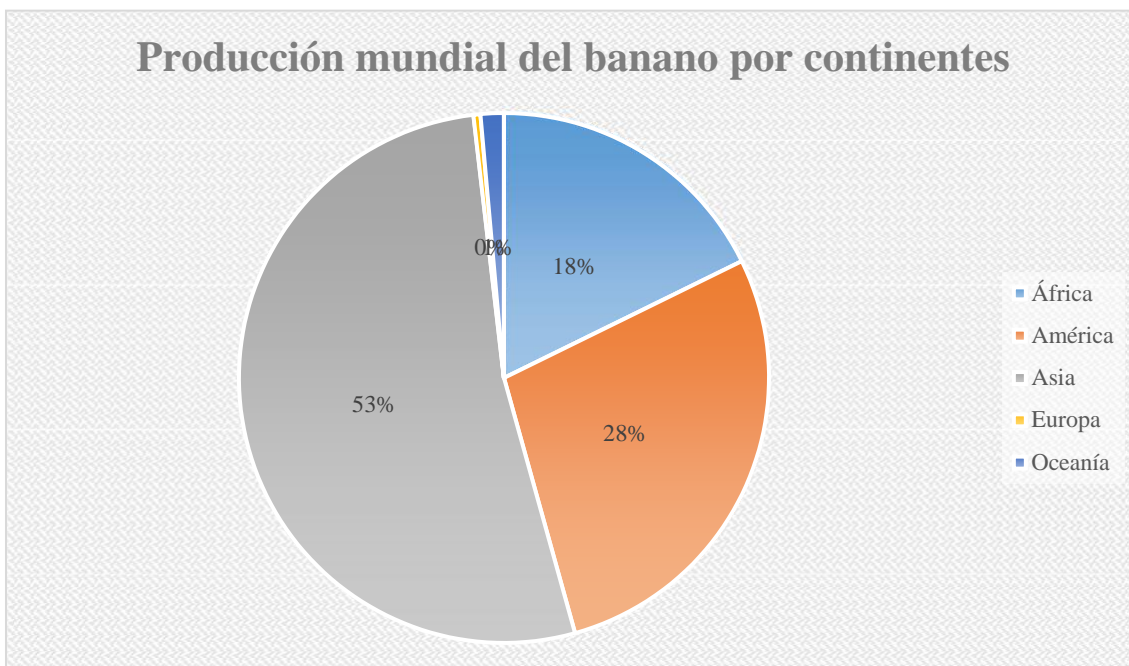
**Fuente:** (GUAMÁN, 2019)

**Realizado por:** Trujillo, J., 2021

En la actualidad existen un sin número de investigaciones que intentan incrementar la cantidad de nutrientes del banano, pero las concentraciones proximales únicamente se ven reflejados en la morfología (CARDOZO, y otros, 2016), las condiciones medio ambientales y el estado de madurez que llegue a tener el fruto, desde el punto de vista fisiológico y nutricional el banano es uno de los frutos con más aportes nutricionales que puede dar a la salud

### 1.2.2. *Producción mundial del banano*

Para la (FAO, 2020) El banano es una de los principales cultivos de producción a nivel mundial su alta demanda ocasiona que año atrás año sea más rentable la siembra de este cultivo ya que en la actualidad se presume que existe un valor aproximado de 116 millos de toneladas, siendo que provienen principalmente de pequeñas parcelas y producción familiar llegando está a ocupar un 85% del total de producción, en muchos países el consumo por capital está rondando por encima de los 10,2 Kg/habitantes/año y esto ha hecho que año a año siga aumentando la demanda del banano (MOLINA, 2016), a continuación se muestra un cuadro resumen de los principales productores de banano a nivel mundial.



**Gráfica 1-1** Producción mundial del banano por continentes

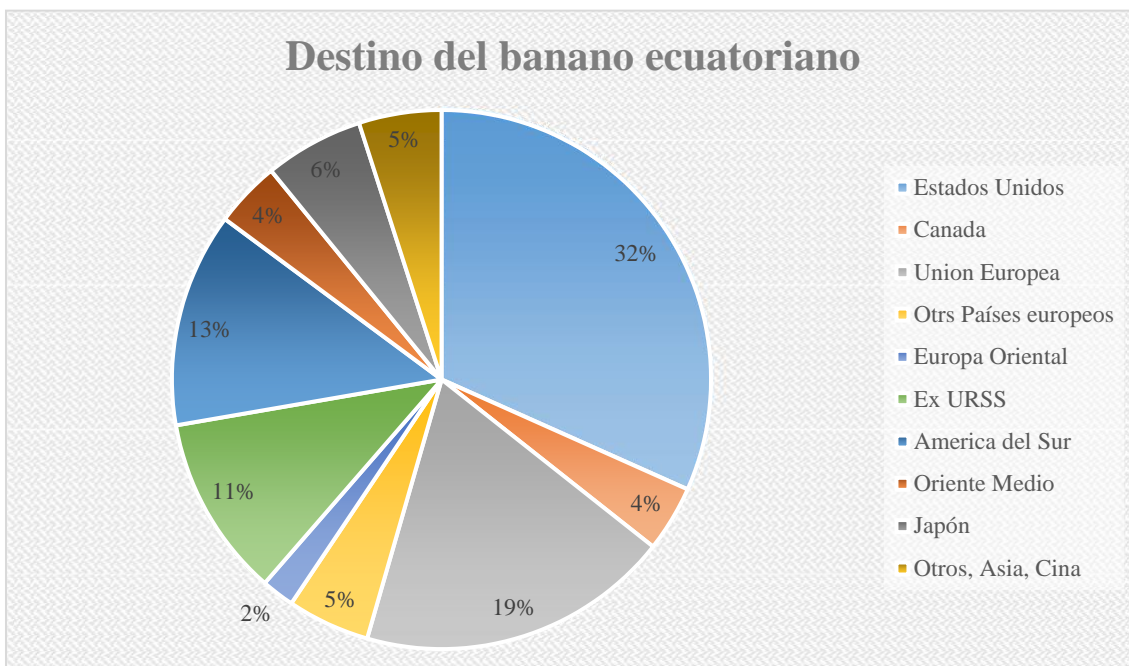
**Fuente:** (ALEJANDRO, 2019)

**Realizado por:** Trujillo J., 2021

Según datos de (ALEJANDRO, 2019), el continente asiático lidera la producción de banano a nivel mundial siendo Filipinas, China Indonesia e India los principales países en este continente en producción, en el Continente Americano, Ecuador, Colombia, Brasil y Costa rica son los más representativos, pero Ecuador y Brasil sobresalen del resto, en el continente africano son apenas dos los países que se dedican a la producción de banano estos países son Camerún y Angola. En el continente europeo y oceanía el clima y otras condiciones hacen que este cultivo no sea apropiado para esta zona.

### **1.2.3. Producción de banano en el Ecuador**

En el Ecuador las principales zonas de cosecha de banano son las provincias de los Ríos, El Oro y El Guayas es un cultivo tan importante ya que año a año se puede evidenciar una curva de crecimiento llegando a exportar más de 5.020.963.927,00 millones de toneladas esto ha hecho que en los últimos 12 años se convierta en la exportación más representativa no petrolera (TORRES, y otros, 2015), Sin embargo la actual demanda del consumo de productos orgánicos ha determinado que 23 de las 24 provincias en Ecuador empiecen a producir bananos orgánicos llegando así a obtener un dato promedio de 36 mil hectáreas y con cerca de 11 mil productores que están registrados en el POA (Productor Orgánico Agropecuarios) y que las exportaciones sean mayores en el auge de este nuevo producto (ANDRADE, y otros, 2017), A continuación, se muestra una tabla resumen de los principales destinos del banano ecuatoriano.



**Gráfica 2-1** Destino del banano ecuatoriano

**Fuente:** (CARRILLO, 2018)

**Realizado por:** Trujillo J., 2021

### 1.3. PIÑA

Es una planta herbácea, monocotiledónea, perenne esta puede llegar a una altura de hasta un metro, el tallo está compuesto de treinta a cuaterna hojas las cuales lo rodean por completo las hojas son largas, gruesas y con espinas. La fruta se forma en la cima del tallo sobre un pedúnculo de aproximadamente de unos 100 a 150 mm de longitud (Retana, 2015). Para reconocer, el comienzo de este fruto tendremos que dirigirnos a Sudamérica enfocándonos en los países de Brasil y Paraguay, mientras que otra variedad silvestre se encuentra incluso hasta Venezuela. (BORJAS, y otros, 2020)

La piña (*Ananas comosus*) ha sido por muchos años una de las principales frutas por mayor número de cultivos en muchos países, en especial la variedad Gol “Extra-Sweet” más conocida como MD-2 ya que, por sus características organolépticas como aroma, sabor y color, así como su gran contenido de sólidos solubles y fibra son las preferida por los consumidores y ha logrado mantenerse como número uno en los mercados mundiales (RODRÍGUEZ, y otros, 2016).

Esta fruta es de coloración externa amarillenta verdosa, su pulpa es de color blanco o amarillo dependiendo la variedad llegando hacer brillante y muy llamativo. Su sabor es dulce, de poca acidez con un balance entre acidez y azúcares es catalogado como un fruto con excelentes cualidades para el consumidor, la variedad MD-2 es considerada como la mejor variedad teniendo una excelente aceptación en el mercado mundial (LORÍA, 2016).

### 1.3.1. *Composición de la piña*

A *Comosus* está combinada por 81 a 86% de agua, por tanto, calóricamente es pequeño, 13 al 19% con sólidos totales (sacarosa, glucosa y fructuosa), el carbohidrato consta el 85% total de los sólidos totales, 2 al 3 % de fibra. Contiene glicina (32.2%), serina (32%) y ácido aspártico (29.8%) abundantemente, mientras que histidina (1.3%), metionina (5.8%) y fenilalanina (8%), niveles bajos. (CANTU, y otros, 2019).

La piña es una de las frutas más exóticas a nivel mundial ya que presenta diferentes propiedades nutricionales ya que contiene potasio, hierro, calcio, fósforo, sodio, proteína, así como también es rica en azúcares y vitaminas A, B1, B2, B3, B6, C, agua, hidratos de carbono, pequeñas cantidades de grasas celulosas, y minerales como magnesio, azufre, cloro, yodo, y algunos ácidos como el ácido cítrico, ácido málico. (MURILLO, y otros, 2015)

El extracto presenta cantidades bajas de ceniza, compuestos nitrogenados y lípidos representando el 0.1% del 25 al 30% compuestos nitrogenados siendo la proteína, abarcando el 80% de actividad enzimática proteolítica (bromelina), formada por peroxidasa, fosfatasa ácida, e inhibidores de la proteasa y calcio parecida a la proteasa que actúan en la digestión (cantidades mínimas) en la parte comestible, y en el tallo está formada por bromelina (HOSSAIN, y otros, 2015)

Las variedades como El MD2 presentan una cantidad de sólidos totales entre 12% - 15% de pulpa presentando un contenido de fibra muy alto y un contenido de azúcares que oscila entre 12 – 17 brix. El sabor y la calidad de la fruta van a depender casi en su totalidad del porcentaje de la madurez y la cantidad de azúcares presentes. Uno de los minerales que ayuda a las características organolépticas es el potasio, pero si existe un exceso de potasio al igual que de nitrógeno afecta directamente al color de la pulpa del fruto dando características de un color blanco, poco firme y con un diámetro del corazón grande (LÓPEZ, 2016).

**Tabla 3-1** Composición química de la piña

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR
Energía	Kcal	50
Agua	g	86.8
Proteína	g	0.5
Lípidos totales	g	11
Fibra	g	1.2
Cenizas	g	0.2
Hidratos de Carbono	g	11.5
Azúcar	g	9.26
Sacarosa	g	4.51
Glucosa	g	2.60
Fructosa	g	2.59
Vitamina C	mg	20
Vitamina D	µg	0
Vitamina E	mg	0.1
B-caroteno	µg	35

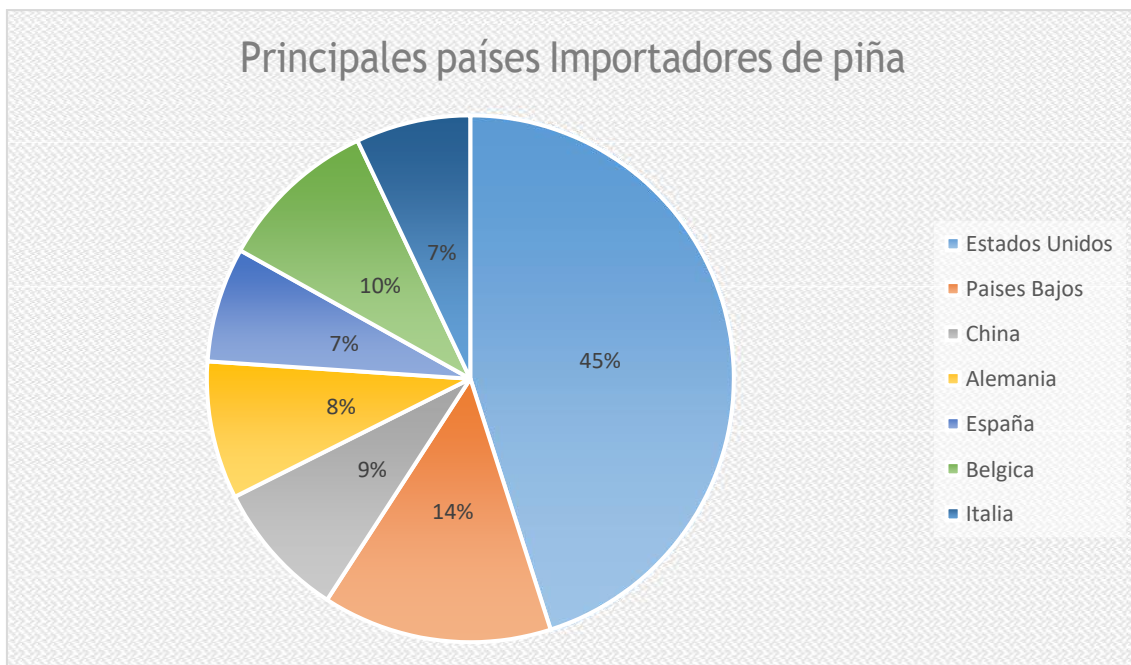
**Fuente:** (CANTU, y otros, 2019)

**Realizado por:** Trujillo J., 2021

### 1.3.2. *Producción de la piña a nivel mundial*

La piña es uno de los principales cultivos tropicales con mayor producción a nivel mundial, tanto que la FAO en 2017 la considero el segundo fruto tropical más importante. En el 2018 este cultivo

alcanzó un volumen de producción 28.3 millones de toneladas. Su principal productor es Costa Rica acaparando la producción casi en un 70%, Filipinas y Tailandia ocupan el segundo y tercer puesto de países productores de piña. Pese a esto Tailandia es el primer país exportador de piña elaborada o piña procesada a nivel mundial ya que exporta un aproximado de 3 millones de toneladas al año a todas las partes del mundo, siendo sus principales mercados Estados Unidos, Reino Unido y Alemana. (FAO, 2020)



**Gráfica 3-1** Principales países Importadores de piña

**Fuente:** (PAREDES, 2016)

**Elaborado por:** Trujillo J., 2021

En el año 2019, el precio de la piña se mantuvo estable favoreciendo en esta instancia tanto a los productores como exportadores, la Unión Europea, Alemania y Estados Unidos son mercados con volumen de demanda muy altos, que países como Colombia, Bolivia, Chile y Ecuador han adoptado por empezar a exportar piña hacia estos mercados, ya que en países donde eran sus clientes potenciales como Australia y Países Bajos existe una amenaza de declive por condiciones meteorológicas llegando casi al costo de 7 Euros el Kg de fruta cuando normalmente se encontraba por encima de los 10 Euros (DUQUE, y otros, 2019).



	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2016 Tasa de crecimiento promedio porcentaje %
(Miles de toneladas)												
<b>Total, mundial</b>	20085	19731	19969	21065	22923	24082	24527	25439	25928	25740	25888	3,62
<b>Asia</b>	10156	9771	9697	9644	10602	10973	10928	11165	11399	10944	11048	1,75
<b>América Latina y el caribe</b>	6776	6878	6833	7434	8011	8647	8916	9364	9486	9615	9515	4,71
<b>África</b>	2782	2701	3044	3645	4014	4169	4401	4606	4753	4888	5032	7,35
<b>Costa Rica</b>	1547	1668	1946	2313	2469	2616	2685	2916	2772	2931	2712	7,44
<b>Brasil</b>	2676	2569	2206	2206	2365	2547	2484	2646	2702	2602	2669	0,88
<b>Filipinas</b>	2016	2209	2198	2169	2247	2398	2459	2507	2583	2612	2651	2,78
<b>India</b>	1362	1245	1341	1387	1415	1500	1571	1737	1984	1964	2031	5,15
<b>China</b>	1382	1386	1477	1496	1592	1679	1800	1889	1989	1993	1951	4,75
<b>Tailandia</b>	2815	2278	1895	1966	2593	2400	2068	1915	1734	1681	1601	-3,82
<b>Nigeria</b>	900	900	1000	1487	1482	1433	1442	1465	1487	1474	1478	6,08
<b>Indonesia</b>	1396	1433	1558	1406	1541	1782	1883	1835	1730	1396	1452	1,93
<b>México</b>	671	718	749	702	743	760	772	817	840	876	897	2,60
<b>Colombia</b>	435	436	327	444	512	487	640	653	741	794	856	8,62

**Ilustración 1-1** Producción de piña tropical

**Fuente:** (ALTENDORF, 2017)

**Elaborado por:** Trujillo J., 2021

### 1.3.3. Producción de piña en el Ecuador

La piña en el Ecuador lleva cultivándose más de 50 años, teniendo principalmente dos propósitos especiales, satisfacer la demanda interna del país y como exportador de materia prima y productos procesados. En el país se ha evidenciado un incremento de este cultivo respecto a años anteriores llegando así casi a cubrir un aproximado de 6000 ha, las principales zonas de producción se encuentran en Naranjito, Bucay, El Empalme y una pequeña parte de Manabí. Dentro de todas las variedades que existen la que mayor extensión de cultivo tiene es la MD-2 (MOREIRA, y otros, 2018).

Ecuador desde el 2003 se ubica en el puesto número 26 de productores a nivel mundial exportando de 48500 a 68000 TM en los actuales momentos siendo su productividad de 22 TM/Ha aproximadamente, Este fruto es sembrado en clima cálido que beneficia a su formación en la cosecha, así madurando favorablemente (UGARTE, 2017)

Para el año 2020 Ecuador fue nombrado país socio oficial de la FRUIT LOGISTICA 2020 donde podrá exponer a la piña con uno de los frutos tropicales de exportación, esto hará que los productores junto con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, alcanzar uno de los objetivos del Plan toda Una Vida 2017-2021 que impulsará al crecimiento económico del país. (MAG 2019)

Para potenciar las exportaciones de la piña en el Ecuador se está utilizando diversas herramientas como estudios de nuevos mercados, prospecciones a ferias, capacitaciones a pequeños y grandes productores, capacitaciones a industriales, (BORJAS, y otros, 2020) la participación en eventos internacionales de promoción comercial, acuerdos entre países conjuntamente con gremios de exportación, comercialización y promoción de frutas en mercados internacionales, asesoría necesaria a productores e industriales, de esta manera se logrará incrementar los niveles de exportación ya que en el año 2019 la piña logro a recaudar \$38 millones de dólares esto según la FOB,2019 solo en exportaciones mientras que en el mercado nacional esta cifra casi se llega a igualar (PEREZ, 2020)

## **1.4. MANGO**

El mango (*Mangifera indica L.*) se establece en la región Indo-Birmana siendo un fruto cálido, notable del planeta por su productividad y publicidad. Su fabricación mundial es mayor a 27 millones de toneladas, ubicándole en el más importante fruto tropical. (MALDONADO, y otros, 2016)

El Fruto del mango taxonómicamente se puede definir de la siguiente manera *Mangifera indica* pertenece al phylum: Angiospermae, Subphylum: Magnoliopsida, Orden: Sapindales, Familia: Anacardiaceae, Género: *Mangifera*. En esta familia constan un aproximado de 73 generos y 850 especies que se encuentran distribuidas por todo el mundo. *Mangifera Indica* tiene análogos como: *marañón (Anacardium occidentale L.)*, *pistachero (Pistacia vera L.)*. La variedad *Mangifera* está constituida por árboles de simples pétalos, brotes pequeños en forma pendular, con cáliz, corola y 5 estambres. El mango es un árbol de opacidad intensa y crecimiento central, su fruto tiene única semilla (monospermo). Es mango es la fruta con una gran adquisición a nivel global, se halla entre el tercer fruto más comprado luego del plátano y la manzana. (LARIOS, y otros, 2016)

*Mangifera indica* más conocido comúnmente como mango es un fruto carnoso y fibroso de una sola semilla (monospermo) el mesocarpio de este fruto es comestible el grosor de este va a variar dependiendo los cultivares y la variedad de este (ALBURQUEQUE, 2015). Su peso varía desde 150g hasta os 2 g es de forma ovoide, pero va a variar según la variedad mide aproximadamente de 4 a 25 cm de largo y de 1 a cm de grosor su color va desde el verde, amarillo o anaranjado tiene diferentes tonalidades de rojo y violeta (MALCA, 2015).

### **1.4.1. Composición del mango**

El mango es rico en componentes nutricionales ya que es una fuente de carbohidratos, vitaminas y antioxidantes por lo que podemos decir que nos aporta en 100gr de pulpa un 47% de vitamina C siendo uno de los frutos con más cantidad de vitamina C, así mismo un 25% de vitamina A y un 13 % de vitamina E, es una fuente rica de antioxidante como la mangiferina y el lupeol. (AYALA, 2016). Es una rica fuente de calorías llegando aportar 70kcal por cada 100 gramos de pulpa así también fuente de carbohidratos con 17g y fibra en 1.8g mientras que es pobre en proteínas aportando apenas un 0.5g y un 0.52g de minerales (MALCA, 2015). En la madurez comercial del mago pueden llegar aproximadamente a un promedio de 8% de azúcares solubles de lo cual la mayor parte es sacarosa con un 5%, fructosa 1.5% y glucosa un 0.5% el contenido de almidón en los mangos maduros es muy bajo llegando apenas a un 0.3%. La pulpa de mango tiene una cantidad de grados brix de 10.5bx con una actividad de agua de 0.992 un pH de 3.3 Acides de 1.5% una firmeza con cáscara de 5.4Kg/cm<sup>2</sup> y una firmeza sin cáscara de 1.85kg/cm<sup>2</sup> (WALL, y otros, 2015). El mango es un fontanal importante de fibra dietética, es viable en MP (pectinas, almidones) e incompatible en MC (ligninas y hemicelulosa).

**Tabla 4-1** Composición química del mango

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR
Calorías	Kcal	62.1 – 70
Humedad	g	78.9 - 82.8
Proteínas	g	0,36 – 0.5
Grasa	g	0.30 – 0.53
Carbohidratos	g	16,20 – 17.18
Fibra	g	0.85 – 1.8
Ceniza	g	0,34 – 0.52

Fuente: (CHAPARRO, y otros, 2015)

Elaborado por: Trujillo J., 2021

**Tabla 5-1** Componentes del mango

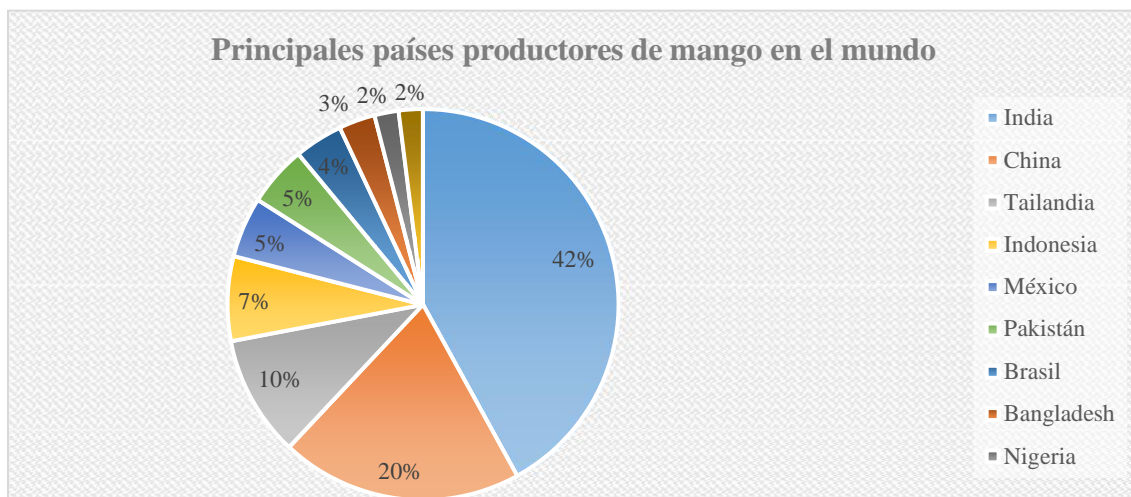
COMPONENTES	CANTIDAD MEDIA		
	Mango fresco	Zumo	Néctar
Energía (KJ / 100g)	269	172	262
Energía (kcal / 100g)	63,5	41	61,7
Agua (g / 100g)	83,1	86	84,3
Proteínas (g / 100g)	0,7	0,2	0,2
Glúcidos (g / 100g)	13,6	9,5	14,4
Lípidos (g / 100g)	0,2	0,2	0,2
Azúcares (g / 100g)	13,1	9,3	-
Almidón (g / 100g)	0,3	0,2	-
Fibra (g / 100g)	1,76	Trazas	0,6

Fuente: (RAMOS, 2016)

Elaborado por: Trujillo J.,2021

#### 1.4.2. Producción del mango a nivel mundial

Para (ALTENDORF, 2017) el mango es la tercera fruta cálida de rendimiento e importación de manera global, después del plátano y la piña tropical, además el quinto de manera general en referencia todos los frutos, se localiza y se dispone en países asiáticos y latinoamericanos, preferencialmente en lugares tropicales. Se siembra en todo el mundo siendo una producción de 28.8 millones de toneladas. Según (FARINANGO, 2018) los datos de la FAO, 2015 el mango tiene una producción de 28.8 millones de toneladas que se cultiva en todo el mundo con alrededor de 100 países que se dedican a la cosecha de este fruto llegando a posesionarse como el tercer cultivo con mayor producción e importación a nivel mundial solo atrás del banano y la piña el años anteriores existe un estimado de siembra de este cultivo de 5 411 680 hectáreas siendo la india el país que más cosechas de mango tiene con cerca de 2500 000 hectáreas año y de esta manera ser el primer país en producir mango al igual que China y Tailandia, a continuación se muestra un gráfico de los principales países productores de mango a nivel mundial. (PAT FERNÁNDEZ, y otros, 2017)



**Gráfica 4-1** Principales países productores de mango en el mundo

**Fuente:** (FERNÁNDEZ, y otros, 2017)

**Elaborado por:** Trujillo J., 2021

#### 1.4.3. Principales países productores de mango en el mundo

**Tabla 6-1** Países productores de mango

PAÍS	PRODUCCIÓN
India	16.196.000
China	4.400.00
Tailandia	2.985.530
Indonesia	2.376.339
México	1.760,588
Pakistán	1.680.388
Brasil	1,175,735
Bangladesh	945,059

**Fuente:** (RAMOS, 2016)

**Elaborado por:** Trujillo J., 2021

#### 4.1. Principales países exportadores de mango en el mundo

**Tabla 7-1** Países exportadores de mango

PAÍS	EXPORTACIÓN
México	297,295
India	214,640
Tailandia	196,441
Brasil	127,132
Pakistán	101,264
Perú	99.790
Ecuador	60,139
Yemen	43,467

**Fuente:** (RAMOS, 2016)

**Elaborado por:** Trujillo J., 2021

#### **1.4.4. Producción de mango en el Ecuador**

En el Ecuador existen muchas variedades de mango ocupando casi 5 300 hectáreas de cultivo de estas el 65% representa a la variedad *Tommy Atkins* y el otro porcentaje representan variedades como *Keith*, *Haden* y la criolla, de las cuales solo una pequeña parte es destinada para consumo nacional, el mango que es destinado para exportaciones es producida en la región costa del país siendo las provincias del Guayas, Los Ríos, Manabí y El Oro las que más producción tienen (CHAPARRO, y otros, 2015). En los últimos 15 años el mango ecuatoriano está teniendo un rol muy importante ya que las características nutricionales y organolépticas que presenta son de gran importancia logrando así llegar a mercados extranjeros como son: Estados Unidos, Canadá, Colombia, México, Holanda, Nueva Zelanda, España, Bélgica, Francia. Según datos del Banco central del Ecuador en años anteriores el 80% del mango ecuatoriano es destinado hacia los Estados Unidos y el 20% restante hacia los otros países (FARINANGO, 2018)

#### **1.4.5. Usos**

El mango se consume con gran medida en su estado fresco (RUBIANO, y otros, 2019), de manera preferencial en los países productores. Este fruto varía su utilidad en zumo y néctar o conservas, porción o pedazos con jarabe para preservación. El puré o pulpa frío está siendo una producción en ascenso para el mercado de productos lácteos (yogures), helados y biscochería (barras de chocolate, muesli, etc.) (VALDES, y otros, 2017). El mango deshidratado o confitado se emplea cada vez con mayor fuerza en combinación en la variedad de aperitivos o como bocaditos en sí. Además, existe variedad en confituras, pasta de frutas, chutneys y salsas. El tronco del árbol del mango se utiliza en construcción, mientras que sus residuos (epidermis y semillas) se utiliza en la producción de biogás por fermentación y en cosméticos. (BOGLIO, y otros, 2016)

### **1.5. DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS**

La deshidratación es uno de los métodos más antiguos practicados por el hombre ya que la finalidad de este es extender la vida de anaquel de las frutas o verduras, esta técnica consiste en la eliminación de agua ya que esta ayuda a la proliferación de microorganismos que descomponen y dañan al alimento (CUQUILLANQUI, 2017). Sin excepción las frutas contienen entre 0.85 a 0.60 de actividad de agua esto hace que sea atacada por mohos y levaduras, el hombre ha desarrollado diferentes técnicas para frenar este deterioro como son la elaboración de mermeladas, pulpas, secado y deshidratado (CAJAMARCA, y otros, 2020), Los valores promedio en las frutas deshidratadas son; proteína 3%, 20% de agua y entre 3 a 5% de fibra.

Según (DÁVILA, 2015) nos indica, que en la actualidad existe muchas técnicas para deshidratar alimentos y que se puede aplicar dependiendo el tipo de alimento que se tenga sin alterar características nutricionales, existen métodos caseros y métodos industriales que se pueden utilizar entre ellos están los siguientes:

#### **1.5.1. Secado natural o al sol**

Para (PASQUEL, 2016) este proceso consiste en exponer al alimento a la luz natural ayudado de una cámara de vidrio y latas de acero inoxidable este proceso es el más lento porque puede tardar más de 3 días en deshidratar al alimento y necesita estrictamente del sol para lograr su objetivo este método es el más ecológico y económico y se tiene, pero no es el más apropiado por el tiempo porque muchas de las veces ponen en riesgo al alimento ya que puede adquirir moho o sustancias extrañas. En literaturas anteriores se puede verificar que existen dos métodos para el aprovechamiento natural de la energía solar tenemos el directo que utiliza directamente los rayos del sol y el indirecto que por lo contrario únicamente utiliza la radiación solar siendo el segundo

el más utilizado y el que mejor resultados puede dar al momento de deshidratar las frutas (HERNÁNDEZ, y otros, 2017)

#### **1.5.2. Secado por Horno**

Actualmente los hornos domésticos está considerado como una de las opciones más fáciles para deshidratar alimentos puesto que no es necesario que pasen días para obtener resultados, el horno se debe calibrar a temperaturas bajas que no superen los 70°C (DÁVILA, 2015), las desventajas de utilizar este tipo de hornos es que se corre el riesgo de un alto gasto de gas doméstico o alto gasto de consumo eléctrico ya que muchas de las veces se debe dejar abierta la puerta de acceso corriendo el riesgo que la temperatura sea superior y queme al producto.

#### **1.5.3. Secado por medio de deshidratadoras eléctricas**

Este método sirve para deshidratar alimentos a mediana y gran escala dependiendo la cantidad de alimento que se quiera obtener ya que es específica para deshidratación su calor es uniforme y eficaz, (PASQUEL, 2016) este método puede llegar a deshidratar en tan solo un par de horas. Hoy en día el consumo de estos alimentos ha hecho que muchas marcas elaboren distintos deshidratadores acordes a la producción que se tenga y esto hace que el alimento pueda obtenerse en menos de las 24 horas cabe mencionar que el proceso varía dependiendo del alimento que se quiera obtener (MAUPOEY, y otros, 2016). El método que se utiliza es la incorporación de gases calientes que entran en contacto directo y de esta manera logran una transmisión de calor.

#### **1.5.4. Secado por microondas**

Este método consiste a través de ondas de alta frecuencia, donde la energía choca con un objeto y es absorbida o transmitida (DÁVILA, 2015), una de las ventajas de este método es que solo se calienta el alimento que se somete a este proceso, absorbiendo la energía. Este método es muy selectivo y solo se aplica a papas, escaldado de hortalizas y descongelación rápida de alimentos. El secado por microondas es totalmente diferente al secado convencional ya que utiliza las cargas eléctricas propias del alimento para poder calentarlo, si bien este método es muy rápido se debe tomar las debidas precauciones ya que consumirlo en exceso puede causar posibles daños en la salud (ALVIS, y otros, 2016)

#### **1.5.5. Deshidratación por liofilización**

Este proceso es también conocido como sublimación, el agua que se encuentra en el alimento es congelada y posterior a esto es eliminada en forma gaseosa sin que este pase por estado líquido (MOSQUERA, y otros, 2019), a pesar de que este proceso posee grandes ventajas su uso es muy limitado por los costos y por el tiempo que se tiene para poder realizarlo.

#### **1.5.6. Deshidratación Osmótica**

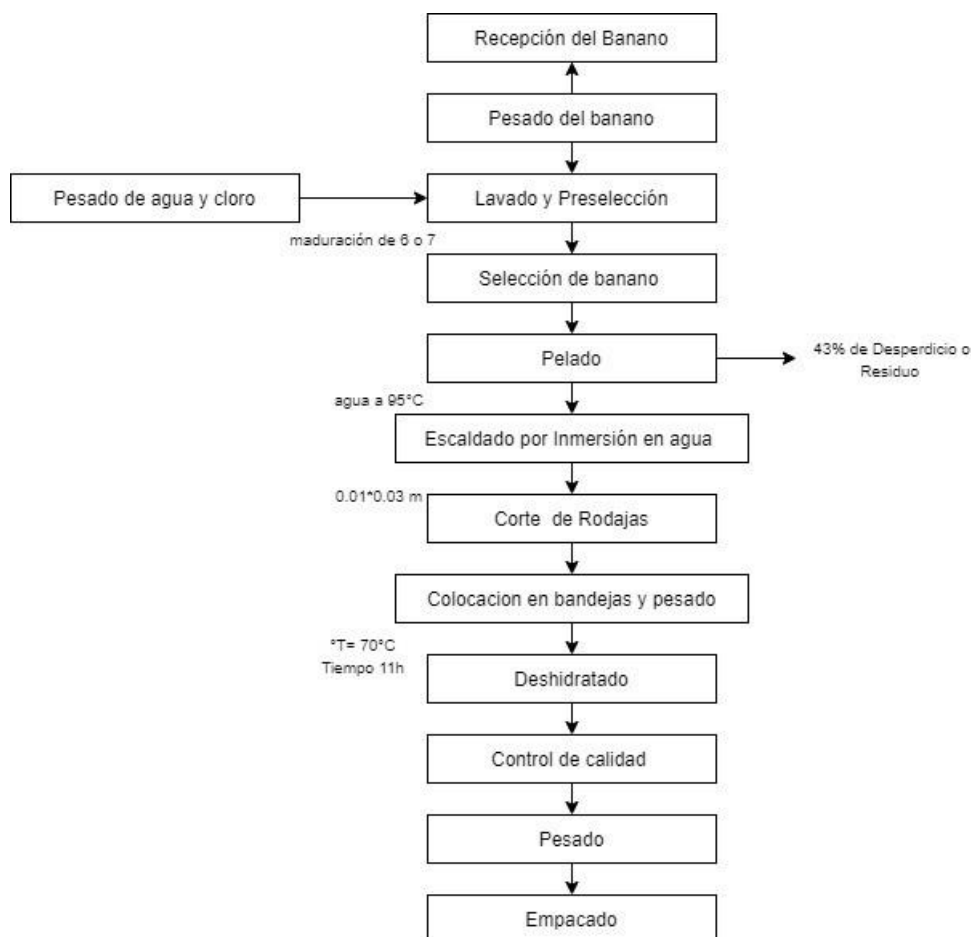
Para (ESTRADA, y otros, 2018) este método es un tratamiento no térmico, en este proceso se pueden evidenciar 2 periodos de tiempo, el primero es mucho más rápido dentro de las dos primeras horas, la segunda fase que es mucho más lenta. La utilización de este método es de bajo costo una de las ventajas es que la ausencia de oxígeno evita la oxidación de las frutas y el pardeamiento enzimático no permitiendo el desarrollo de microorganismos.

#### **1.5.7. Banano Deshidratado**

Las nuevas tendencias mundiales por alimentarse de forma saludable han hecho que el consumo de frutas deshidratadas cada vez sea creciente ya que es una forma diferente para consumir frutas y de esta mara llegar a más personas (ROMERO, y otros, 2016). El banano al igual que la mayoría de las frutas es muy perecible es por ello que se debe encontrar un método de conservación apropiado, este producto contiene propiedades excepcionales que facilitan la digestión tales como la fibra y carbohidratos, de esta manera se prevé problemas de estreñimiento y ayuda a la eliminación del colesterol (PONCE, y otros, 2018). De acuerdo a (ORJUELA, y otros, 2016) el

banano deshidratado contiene un aproximado de 70% de hidratos de carbono (glucosa, fructosa y sacarosa), es muy rico en fibra soluble con casi un 89% con cantidades muy altas de potasio y magnesio, se puede utilizar en barras energéticas, industria chocolatera, láctea, panificación, helados, mermeladas y muchos más productos.

En el proceso de deshidratación existen múltiples procesos detallados en la gráfica de a continuación:



**Ilustración 2-1** Diagrama de flujo banano deshidratado

**Fuente:** (SANCHEZ, 2017)

**Realizado por:** Trujillo J., 2021

(GUAMANGALLO, 2018) Nos presenta un proceso más simple para la deshidratación del banano:

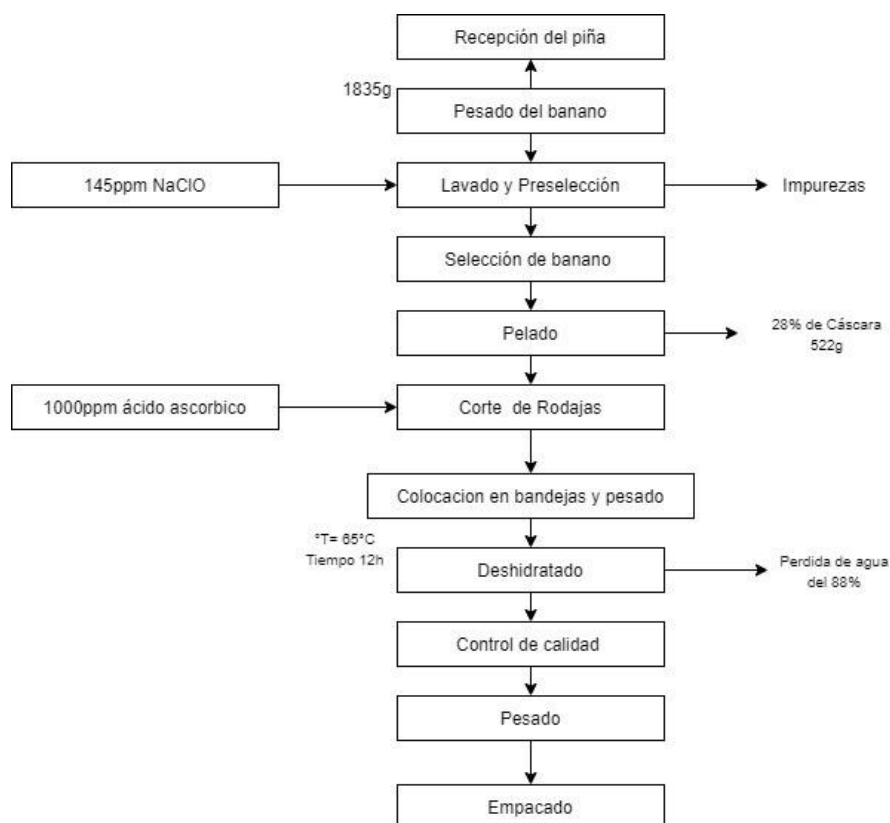
1. **Selección de Materia Prima:** en esta etapa se procese a seleccionar el banano y eliminar aquellos que no cumplen con los estándares de calidad.
2. **Lavado:** En el lavado de lo realiza utilizando agua potable.
3. **Pelado.** En el pelado de la materia prima se retira la casaca del alimento esto se realiza de forma manual.
4. **Corte:** En el corte del alimento se procese a realizar de forma manual obteniendo rodajas de 2,5mm de espesor.
5. **Deshidratado del banano:** En este proceso se tarda alrededor de 8 horas ya que la temperatura tiene que llegar a los 60°C y no sobrepasar esta temperatura

**6. Enfriado y empackado** El banano deshidratado es empackado en fundas de polietileno para su posterior comercialización.

**1.5.8. Piña Deshidratada**

Los productos deshidratados tiene un sin número de procesos que no contienen aditivos alimentarios como preservantes que actualmente la industria alimentaria está utilizando es por ello que, el consumo de frutas deshidratadas es un excelente método para la conservación del producto ya que este no causa reacciones alérgicas en las personas que lo consumen (MARRUFO, y otros, 2020), La piña deshidratada debe cumplir ciertas condiciones para su alargue de vida en anaquel como por ejemplo la humedad debe estar por alrededor de los 15,60% como nos menciona (CARRILLO, y otros, 2020) ya que de esta manera los microorganismos presentes en el ambiente no aceleraran su procesos de descomposición. La piña deshidratada se puede utilizar en Panaderías (panes y moldes), Pastelería (decoración de tortas, galletas, cup-cakes), Gastronómico (Pastas, ensaladas, guisos, asados), Bebidas (Infusiones, cocteles, batidos), Snacks (consumo directo) (GUALOTO, 2018)

El proceso de deshidratación de la piña tiene que cumplir ciertas etapas que se detalla a continuación:



**Ilustración 3-1** Diagrama de flujo piña deshidratada

**Fuente:** (ESPINOZA, 2018)

**Realizado Por:** Trujillo J., 2021

Para (CEDEÑO, 2017) el proceso de la deshidratación de la piña es el siguiente:

- 1. Recepción, Inspección:** Diámetro promedio de 120 mm peso 1500 g y 12 brix.
- 2. Pelado:** Se retira la casaca y los ojos, no se desprecia el corazón de la fruta.

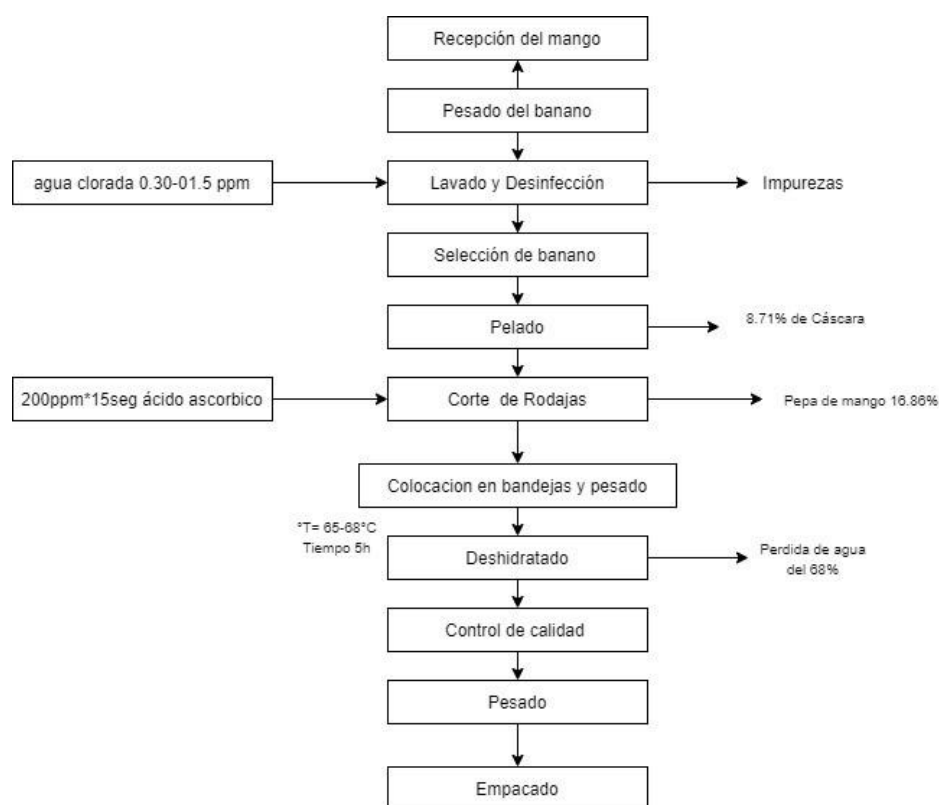


3. **Corte de rodaja:** la piña se corta aproximadamente 65 mm de espesor
4. **Deshidratado:** en un periodo de 12 horas a una temperatura de 65°C.
5. **Pesado y Empacado:** se pesa el producto para poder sellarlo y empackado.

### 1.5.9. Mango Deshidratado

La deshidratación del mango es un proceso que al igual que las demás frutas se elimina la mayor cantidad de agua que está presente, el mango deshidratado no pierde sus propiedades nutricionales solo las concentra en un mayor tamaño, (VALENCIA, 2018) los beneficios que tiene el consumo de mango son muy diversas ya que son ricas en fibra y a no ser un producto muy dulce es apto para la personas que tiene diabetes, es un aporte importante de vitaminas ayudando a proteger los huesos contra enfermedades crónicas, es una fuente de antioxidantes y aporta hidratos de carbono. Como menciona (JIMÉNEZ, 2015) El contenido de humedad del mango deshidratado debe tener un rango de 8 -14% ya que con esto podrá tener una vida de anaquel de 12 meses. El mango deshidratado puede utilizarse en unas muchas recetas culinarias como son: Cocidas al horno, en batidos, chutneys, en la realización de ensaladas, en pasteles, así como en postres, actualmente está siendo muy utilizado para la realización de alimentos veganos (GUALOTO, 2018).

La deshidratación del mango se la realiza de la siguiente manera:



**Ilustración 4-1** Diagrama de flujo mango deshidratado

**Fuente:** (SANTANDER, 2018)

**Realizado por:** Trujillo J.,2021

(BARRANTES, 2019) nos simplifica el proceso de deshidratación del mango

1. **Selección:** Se selecciona mangos firmes que no estén en estado de putrefacción
2. **Lavado:** Se retiran palos e impurezas que puedan estar presentes

3. **Escaldado:** Se sumergen en agua caliente por un lapso de 3 a 5 minutos
4. **Enfriado:** Se utiliza agua a temperatura ambiente
5. **Pelado y cortado:** Se retira la cáscara y pepa y se cortan en rodajas de a.5cm
6. **Secado:** Se deshidrata en un lapso de 3 a 5 horas con una temperatura de 65°C
7. **Envasado y pesado:** Se procede a pesar y empacar.

## 1.6. RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador define a los Residuos como “Cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido, que no presenta características de peligrosidad en base al código CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológicamente infeccioso.), resultantes del consumo o uso de un bien tanto en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que no tiene valor para quien lo genera, pero que es susceptible de aprovechamiento y transformación en un nuevo bien con un valor económico agregado” (MAAE, 2020).

La Autoridad Ambiental Nacional; define los Residuos Orgánicos de la siguiente manera “se refiere a todos aquellos que tienen su origen en los seres vivos, animales o vegetales. Incluye una gran diversidad de residuos que se originan naturalmente durante el “ciclo vital”, como consecuencia de las funciones fisiológicas de mantenimiento y perpetuación o son producto de la explotación por el hombre de los recursos bióticos” (MAAE, 2020).

(CURY, y otros, 2017), Los residuos que tiene mayor aprovechamiento son los agroindustriales provenientes de frutas tales como pueden ser bagazo, residuos de producción alcohólica, la paja, residuos de caña de azúcar, cascarilla de arroz desechos cítricos, desechos de la cáscara de plátano, tuza de maíz, suero del mosto para cerveza entre otros (VARGAS, y otros, 2018).

En el Ecuador los residuos agroindustriales nos señala que se produce un aproximado de 6 904 541 tm/año (MORA, y otros, 2018), estos no tienen un tratamiento previo para su industrialización y estos son destinados como alimento para calderos, arrojados de manera inadecuada en vertederos de basura a cielo abierto o incluso en superficies de terrenos secos o vacíos, esto una vez seco con ayuda del sol y el viento bloquean ríos, sequias y dañan los paisajes, investigaciones previas no indican cuanta cantidad de residuos se genera, pero se presume que las 3/4 partes del total no reciben un tratamiento previo la industria despulpadora y deshidratadora generan un total de 55% de estos desperdicios (RIERA, y otros, 2018).

### 1.6.1. Residuos del banano

Aproximadamente el 30% del total del fruto es representado por la cáscara siendo este el principal subproducto del banano, (CARVAJAL, y otros, 2017) esta, aparte de ser una alta fuente de fibra dietética contiene altos niveles de proteína, ácidos grasos, aminoácidos y al igual que su pulpa la cáscara también es rica en potasio, antioxidantes y aparte es una importante fuente antimicrobiana por el revestimiento que posee, la composición de la cáscara de plátano en su mayoría es celulosa, hemicelulosa y lignina. La cáscara de banana representa ciertas características como:

**Tabla 8-1** Composición de los residuos de banano

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR
Humedad	%	91.62
Proteína cruda	%	5.19
Fibra cruda	%	11.58
Energía	Kcal	4383
Calcio	%	0.37
Fosforo	%	0.28
Ceniza	%	16.30

Fuente: (LARA, y otros, 2019)

Realizado por: Trujillo J., 2021

**1.6.2. Residuos de la piña**

Los residuos generados en la industrialización de la piña han provocado un sinnúmero de problemas ambientales ya que las fábricas que industrializan mermeladas, pulpas congeladas, compotas, yogurt, jugos y bebidas (ESPINOZA, 2019) están contaminando suelos y agua, La composición de la piña es 6% de corazón, corona 20%, cáscara 41% y pulpa 33% de los cuales el 61% del total de es desperdicio. La cáscara de la piña contiene fibra dietética en muy alta cantidad con un valor promedio de 70,6% cuyo principal componente es la miricetina antioxidante propio de la cáscara de piña (CEDEÑO, y otros, 2015)

Los residuos de la piña son subproductos que se puede utilizarse como materia prima para nuevos productos ya que contiene:

**Tabla 9-1** Composición de los residuos de la piña

PARÁMETROS	CÁSCARA	CORONA	CORAZÓN
Humedad	86.00%	86.60%	83.00%
Proteína Bruta	6.9%	7.42 9.3%	8.2%
Fibra detergente Neutro	54.8%	57.7 – 52.2 %	63.9%
Fibra detergente Ácido	20.8%	--	34%
Cenizas	10.1%	--	8%

Fuente: (CHACHA, 2016)

Realizado por: Trujillo J., 2021

**1.6.3. Residuos del mango**

En la actualidad la industria está avanzando a pasos agigantados y es por ello que todos los días se ve que los desperdicios generados causan contaminación ambiental, empresas que se dedican al procesamiento del mango ven a los desperdicios como materia prima para un subproducto llegando a disminuir la contaminación que estos producen. La cáscara y semilla del mango corresponden un 35-60 % del peso total del fruto (GÓMEZ, y otros, 2019), y estos residuos contienen antioxidantes, compuestos fenólicos y fosfolípidos siendo estos el ácido gálico, elálgico y los galatos principalmente (CAMACHO, y otros, 2017).

Para tener en claro que los desechos del mango pueden ser una nueva fuente de materia prima se adjunta el cuadro de la composición de los residuos

**Tabla 10-1** Composición de los residuos del mango

<b>PARÁMETROS</b>	<b>CÁSCARA</b>	<b>SEMILLA</b>
<b>Materia Seca</b>	17.4%	49.3%
<b>Proteína Bruta</b>	4.9%	6%
<b>Extracto Etéreo</b>	1.4%	11%
<b>Carbohidratos Totales</b>	--	77%
<b>Fibra detergente Neutro</b>	23.7%	--
<b>Fibra detergente Ácido</b>	14%	--
<b>Hemicelulosa</b>	9.6%	--
<b>Cenizas</b>	--	2%

**Fuente:** (CAJO, y otros, 2017)

**Realizado por:** Trujillo J., 2021

## CAPITULO 2

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1. MATERIALES

##### 2.1.1. TANGIBLES:

- Elementos físicos (Hardware).
- Para la ayuda de la presente investigación se necesitará:
- Registro de existencias
- Libreta de apuntes, esferográficos, lapis y borrador
- Registros individuales en libros (frutas)
- Laptop
- Flash memory
- Impresora
- Copiadora.

##### 2.1.2. INTANGIBLES:

- Software, base de datos, plataformas
- En la presente investigación se utilizó plataformas digitales confiables como Google académico, revistas científicas (Scielo; redaly.org; biblioteca virtual ESPOCH)
- Para la localización de los documentos bibliográficos se realizó la búsqueda por Google Académico extraídas de diferentes fuentes de información.
- Por metabuscadores (metacrawle), mediante el uso de palabras claves debido que estos arrojan resultados y hace más eficaz la búsqueda de información.
- Para la redacción del documento se usó del programa de Microsoft 2013 (Word)
- Para la ayuda de cuadros y datos numéricos se utilizó el programa de Microsoft 2013 (Excel)
- Los métodos estadísticos dentro de la investigación, se los coloco con imágenes fáciles de interpretar para facilitar el correcto entendimiento.

#### 2.2. PROCEDIMIENTO PARA LA RECUPERACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El presente estudio es un proyecto de investigación de tipo descriptivo en el cual se empleó estadígrafos simples de posición (Media o Promedios).

**2.2.1. Planteamiento del problema:** Se realizó una descripción y delimitación de la problemática a tratar con la investigación, justificación, alcance, viabilidad y formulación de los objetivos de esta.

**2.2.2. Construcción del marco teórico:** Se efectuó por medio de la revisión de la bibliografía especializada y actualizada, y de los antecedentes investigativos de la problemática a tratar se procede a la construcción del estado de arte de la investigación.

**2.2.3. Técnica de registro:** Se recopiló datos bibliográficos de los últimos 5 años (2015-2020),

**2.2.4. Análisis de datos y diseño experimental:** En vista que la presente investigación se estableció con una tipología descriptiva no es necesario la estructuración de un diseño experimental, dado que los datos bibliográficos serán recolectados de un análisis profundo de

investigaciones realizadas existentes en base a caracterización de cáscara de banano, piña y mango durante los años 2015 – 2020.

### CAPITULO 3

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

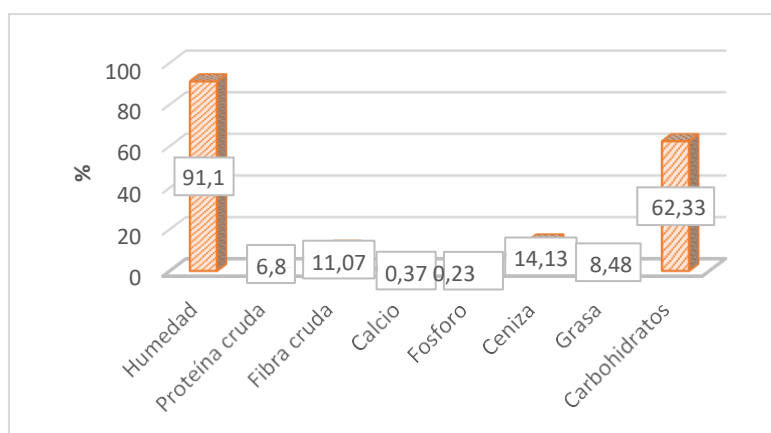
### 4.1. Caracterización de los residuos generados en el proceso de deshidratación del banano

En base al estudio realizado por varios investigadores los residuos generados del banano (*Musa sp*) se describe en la tabla (11-3). la composición físico químico con sus respectivos promedios en el proceso de deshidratación.

**Tabla 11-3.** Caracterización fisicoquímica de los residuos (cáscaras) del banano

PRÁMETROS	Carvajal et al., (2017)	Pilco, (2017)	Tóala, (2018)	Valverde (2016)	Gómez et al., (2019)	PROMEDIO
Humedad (%)	91,62	88,94	95,66	89,6	89,68	91,10
Proteína cruda (%)	5,19	6,67	4,77	10,45	6,9	6,80
Fibra cruda (%)	11,58	7,9	11,95	14,18	9,73	11,07
Energía (Kcal)	4383	---	4592	5106	---	4693,67
Calcio (%)	0,37	---	0,36	0,37	---	0,37
Fosforo (%)	0,28	---	0,23	0,18	---	0,23
Ceniza (%)	16,3	13,99	14,58	12,69	13,08	14,13
Grasa (%)	---	4,38	---	8,5	12,55	8,48
Carbohidratos (%)	---	75,06	---	54,18	57,74	62,33

Realizado por: Trujillo J., 2021



**Gráfica 5-3** Promedio del análisis físico químico de la cáscara de banano

Realizado por: Trujillo J., 2021

En lo referente al contenido de la humedad se obtiene un promedio de 91,10%, el valor más alto fue reportado por Carvajal et al., (2017) obteniendo 91,62%, mientras que el valor más bajo fue alcanzado por Pilco (2017) con 88.94%, estos valores son debido a que a las condiciones estructurales en la célula y por la fisiología del fruto lo que corrobora García et al 2020. Mientras que Haro (2017) menciona que la principal diferencia entre un plátano y un banano es el contenido de humedad, el plátano tiene en promedio 65% de humedad y el banano alrededor del 83%.

La proteína presente en la cáscara de banano reporta valores bajos puesto que las frutas no son fuentes de proteínas, obteniendo un promedio de 6,8%. Dentro de los principales aminoácidos encontrados fueron leucina, valina, fenilalanina y treonina. Mero (2019) realizó una barra de chocolate enriquecida con snack de cáscara de naranja obteniendo un promedio de proteína de 6,0%.

La cáscara de banano contiene valores altos de fibra obteniendo un promedio de 11,07%. Esta fibra está compuesta principalmente de celulosa, lignina, hemicelulosa y pectina. El contenido de cenizas fue de 14,13%, dentro de los que destacan la presencia de calcio el mineral más alto con un porcentaje promedio de 0,37% seguido del fósforo con un valor de 0,23%. Además de la presencia de potasio, este último es muy importante ya que este mineral transporta los nutrientes por las plantas y fortalece la formación de flores y frutos. Con lo cual la cáscara de banano puede ser utilizado como un fertilizante orgánico siendo una opción ecológica, sostenible y económica para mantener saludables a los cultivos (Agrofresh, 2020).

En el contenido de carbohidratos posee un promedio de 62,33% esto se debe al estado de madurez del fruto conllevando gran cantidad de azúcares como la glucosa, fructosa y sacarosa estos a su vez se encuentran en la cáscara del alimento llegando a ser una fuente rica de carbohidratos. En el contenido de grasas obtuvo un promedio de 8.48%. La cáscara de plátano posee ácidos grasos polinsaturados, que conforman del 2.2-10.9% del contenido lipídico total, teniendo ácidos grasos esenciales como el ácido linoleico y ácido  $\alpha$ -linolénico (Gómez 2019).

#### **4.2. Desperdicios del Banano**

El banano deshidratado contiene un sin número de aplicaciones en la industria alimentaria lo que hace que sea uno de los principales productos que actualmente se lo está industrializando. La generación de residuos está aumentando significativamente. Según (Sánchez, 2017. p.4) el proceso donde se genera residuos o desperdicio es en el pelado llegando así a generar un 43% de cáscara. Concordando con los valores de (Quintero, Martínez, Velasco et al., 2015: Citado en: Romero et al., 2019. p.188), que nos dice que representa el 40% o más del peso del mismo, para (Vega et al., 2018: pp.113-115) los desperdicios generados en la industrialización del banano empiezan desde la clasificación, el lavado, el pelado, los cortes o rebanado siendo en el proceso de pelado el que genera una pérdida

de residuos de 44,25% siendo el más significativo, seguido de los cortes o rebanado con un 4% de desperdicios.

### 4.3. Propuesta de tratamiento para los desechos del banano

Según Romero et al., (2019) mediante su investigación establece como propuesta la generación de bioetanol a partir de la cáscara de banano ya que al poseer una cantidad considerable de carbohidratos ayuda a desdoblarse sus azúcares y de esta manera se logra un proceso fermentativo para la generación de bioetanol (Pilco, 2017. p.52).

Como se puede observar en el cuadro comparativo tabla (11-3) la cáscara de banano contiene cantidades elevadas de humedad y carbohidratos y junto con su aporte de minerales y grasa hace que estas condiciones se convierten en una opción para la elaboración de piensos o bloques nutricionales para alimentación animal. Para (Cardozo et al., 2016. p.226) la cáscara de banano se convierte en materia prima para la elaboración de harina fortificada ya que contiene elevadas cantidades de minerales como son calcio y fósforo.

### 4.4. Caracterización de los residuos generados en el proceso de deshidratación de la piña.

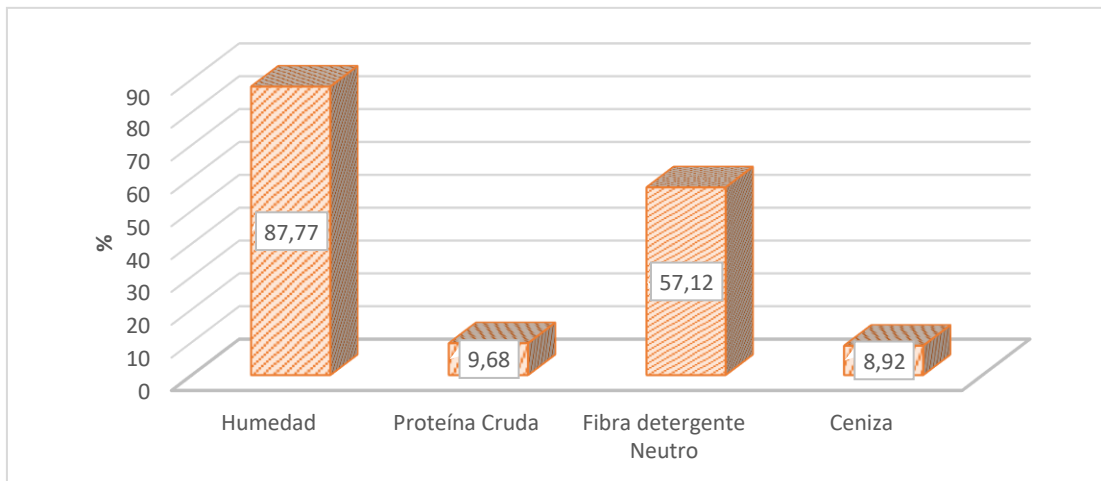
Los residuos agroindustriales están considerados entre los recursos renovables más importantes para la obtención de productos de interés económico y social. Esta tendencia tiene sus orígenes en el bajo costo y la elevada abundancia y disponibilidad de estos materiales a nivel mundial, unido a la necesidad de minimizar el deterioro medioambiental provocado por la disposición de estos. La cáscara de la piña tiene múltiples propiedades detalladas a continuación en la tabla (12-3)

**Tabla 12-3.** Caracterización físico químico de los residuos (corona) de piña

PARÁMETROS	Peralta, (2020)	Chacha, (2016)	Lazo et al, (2018)	Piracon (2020)	PROMEDIO
Humedad (%)	88,94	86,60	---	---	87,77
Proteína Cruda (%)	9,45	7,42 – 9,3	12,9	11	9,68
Fibra detergente Neutro (%)	54,52	52.2 – 57.7	57,50	59,3	57,12
Ceniza (%)	10,07	---	8,79	7,9	8,92

**Realizado por:** Trujillo J., 2021





**Gráfica 6-3** Promedio de los parámetros nutricionales de los residuos obtenidos de la piña (corona).

**Realizado por:** Trujillo J., 2021

La corona de la piña es el primer desperdicio generado en el proceso de industrialización. Para dos de los investigadores analizados los valores de humedad que tiene la corona son muy altos, llegando a contener un 88,94% para (Peralta, 2020. p.38) y para (Chacha, 2016. p.13), un valor de 86,60%. Estos valores nutricionales concuerdan con lo reportado por Ramírez & Reyes, 2017 donde manifiesta que los residuos de piña pueden alcanzar una humedad del 87- 93% y una materia seca de 7 – 13%.

En lo que respecta a la proteína Chacha (2016) menciona que el valor nutricional que tiene la proteína cruda en la corona va desde los 7,42% hasta los 9,3%, (Peralta, 2020. p.38) corrobora estos valores ya que en su investigación el valor promedio fue de 9,45% , mientras que Lazo et al, (2018) y Piracon (2020) nos menciona que al contrario existe una cantidad más elevada de proteína ya que los valores promedios que obtuvieron en sus respectivas investigaciones fueron de 12,9 y 11% respectivamente. Esto hace que la corona de la piña sea utilizada para alimentar al ganado tanto de engorde como de leche, por su fuente rica en kilocalorías que se transforman en proteínas y mejoran la producción y calidad de los productos finales ya sea leche o carne, lo que lo convierte en un suplemento útil para la producción agropecuaria.

La fibra detergente neutra que tiene la corona según (Chacha, 2016. p.13), va desde 52.2% hasta 57.7% estos valores son corroborados por Peralta (2020) y por Lazo et al, (2018) ya que sus valores obtenidos son de 54,52 y 57,50% respectivamente, lo cual difiere de lo reportado por Piracon (2020) quien obtuvo una fibra detergente neutra de 59.3%. Los desechos del cultivo de la piña (*Ananas comosus*) generan forraje verde que puede ser aprovechable en la alimentación de rumiantes; en este sentido, las coronas representan entre el 9 y 11% del peso del fruto (190 – 260 g) de acuerdo con la densidad de siembra y cultivar los subproductos de esta industria pueden ser conservados de manera exitosa mediante la técnica del ensilaje (López et al, 2017). En Costa Rica por ejemplo los

sistemas de producción de bovinos de leche utilizan entre 13 y 15 kg de corona fresca/animal/día (Piracon, 2020). Este mismo autor, informa de una tendencia en el aumento en la producción láctea conforme se aumenta la cantidad de piña suministrada.

Los minerales que tiene la corona según Lazo et al, (2018) van desde el calcio, hierro y potasio esto se puede observar ya que en el reporte de cenizas se puede evidenciar con un valor de 8,79%, valores inferiores fueron reportados por Piracon (2020) con un contenido de cenizas de 7,9%, mientras que por otra parte Peralta, (2020) tiene un valor más alto 10,07 % con los mismos minerales reportados.

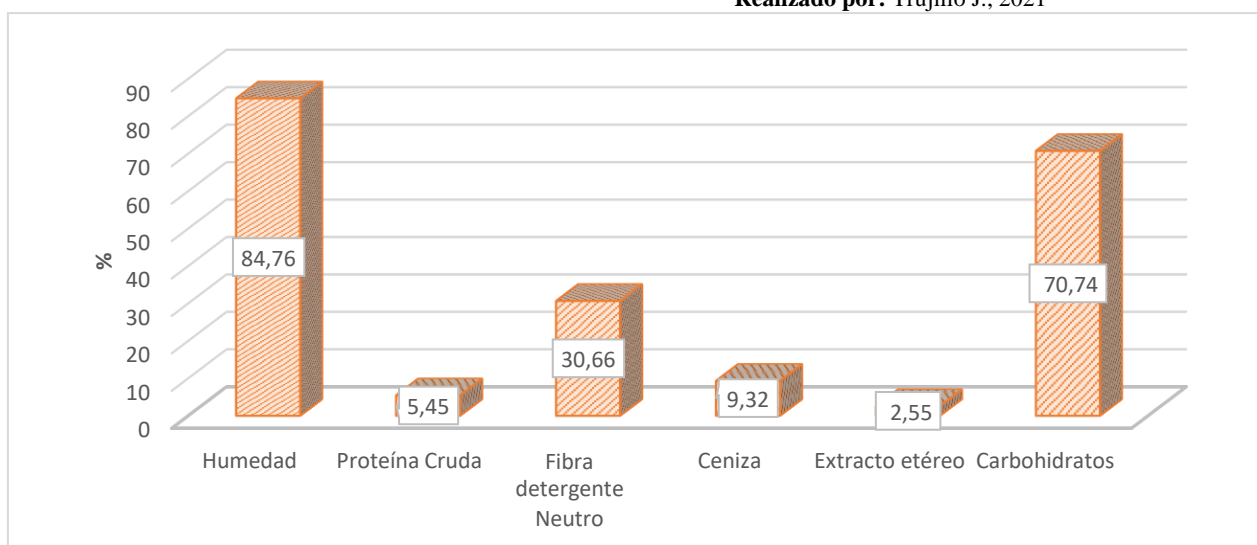
#### 4.5. Caracterización de los residuos generados en el proceso de deshidratación de la piña (Cáscara)

La tabla (13-3) presenta el análisis físico químico de la cáscara de piña realizados por varios investigadores.

**Tabla 13-3.** Caracterización físico químico de los residuos (Cáscara) de piña

PARÁMETROS	Peralta, (2020)	Chacha, (2016)	Mora et al., (2015)	Ever (2018)	López (2015)	PROMEDIO
Humedad (%)	89,44	86	76,9	86	85,45	84,76
Proteína Cruda (%)	7,87	6,9	6,19	5,21	1,09	5,45
Fibra detergente Neutro (%)	35,85	54,8	---	17,14	14,84	30,66
Ceniza (%)	6,78	10,1	3,9	20,35	5,49	9,32
pH	3,67	---	---	---	---	3,67
Brix	4,97	---	---	---	---	4,97
Extracto etéreo (%)	---	---	0,29	4,07	3,29	2,55
Carbohidratos (%)	---	---	83,77	53,21	75,25	70,74

Realizado por: Trujillo J., 2021



**Gráfica 7-3** Valores nutricionales promedios de la cáscara de piña

Realizado por: Trujillo J., 2021

La cáscara representa parte del recubrimiento de la fruta, (Peralta, 2020. p.38) & (Chacha, 2016. p.13) mencionan que la cáscara de piña tiene gran cantidad de agua reportando valores de 89,44% y 86%, lo que se asemeja a lo obtenido por Ever (2018) y López (2015) con 86 y 85,45% respectivamente mientras que Mora et al., (2015) reportaron casos con valores más inferiores siendo de 76,9% de humedad. La mayoría de los subproductos agroindustriales, incluyendo los de la piña, se caracterizan por altos contenidos de humedad (López et al., 2015).

El promedio de proteína en la cáscara de piña fue de 5.45%. Mora et al., (2015) menciona que los subproductos poseen un rango menor al 8%. En el sector ganadero el contenido de proteína cruda no es lo suficientemente adecuado, el aporte de nutrientes de este tipo (cáscara de piña) en una dieta para animales debe ser complementado con alimentos altos en proteína, de lo contrario se podría reducir la producción de leche y la ganancia de peso en los animales (engorde).

El valor promedio del contenido de fibra detergente neutra fue de 30,66%. El valor más alto es el reportado por Chacha (2016) siendo de 54.8%, seguido de Peralta (2020) con 35,85% disperso del valor presentado por Ever (2018) cuyo valor muestra 17,14% mientras que López (2015) Muestra un valor de 14,84%.

En lo que respecta al contenido de cenizas presentes en la cáscara de piña, Ever (2018) es el que reporta el valor más alto de contenido de cenizas con un 20,35% mientras que Mora et al., (2015) obtuvo 3,90%, obteniendo un promedio total de 9,32% de cenizas. Según Peralta (2015) encontró valores que oscilan entre 7 al 8%, lo que podría deberse principalmente a dos factores, por un lado, la mejora genética en las variedades de la piña y por otro lado el manejo agronómico del cultivo de piña (López, 2015).

En lo referente a los carbohidratos obtuvo un promedio de 70.74%, valores inferiores fueron reportados por Ever (2018) quien realizó la caracterización de los subproductos de la piña obteniendo 53.21%. En lo referente a la utilización de la cáscara de piña en la alimentación de bovino estos carbohidratos son solubles de fácil digestión y se encuentran en mayor disponibilidad para los microorganismos ruminales (Chacha, 2016), esto es de gran importancia en la alimentación del ganado bovino, como ensilaje.

El contenido de sólidos solubles (Brix) fue en promedio de 4.97, valor que fue reportado por Peralta (2020), quién realizó la producción de bioetanol a partir de corazón y cáscara de piña utilizando la levadura *Saccharomyces Cerevisiae* reportando Brix de 17. La cáscara de piña además posee cadenas cortas de azúcares en su mayoría monosacáridos y disacáridos. En el caso del extracto etéreo obtuvo un promedio de 2.55% La fracción lipídica de la cáscara de piña comprende acilglicéridos, glicolípidos, fosfolípidos, carotenoides, triterpenoides.

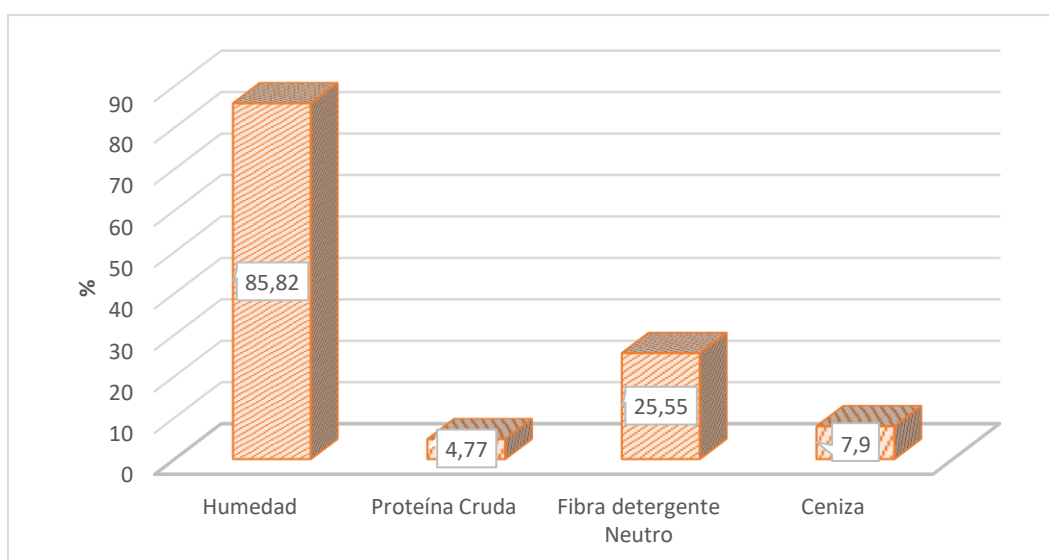
#### 4.6. Caracterización de los residuos generados en el proceso de deshidratación de la piña (corazón)

La tabla (14-3) presenta el análisis físico químico de los residuos generados en el corazón de la piña evaluada por varios investigadores.

**Tabla 14-3.** Caracterización físico químico de los residuos (Corazón) de piña

PARÁMETROS	Peralta, (2020)	Chacha, (2016)	Chávez, (2015)	Ever (2018)	PROMEDIO
Humedad (%)	92,18	83	85,1	83	85,82
Proteína Cruda (%)	6,29	8,2	0,1	4,47	4,77
Fibra detergente Neutra (%)	21,69	63,9	0,49	16,11	25,55
Ceniza (%)	4,69	8	0,1	18,82	7,90
pH	3,96	---	5,22	---	4,59
Brix	6,79	---	15,95	---	11,37

Realizado por: Trujillo J., 2021



**Gráfico 8-3** Análisis fisicoquímico promedio evaluado en el corazón de la piña

Realizado por: Trujillo J., 2021

El corazón de la piña posee gran cantidad de agua es por ello que Peralta, (2020) reporta un contenido de humedad de 92,18%, seguido de Chávez (2015) con 85,1%, y por ultimo Chacha (2016) y Ever (2018) con un valor de 83,00%, obteniendo un promedio de 85.82%, datos superiores fueron reportados por Quijije (2020), quién realizó la composición química del ensilaje de pasto king grass (*Pennisetum Hybridum*) con diferentes edades de corte y la inclusión del rechazo de piña (*Ananas comosus*) reportando una humedad de 95.4%, el mismo autor recomienda una humedad alta ya que mejora el proceso de estabilización lo cual reduce las pérdidas de nutrimentos en los ensilajes.

En el caso de la proteína obtuvo un promedio de 4.77% por parte de los autores investigados. Por su parte Quijije (2020), reporto un ensilaje a base de corazón de piña con un 8.97%, es decir que los desechos de piña podrían tener limitaciones si no se suplementan con fuentes proteicas para la alimentación del ganado vacuno.

En el contenido de fibra detergente neutra Chacha (2016) obtuvo un 63,9% siendo el valor más alto mientras que Peralta (2020) y Ever (2018) alcanzaron valores de 21,69 y 16,11% respectivamente, el valor más bajo es reportado por Chávez (2015) con un 0,49%, La diferencia que existe entre los datos reportados por los autores puede atribuirse a que se trata de diferentes variedades, además de que el clima, la temperatura, luminosidad y suelo son factores que también contribuyen a tal efecto (Vargas et al. 2019). Por su parte Quijije (2020), alcanzo una fibra detergente neutro en el ensilaje de piña de 28.10%, el mismo autor menciona que contenidos de fibra detergente neutro tendrán un menor efecto de llenado en el animal y promoverán el consumo de materia seca, y esto afecta de forma negativa con la digestibilidad ya que existirá una disminución en el contenido energético y calidad de los forrajes.

El contenido de cenizas en el corazón de la piña hace que puedan considerarse como fuente potencial de minerales. Al respecto, los resultados indican que se obtuvo un promedio de 7.90%. Hay que considerar que el contenido de cenizas también puede variar de acuerdo con el fruto, estado de madurez, variedad y temporada de cosecha, así como por las condiciones de cultivo.

La cantidad de cenizas o minerales presentes en el corazón de la piña es muy baja según Chávez (2015) con apenas 0.1% mientras que por lo contrario Ever (2018) reporta en su investigación un valor de 18,82%, tanto Peralta (2020) y Chacha (2016) reporta valores intermedios de 4,69 y 8% respectivamente. Si bien el corazón en muchos casos es considerado como parte de la pulpa de la fruta Peralta (2020) reporta que el contenido del pH es relativamente ácido con un valor de 3.96% por lo contrario Chávez (2015) nos dice que el corazón de fruta no tiende hacer tan ácida puesto que su valor de pH es de 5,22%. Los azúcares presentes en el corazón de la piña para Peralta (2020) es de 6,79°Bx mientras que para Chávez (2015) de 15.95°Bx.

#### **4.7. Desperdicios de la piña**

La piña deshidratada genera desperdicios durante su proceso de industrialización, siendo uno de los frutos con mayor cantidad de desperdicios generados. Para (Espinoza, 2019. p.40), la parte comestible de la piña solo representa un 39% del peso del fruto (pulpa y corazón), mientras que la corona y la cáscara representan el 61% del peso del fruto, para (Cedeño et al., 2015. p.14) el único desperdicio que tiene el fruto es solo la cáscara que representa un 20% del peso del fruto. En el proceso de industrialización de la piña va a depender del tipo de producto que se realicé para saber la cantidad de desperdicio que se genere (Tipàn, 2017. p.46), por ejemplo, en la realización de jugos se utiliza la pulpa, el corazón y no es necesario rechazar los ojos comúnmente dichos que tiene la

piña. Mientras que por lo contrario en el proceso de deshidratación como menciona (Espinoza, 2019. p.40) se procede a rechazar el corazón que representa el 6%, la cáscara un 41% y los ojos 1%. (Mora et al., 2015. p.25), en su investigación menciona que el único proceso que genera desperdicios es en el pelado y operaciones como el lavado solo se eliminan las impurezas que puede contener en la cáscara del alimento, por lo contrario (Cedeño, 2017. p.26) hace mención que en todos los procesos de deshidratación de la piña se genera desperdicio, ya que en el segundo paso (clasificación) la piña tiene que entrar en un estado óptimo de madurez, en el proceso de pelado a la piña se va a desprender de la corona y la cáscara, mientras que en el proceso de cortado la piña va a quedar totalmente limpia generando desperdicios como el corazón y los ojos, El proceso de deshidratación la piña va a eliminar gran cantidad de agua lo que esto considera una merma en la industria. De igual manera en el control de calidad que se le debe realizar al producto terminado va a generar una pequeña cantidad de residuos entre el 0.5 y el 1%. La mayor cantidad de desechos que se toman como referencia es en las primeras operaciones como son el pelado como nos menciona (Espinoza, 2019. p.40) la cáscara, la corona y el corazón.

#### **4.8. Propuesta de uso de residuos de piña para su industrialización**

La producción de etanol carburante por medio de materias primas como la caña de azúcar y cereales no alcanzado las expectativas con respecto a la disminución de gases invernadero y de aumento en la producción de energía lo que genera un problema con la contaminación ambiental. Por otro lado, según (Mesa, 2018) en el mundo se producen aproximadamente 1600 millones de toneladas por año de residuos sólidos, los cuales generan graves problemas, no sólo por el deterioro progresivo del medio ambiente, sino también desde el punto de vista económico puesto que los costos de recolección, transporte y disposición final son cada vez mayores.

El bioetanol de tercera generación se puede obtener a partir de jarabes glucosados producidos en la hidrólisis de residuos lignocelulósicos. Una de las principales fuentes de la cual se puede obtener jarabe glucosado son las cáscaras de frutas que en su gran mayoría son consideradas biomasa desvalorizadas. Frutas como la piña, tienen gran influencia en el mercado, pero su cáscara es desechada, desaprovechando el valor que éstas tienen y además que el uso de este subproducto agrícola se limita a la alimentación de ganado bovino. Según López. et al, (2015) mencionan que los desechos de la piña: cáscara, corona y corazón, son desperdicio que representan el 45% del peso de cada piña

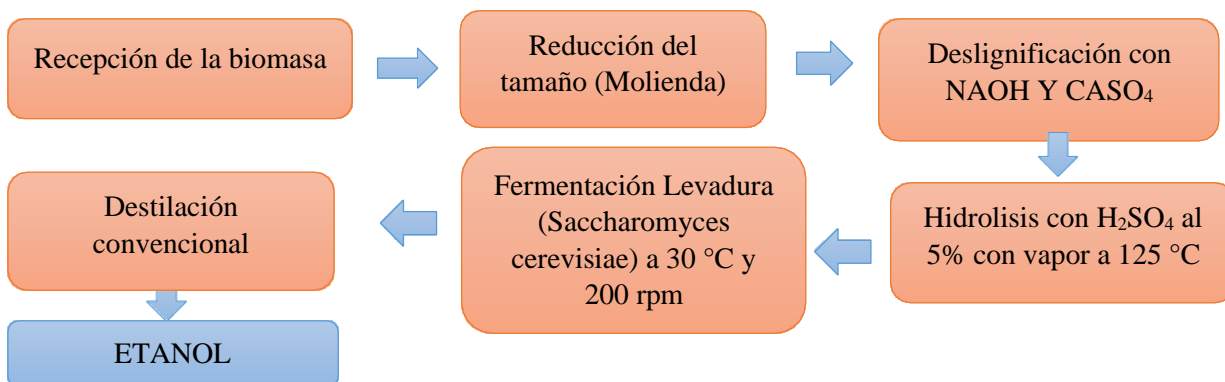
El bioetanol obtenido por fermentación de estas materias primas que contienen hidratos de carbono se adapta particularmente bien para sustituir a los combustibles de los motores de encendido por chispa. La producción de etanol a partir de material lignocelulósico se ha convertido en una alternativa interesante en la utilización de este tipo de residuos que podrían

abrir nuevos mercados para su revalorización (Mesa, 2018). En la producción de bioetanol a partir de material lignocelulósico tienen lugar varios procesos físicos, químicos y biológicos como son: reducción de tamaño, remoción de lignina, hidrólisis ácida, fermentación y destilación (Morales, y otros, 2020)

Según (Morales, y otros, 2020) el proceso que se requiere para la producción de etanol a partir de residuos de piña se muestra a continuación:

### 3.8.1. Producción de etanol a partir de residuos de piña

- **Preparación del sustrato:** Obtenida la materia prima que corresponde a la cáscara de piña se reduce a un tamaño de partícula aproximado de 2.0 mm mediante la molienda, posteriormente se efectúa la eliminación de lignina, sumergiendo biomasa molida en una solución de NaOH 0.1N durante 15 minutos. Posteriormente se adicionó sulfato de calcio y se dejó en reposo por 3 horas, por último, se separa el material particulado de la solución por decantación (Morales, y otros, 2020).
- **Hidrólisis:** se lleva a cabo, adicionando ácido sulfúrico al 5% por cada 100 gramos de cáscara de fruta, a una temperatura de 125°C y 15psi, regulada por medio de una autoclave, durante 15 minutos. Luego los jarabes obtenidos se separaron de los componentes que precipitaron, por centrifugación. Y se determina el contenido de azúcares en los jarabes obtenidos (López. et al, 2015).
- **Fermentación:** Después de la hidrólisis, se ajusta el pH a 4,5 – 5,0 con NaOH 5 N, y como nutrientes se utiliza 0,25 % de fosfato  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ , nitrógeno y se inocula con 0,1 % P/V de levadura activa seca comercial (*Saccharomyces cerevisiae*) disuelta en un poco del jarabe (López. et al, 2015).
- **Destilación simple:** El proceso de destilación para producir etanol, se realizó en un equipo de destilación tradicional a 80°C durante 12 horas, el destilado obtenido se filtra (Morales, y otros, 2020).



**Ilustración 5-3.** Proceso producción de etanol a partir de cáscara de piña

**Fuente:** (Morales, y otros, 2020)  
**Realizado por:** Trujillo J., 2021

El rendimiento de producción de etanol por unidad de masa de la cáscara de piña es 1,0 mg de etanol por cada gramo de cáscaras, lo cual indica que es bajo con respecto a otros sustratos como de caña de azúcar y cereales utilizados para la producción de etanol, sin embargo, teniendo en cuenta que las cáscaras son un residuo no aprovechado y de alta producción en el sector industrial, a gran escala puede constituirse en una alternativa de interés (Morales, y otros, 2020).

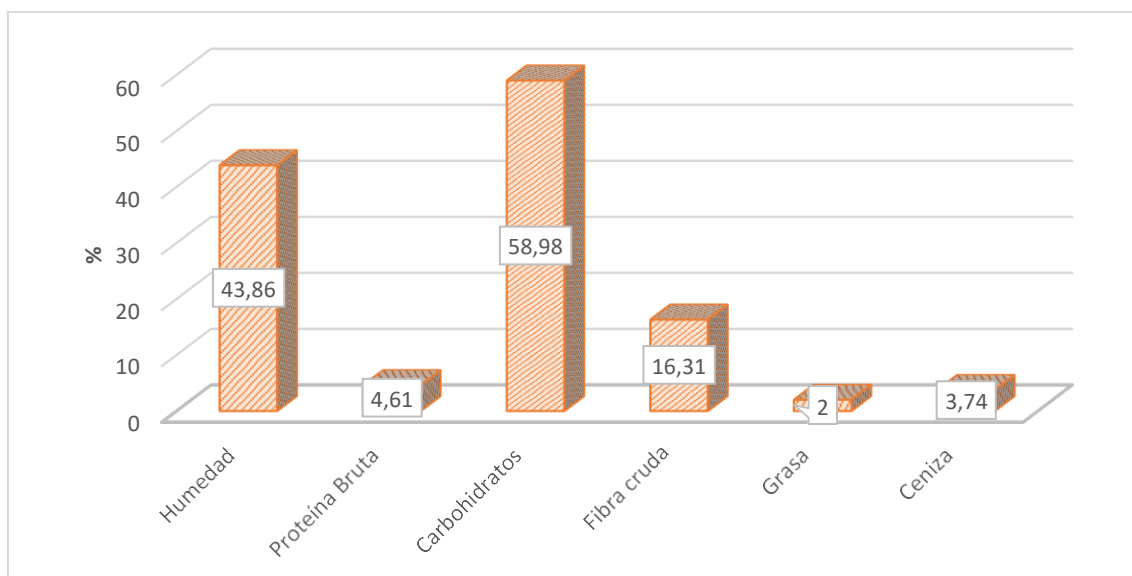
#### 4.1. Caracterización de los residuos generados en el proceso de deshidratación del mango (cáscara)

En los países subdesarrollados y en vías de desarrollo estos residuos son comúnmente abandonados en vertederos o reducidos a cenizas, provocando la contaminación del entorno. Por eso puede afirmarse que son muy poco explotadas las amplias posibilidades de aplicación de estos materiales, la tabla (15-3) presenta la caracterización fisicoquímica de la cáscara del mango con su respectivo valor promedio.

**Tabla 15-3.** Caracterización fisicoquímica de los residuos (Cáscara) del mango

PARÁMETROS	Borrero et al., (2017)	Faham et al., (2016)	Rojas, (2018)	PROMEDIO
Humedad (%)	---	12,07	75,65	43,86
Proteína Bruta (%)	4,9	5,34	3,6	4,61
Carbohidratos (%)	23,7	72,56	80,7	58,98
Fibra Cruda (%)	14	16,62	---	16,31
Grasa (%)	1,4	2,42	2,2	2,00
Ceniza (%)	---	3,06	4,42	3,74

Realizado por: Trujillo J., 2021



**Gráfica 9-3** Análisis promedio físico químico de la cáscara de mango

Realizado por: Trujillo J., 2021



De acuerdo con los estudios realizados por los investigadores en la Tabla 15-3 muestra que la humedad obtenida por Rojas (2018) es 75,65% siendo este el valor más alto, seguido de Faham et al., (2016) con 12,07%. El contenido de humedad es un valor que influye en las características composicionales, pues depende del grosor de la cáscara, así como del tiempo y temperatura de secado al que fueron sometidos durante su procesamiento (Cruz, 2020). La proteína presente en la cáscara de mango presenta un promedio de 4.61%, y lo que genera que pueda ser utilizada en la agroindustria como fuente de carbono y nitrógeno en sustratos de fermentación de origen orgánico. Como se sabe, en la industria de las fermentaciones se utilizan fuentes inorgánicas de nitrógeno, las cuales tienden a ser costosas en los medios de cultivo y las convierte en un limitante para la elaboración de productos orgánicos obtenidos por fermentación (Serna & Torres, 2015).

El contenido de carbohidratos presenta un valor promedio de 58,98%, con lo cual nos indican que este residuo puede ser usado en la agroindustria como fuente de carbono y nitrógeno en sustratos de fermentación de origen orgánico; como se sabe, en la industria de la fermentación se utiliza fuentes inorgánicas de nitrógeno, las cuales tienden a ser costosas en los medios de cultivo, lo que se ha convertido en un limitante para la elaboración de productos orgánicos obtenidos por fermentación (Rojas 2018).

El contenido de fibra obtuvo un promedio de 16,31%. Para que un alimento sea considerado como fuente de fibra debe contener > 3% de este nutriente y cuando este valor es > 6%, el alimento se estima alto en fibra (Faham et al., 2016). En consecuencia, las cáscaras de mango se clasifican dentro de la categoría alimento alto en fibra, así que pueden ser utilizadas para preparar concentrados funcionales y en formulaciones prebióticas por sus propiedades anticancerígenas Borrero et al., (2017) y reguladoras del nivel de colesterol en sangre La fibra dietética en mango, especialmente la soluble, tiene la capacidad de retener agua, y de disminuir el tiempo de absorción de nutrientes.

El contenido de grasa se obtuvo un promedio de 2%, siendo el valor más alto el reportado por Faham et al., (2016) con un 2,42% y el valor más bajo fue obtenido por Borrero et al., (2017) con 1,7%, esto puede deberse a factores climáticos, de cultivo y de variedad. El contenido de cenizas obtuvo un promedio de 3,74%, siendo el valor más alto el reportado por Rojas (2018) con 4,42% y el valor más bajo fue obtenido por Faham et al., (2016) con 3,06%. Los principales minerales encontrados en la cáscara de mango fueron: potasio, calcio, cobre, zinc, manganeso, hierro y selenio; las diferencias de los valores investigados están directamente relacionadas con las condiciones de cultivo y las diferencias genéticas de las variedades utilizadas (Borrero et al., 2017).

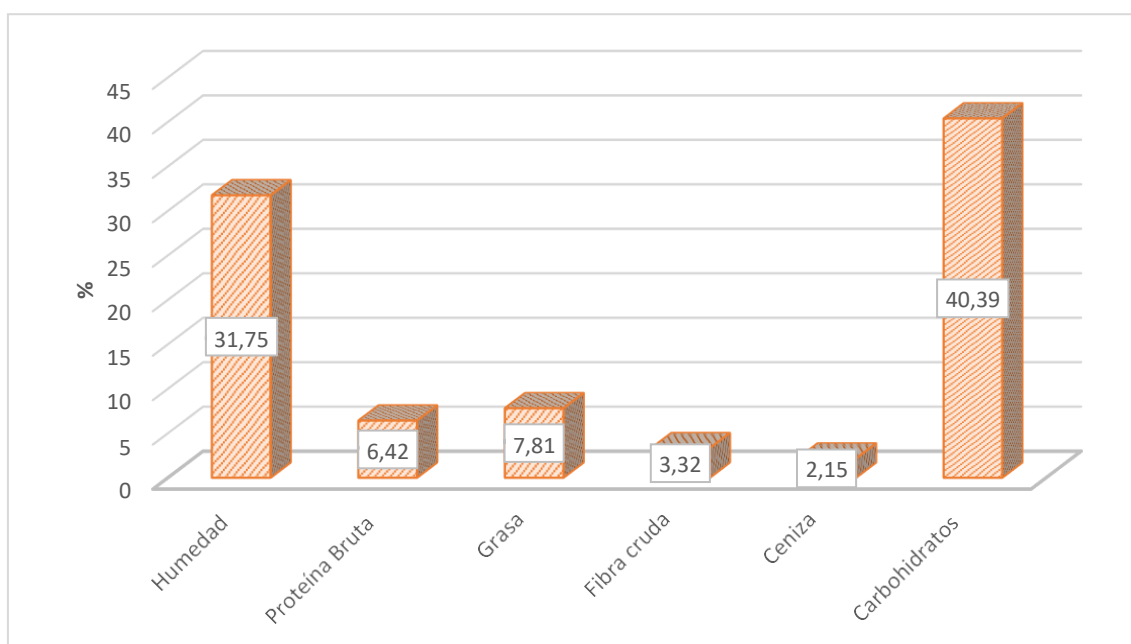
#### 4.2. Caracterización de los residuos generados en el proceso de deshidratación del mango (semilla)

La tabla (16-3) presenta en análisis físico químico de la semilla del mango como residuo Agroindustrial evaluado según varios autores con sus respectivos promedios.

**Tabla 16-3** Caracterización fisicoquímico de los residuos (semilla) del mango

PARAMETROS	Chaparro et al., (2015)	Gutiérrez et al., (2020)	Correa, (2019)	Silva (2018)	Ávila & Villanueva (2018)	PROMEDIO
Humedad (%)	44,8	42,5	10	55,53	5,9	31,75
Proteína Bruta (%)	6,39	6,36	7,18	6,99	5,2	6,42
Grasa (%)	10,7	6,98	2,9	8,65	9,84	7,81
Fibra cruda (%)	2,38	1,65	9,25	2,82	0,49	3,32
Ceniza (%)	2,4	2,47	1,4	2,04	2,43	2,15
Carbohidratos (%)	33%	32,24	69,27	23,95	76,14	40,39

Realizado por: Trujillo J., 2021



**Gráfica 10-3** Análisis fisicoquímico de la semilla del mango como deshecho agroindustrial

Realizado por: Trujillo J., 2021

De acuerdo a los resultados mostrados, la humedad de la semilla de mango, fue en promedio 31,75%, siendo el valor mayor el que reportó Silva (2018) con 55,53%, en comparación al que reportaron otros autores como Chaparro et al. (2015), Gutiérrez et al. (2015), Correa (2019) y Ávila &

Villanueva (2018) quienes obtuvieron valores de humedad por debajo de 50%; las diferencias de porcentaje de humedad de la semillas de mango se debe por la variedad del mango, clima de cosecha y país de procedencia.

En cuanto al contenido de proteínas, las semillas presentaron un valor promedio de 6,42%. Jahurul et al. (2015), aseguran que las semillas de mango contienen una baja cantidad de proteína bruta (6,7%) en comparación con otras frutas pero la calidad de proteína es alta ya que es rica en los aminoácidos esenciales. Por otro lado, Kittiphoom (2017) obtuvo a través de diferentes estudios, que la composición de aminoácidos en las semillas de mango depende de la variedad del fruto, además demostró que las semillas de mango son una buena fuente de polifenoles, fitoesteroles y tocoferoles.

Las semillas de mango presentaron un porcentaje de grasa promedio de 7,81%. Igualmente, Jahurul et al. (2015), afirma que el contenido de grasa en las semillas de mango es de 7,1 a 15% y que ésta se caracteriza por ser buena fuente de ácidos grasos como el ácido palmítico, esteárico y oleico. Es una fuente prometedora, segura y natural de grasas comestibles, ya que no contiene ácidos grasos trans (Jahurul et al. 2015).

El porcentaje de fibra en las semillas de mango corresponde a 3,52%, siendo el valor superior reportado por Correa (2019) con 9,25% y el valor inferior corresponde a Ávila & Villanueva (2018) quienes reportaron 0.49%. Referente al contenido de ceniza las semillas de mango, presentó un valor promedio 2.15%, siendo el valor superior reportado por Gutiérrez et al. (2015) quienes obtuvieron 2.47% el valor inferior corresponde a Correa (2019) con 1.4%. Y en el caso de carbohidratos se obtuvo un promedio de 40.39%, Las variaciones encontradas pueden ser causadas por la diferencia de la variedad del mango, el clima o el estado de maduración del fruto y las semillas. En todo caso, es evidente que las semillas de mango pueden ser usadas como fuente potencial de ingredientes alimentarios funcionales, debido a la alta calidad de las grasas y proteínas.

#### **4.3. Desperdicios del mango**

La deshidratación del mango elimina dos tipos de desechos estos son la cáscara y la pepa. La pepa del mango se convierte en un desperdicio de difícil desintegración. Santander (2018) menciona que los desperdicios empiezan desde la clasificación y el lavado, en esta etapa se genera una pérdida aproximadamente de 8%, estos desperdicios contemplan fruta en mal estado, no madurada o sobre madurada.

En el proceso de pelado se obtiene la cáscara del mango siendo este el segundo desperdicio con mayor relevancia ya que para (Santander, 2018. pp.46-48) la cáscara del mango representa un 8.71% del peso del fruto, al momento de realizar el corte en rodajas del mango, se obtiene la pepa este

representa el desperdicio más significativo del fruto se puede desechar un 16.86%. (Encalada, 2017. p.38) nos menciona que entre la cáscara y la pepa se puede llegar a generar un 52.48% de desperdicio, pero en la selección también genera un 3.5% de desperdicio. Esto hace que el mango sea uno de los frutos con mayor desperdicio al momento de deshidratar, ya que la fruta debe estar en un estado de madurez óptima para su deshidratación ya que sobre madurada no se puede industrializar.

#### **4.4. Propuesta para el uso de residuos de mango en la agroindustria**

Ecuador es un lugar apto para el cultivo de diferentes frutas y productos alimenticios gracias a su diversidad de climas y suelos, en el proceso industrial de despulpado se procesa un volumen significativo de fruta y por ende se genera gran cantidad de desechos agroindustriales. La biomasa generada en estos procesos es fuente potencial de productos de alto valor agregado, tales como antioxidantes, biopolímeros, enzimas, oleorresinas y aceites esenciales. Los residuos en las industrias despulpadoras de frutas pueden llegar a representar entre un 40 y 50% del material que entra en el proceso (Gutiérrez, y otros, 2019). Estudios previos han demostrado que por ejemplo la piel del mango es apta para la extracción de enzimas y pectinas; la semilla de mango contiene grandes cantidades de grasa en su interior, y la extracción de dicho aceite puede servir para el desarrollo industrial de diferentes productos, tanto alimenticios como cosméticos, debido a su particular composición de ácidos grasos y Fito esteroides. (ALBURQUEQUE, 2015).

Las características físico químicas y funcionales pueden ser usadas en la elaboración de muchos productos e incluso sustituir la grasa vegetal. Cabe resaltar que los subproductos generados del mango han tenido gran atención comercial ya que además de ser fuentes ricas en aminoácidos esenciales poseen características similares a la manteca de cacao. Actualmente la extracción de esta grasa no reporta ningún proceso industrial, es por ello que esta propuesta se focaliza en obtener componentes grasos de las semillas de mango a través de un proceso que involucra extracción por prensado mediante diferentes operaciones unitarias de acondicionamiento que ayuden a mejorar el rendimiento de la grasa y un estimado de costos que permitan evaluar la viabilidad del proceso. Según Moya (2017) el proceso que se requiere para la extracción de aceite proveniente de la semilla de mango es el siguiente que se explica a continuación:

- Primera etapa Secado: Se elimina la humedad presente en las semillas, este proceso se realiza en el horno secador de bandejas con el suministro de aire caliente.
- Segunda etapa Descascarillado: Se pretende separar la cáscara de las almendras, con el fin de poder extraer el aceite presente en el interior de este material (Moya 2017).
- Tercera etapa Molienda: Se realiza el proceso de molienda, siendo una de las más importantes ya que las semillas oleaginosas molidas correctamente facilitan la extracción

de las grasas, esto es debido a que las células se rompen permitiendo la mejor extracción de los triglicéridos formados por los ácidos grasos presentes, en este caso el ácido oleico ( $C_{18}H_{34}O_2$ ) y el ácido esteárico ( $C_{18}H_{36}O_2$ )

- Cuarta etapa Calentamiento – Acondicionamiento: Esta etapa tiene la función de beneficiar el proceso de extracción, ya que, las gotas de aceite de dimensiones microscópicas que se encuentran distribuidas por toda la torta se aglomeran formando gotas de mayor tamaño que salen fácilmente. También gracias a la temperatura aplicada, se desnaturalizan las proteínas presentes en la torta y facilita la separación del aceite de la masa de la semilla y contribuye con la difusividad del aceite a través de la torta (Moya 2017).
- Quinta etapa Extracción por prensado: El proceso de extracción de aceite de las semillas depende de la estructura y los tipos de estas, cuando las semillas presentan valores representativos de grasa es correcto someterlas a un proceso mecánico por prensado con el fin de romper la pared celular del material vegetal y tener mejor acceso a la grasa cruda (Moya 2017).
- Sexta etapa Centrifugación: Al realizar la extracción, se obtiene el aceite con un pequeño porcentaje de trazas, por lo que se hace necesario pasar a una etapa de centrifugado, y de esta forma lograr obtener el aceite puro. Este último tiene estado líquido muy viscoso y se encuentra listo para su comercialización. Este proceso de centrifugación se realiza después del reprensado de la torta en la recolección total del aceite extraído en la operación a 2 310 rpm durante 30 minutos aproximadamente, esto se realiza con el fin de separar en su totalidad el aceite de las trazas y mejorar la calidad de la grasa (Moya 2017).

## CONCLUSIONES

- A través del análisis físico químico de literatura científica, se concluye que los residuos del plátano se caracterizan por ser una fuente importante de carbohidratos 62,33 %, esto se debe a la gran cantidad de glucosa, fructosa y sacarosa que influyen directamente en el elevado valor energético 4693,67 kcal que aporta la cáscara. Además, en cenizas la cáscara contiene un promedio del 14,13 % y en fibra representa un valor promedio de 11,07 %. que estar compuesta principalmente de celulosa, lignina, hemicelulosa y pectina.
- En cuanto a la corona de la piña se concluye que es una fuente alta en fibra 57,12 % esto se debe a que proviene del forraje verde que puede ser aprovechado en la alimentación de rumiantes. Así mismo, la cáscara de piña contiene altos niveles de carbohidratos 70,74 % todo lo opuesto a la concentración de sólidos solubles totales 4,9 brix y el valor calórico 3,38 kcal que presentan cantidades relativamente bajas que son afectadas directamente por el tipo de cosecha fisiológica, madurez o de consumo que se realice en el campo.
- En lo referente a la cáscara como residuo de la industrialización del mango es una fuente alta en carbohidratos 58,98 %, esto se debe a los azúcares presentes en la fruta. En conformidad con la fibra que está relacionado con la estructura de las paredes celulares de la cáscara presenta un promedio de 16,31 %. Adicional a estos datos se conoce un bajo porcentaje de proteína y grasa en la pepa del mango que corresponden a 4,61 y 2.00% respectivamente.
- Mediante la literatura analizada se ratificamos que la piña deshidratada es la fruta con mayor cantidad de desecho representando el 61% de desperdicio del peso total del fruto, y no así de la parte comestible de la piña (pulpa y corazón) mientras que el mango al momento de deshidratar entre la cáscara, la pepa y la pulpa de descarte se puede llegar a generar un 52.48 % de desperdicio. Seguido de los desperdicios generados en la industrialización del banano se identifica que es la fruta con menos desperdicio, generando una pérdida de residuos del 44.25%.
- Finalmente, los residuos de banano y piña se puede generar bioetanol puesto que posee una cantidad considerable de carbohidratos que ayudan a desdoblar sus azúcares. La cantidad elevada de humedad, carbohidratos y junto con su aporte de minerales es una opción para la elaboración de piensos o bloques nutricionales para la alimentación animal. En lo referente a los desperdicios del mango su semilla contiene grandes cantidades de grasa en su interior, y la extracción de dicho aceite puede servir para el desarrollo industrial de diferentes productos, tanto alimenticios como cosméticos debido a su particular composición de ácidos grasos y Fito esteroides.

## RECOMENDACIONES

- Investigar distintas opciones de frutas para conocer su composición física química y profundizar el conocimiento acerca de los beneficios que se puede obtener y las distintas alternativas que se generan en base a su composición proximal.
- Los residuos que se generan en el proceso de industrialización de las frutas tienen una disponibilidad final antes de ser llevados a la basura por lo tanto se recomienda aplicar las propuestas: reusar, reutilizar, reciclar, rechazar y revalorar los desperdicios con el fin de obtener otras alternativas de productos para disminuir la cantidad de desechos y disminuir el impacto en el medio ambiente que generan estos residuos agroindustriales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acuerdo Ministerial-097 - A MAE. 2015.** [En línea] 2015. <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-097.pdf>.
- AEBE. 2016.** *Exportaciones mensuales de banano.* 2016.
- ALBURQUEQUE, Espinoza. 2015.** "Evaluación de la proporción de pulpa de mango ciruelo (*Spondias dulcis parkinson*) en la aceptabilidad sensorial de un néctar tropical edulcorado con stevia (*Stevia rebaudiana*). Universidad Nacional de Piura, Piura : 2015.
- ALTENDORF, Sabine. 2017.** PERSPECTIVAS MUNDIALES. [En línea] 2017. [Citado el: 09 de 10 de 2020.] [http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM\\_MARKETS\\_MONITORING/Tropical\\_Fruits/Documents/Tropical\\_Fruits\\_Spanish2017.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Tropical_Fruits/Documents/Tropical_Fruits_Spanish2017.pdf).
- ALVARADO, Ruth. 2018.** *Factores que influyen en la incursión del productor ecuatoriano hacia el mercado mundial del banano orgánico.* Universidad tecnológica empresarias de Guayaquil, Guayaquil : 2018.
- ALVAREZ, Macarena, FANTINI, Agustina y RIZZI, María. 2016.** "Hábitos de consumo de frutas y hortalizas en niños escolares". Córdoba : s.n., 2016.
- ÁLVAREZ, Montserrat. 2015.** *Caracterización , capacidad antioxidante y perfil fenólico de frutas subtropicales producidas y comercializadas en la costa de Granada-Málaga.* Universidad de Granada, Granada : 2015.
- ALVIS, Armando, GARCÍA, Carlos y Saúl, Dussán. 2016.** *Cambios en la Textura y Color en Mango (Tommy Atkins) PreSecado por Deshidratación Osmótica y Microondas.* Córdoba : Inf. tecnol. vol.27 no.2 La Serena, 2016.
- ANDRADE, Pedro y MEZA, Andrés. 2017.** *Acuerdo comercial entre Ecuador y la Unión Europea: El caso del sector bananero ecuatoriano.* Quito : Revista Espacios Vol. 38 (N.º 58), 2017.
- ARROYO, Paula, y otros. 2018.** *Informe de Estado de Situación sobre "Frutas y Hortalizas: Nutrición y Salud en la España del S. XXI".* España : Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD) , 2018.
- AYALA, Rosa. 2016.** *Oportunidad de negocio en el mercado de Barcelona-España para la exportación de mango haden de la asociación apepayac, ubicado en el Platanar-Cajamarca en el periodo 2015-2016.* Universidad Privada del Norte, Trujillo : 2016.
- BARRANTES, Alejandro. 2019.** *Programa de envío al mercado extranjero para exportar el mango deshidratado de los productores del distrito de olmos .* Universidad César Vallejo - Escuela de posgrado, Chiclayo : 2019.
- BERNAL, Camila, DÍAZ, Consuelo y GUTIÉRREZ, Carolina. 2017.** *Probióticos y prebióticos en matrices de origen vegetal: Avances en el desarrollo de bebidas de frutas.* Santiago : Revista chilena de nutrición, 2017. Vol. 44.
- BOGLIO, Daniel y MILICEVIC, Branko. 2016.** Fondo de la UNCTAD para la información sobre los mercados de productos básicos agriculturas. *infocom.* [En línea] 2016. [Citado el: 12 de 10 de 2020.] [https://unctad.org/es/system/files/official-document/INFOCOMM\\_cp07\\_Mango\\_es.pdf](https://unctad.org/es/system/files/official-document/INFOCOMM_cp07_Mango_es.pdf).



- BORJAS, Ricardo, y otros. 2020.** Origen de la piña: Una muy breve Historia. *researchgate.net*. [En línea] 2020. [Citado el: 9 de octubre de 2010.] [https://www.researchgate.net/profile/Ricardo\\_Borjas4/publication/344368166\\_Origen\\_de\\_la\\_piña\\_Una\\_muy\\_breve\\_Historia/links/5f6cf5c592851c14bc948b3c/Origen-de-la-pina-Una-muy-breve-Historia.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ricardo_Borjas4/publication/344368166_Origen_de_la_piña_Una_muy_breve_Historia/links/5f6cf5c592851c14bc948b3c/Origen-de-la-pina-Una-muy-breve-Historia.pdf).
- CAJAMARCA, Diego, y otros. 2020.** *Sostenibilidad medio ambiental en el procesamiento de frutas deshidratadas ecuatorianas*. Riobamba : Revista de Producción, Ciencias e Investigación; Vol. 4, No. 35, 2020. 1-15.
- CAJO, Sergio y VÁSQUEZ, Dílfero. 2017.** *Obtención de azúcares fermentables por hidrólisis enzimática a partir de los residuos del mango (Mangifera Indica L.)*. Universidad Señor de Sipán, Pimentel : 2017.
- CAMACHO, César, BAUTISTA, Lilia y LEÓN Yolanda, ANTONIO, María. 2017.** *Propuesta comercial para el aprovechamiento de mango desechado en el estado de México* : Revista de Sistemas Experimentales, Vol.4 No.13, 2017. 50-58.
- CANTU, M, y otros. 2019.** *Aplicaciones terapéuticas y composición química de Ananas comosus (L.) Merr. (PIÑA). Un estudio de revisión*. México : Universidad Autónoma de Nuevo León, 2019. 26.
- CARDOZO, César, CAYÓN, Gerardo y LIGARRETO, Gustavo. 2016.** *Composición química y distribución de materia seca del fruto en genotipos de plátano y banano*. Mosquera : Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria, Vol. 17 No(2), 2016. 217-227.
- CARRILLO, Ileana. 2018.** *La influencia del sector bananero en la economía ecuatoriana, 2015-2016-2017*. Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Samborondón : 2018.
- CARRILLO, M, y otros. 2020.** *Deshidratación de piña (Ananas comosus) mediante radiación solar en un secador directo*. Zacatecas : Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Vol. 5 , 2020. 145-148.
- CARVAJAL, Marcelo y MURGUEITIO, Francisco. 2017.** *caracterización de las prote+inas de la cáscara de plátano tipo Williams (Giant Cavendish)*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil : 2017.
- . **2017.** *Caracterización de las proteínas de la Cáscara de Plátano tipo Williams (Giant Cavendish)*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil : 2017.
- CASADO, Iker. 2020.** *Hidratos de Carbono: Salud y Medioambiente*. Universidad de La Laguna, Tenerife - España : 2020.
- CEDEÑO, Jessenia y ZAMBRANO, Johana. 2015.** *Cáscaras de piña y mango deshidratadas como fuente de fibra dietética en producción de galletas* . Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta : 2015.
- CEDEÑO, Valeria. 2017.** *Efecto del pretratamiento de secado en la pérdida de peso de la piña deshidratada*. Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí extencion Chone, Chone : 2017.
- CHACHA, Oscar. 2016.** *Degradabilidad ruminal Insitu del pasto King Grass (Pennisetum purpureun cv. King grass) con la inclusión de subproductos de piña (Ananas comosus L.) y emoliente de palma (Elaeis guineensis Jacq.)*. Universidad técnica Estatal de Quevedo, Quevedo : 2016.
- CHAPARRO, S, y otros. 2015.** *Caracterización funcional de la almendra de las semillas de mango (Mangifera indica L.)*. Colombia : scielo, 2015.

**CHAVEZ, Milca. 2015.** “*OBTENCION DE PARAMETROS TECNOLOGICOS PARA LA ELABORACIÓN DE FRUTA CONFITADA DE CORAZÓN (ENDOCARPIO) DE PIÑA (Ananas comusus) VARIEDAD GOLDEN (Hibrido MD-02)*”. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA TINGO MARÍA, Tingo María : 2015.

**CORREA, Doris. 2019.** “*EFECTO DEL TIEMPO DE EXTRACCIÓN Y TIPO DE SOLVENTE EN EL RENDIMIENTO DE TANINOS DE LA SEMILLA DE MANGO CRIOLLO (Mangifera indica L.) Y SU APLICACIÓN EN EL CURTIDO DE PIELES*”. UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO, Lambayeque : 2019.

**CUQUILLANQUI, Luz. 2017.** *Modelamiento de azuara, magee y peleg en cinética de deshidratación osmótica de Kiwi*. Universidad del Centro de Perú, Huncayo - Perú : 2017.

**CURY, Katia, y otros. 2017.** *Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento*. Colombia : Rev colombiana Cienc Anim, Vol. 9, 2017. 122-132.

**DÁVILA, Marlene. 2015.** *Elaboración de saborizantes en polvo, a partir de cinco frutas deshidratadas como: higo, membrillo, níspero, mortiño, y uvilla para la aplicación en cinco tipos de bizcochos y cinco tipos de galletas*. Universidad de Cuenca, Cuenca : 2015.

**DUQUE, Juan y TRUJILLO, Anny. 2019.** *Internacionalización de la pulpa de piña mayanes con destino a la Unión europea*. Universidad Piloto de Colombia, Bogotá : 2019.

**ESPINOZA, Ariana. 2019.** *Evaluación de la cáscara de piña (Ananás comusus) deshidratada como biosorbente de metales pesados en aguas residuales sintéticas*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil : 2019.

**ESPINOZA, María. 2018.** *Proceso Tecnológico de la deshidratación convectiva de la piña (<I>Ananas comusus</I>)*. Universidad Técnica de Machala, Machala : 2018.

**ESTRADA, Hilda, y otros. 2018.** *Deshidratación Osmótica y Secado por Aire Caliente en Mango, Guayaba y Limón para la Obtención de Ingredientes funcionales*. Barranquilla : Información Tecnológica – Vol. 29 N.º 3 , 2018. 197-204.

**FAO. 2020.** *Análisis del mercado del banano Panorama general de febrero de 2020*. s.l. : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020.

—. **2018.** *La Agenda 2030 y los Objetivos del Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. 2018.

**FARINANGO, Janeth. 2018.** *Producción y comercialización del mango (Mangifera Indica L.) variedad tommy atkins en la provincia de Imbabura*. Universidad Técnica del Norte, Inbabura : 2018.

**FERNÁNDEZ, Verna, CAAMAL, Ignacio y CAAMAL, Zulia. 2017.** *Comportamiento y competitividad del mango de México en el mercado mundial*. Texcoco : Ciencias Sociales: Economía y Humanidades. Handbook T-III.-, 2017.

**GARCÍA, Rigoberto. et al. 2020.** *Prácticas para el aprovechamiento de residuos sólidos en plantaciones bananeras y resultados de su implementación* . Ecuador : Revista Universidad y Sociedad: Vol. 12 : N.º. 1 ISSN: 2218-3260. pag. 283- 284.

**GÓMEZ, Gerardo y GUZMÁN, Oscar. 2019.** *Alternativas de valorización para el residuo de mango (Mangifera indica L.) mediante el uso de biotecnología tradicional en el departamento del atlántico*. Universidad Libre Seccional Barranquilla, Barranquilla : 2019.

- GÓMEZ, María. 2017.** *Efectos de la suma térmica en el desarrollo de racimos de banano (Musa acuminata AAA) en dos zonas productoras distintas.* Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil : 2017.
- GONZÁLEZ, Fabiola y ALARCÓN, Moisés. 2018.** *Cambio generacional del consumo de frutas y verduras en México a través de un análisis de edad-periodo-cohorte 1994-2014.* Sinaloa : Población y Salud en Mesoamérica PSM vol.15 n.2 San Pedro, 2018.
- GUALOTO, Roberto. 2018.** *Utilización de frutas deshidratadas en la alta cocina aportando aroma, color, sabor .* Universidad de las Americas, Quito : 2018.
- GUAMÁN, Andrea. 2019.** “*Composición química y digestibilidad de nutrientes del banano orito (Musa acuminata AA) ensilado en cerdos de crecimiento Landrace x Duroc x Pietrian*”. Universidad Estatal Amazonica, Puyo : 2019.
- GUAMANGALLO, Jessica. 2018.** *Determinación del efecto antioxidante del ácido ascórbico a diferentes concentraciones y tiempo de maduración en el banano (Musa cavendish) para la deshidratación .* Universidad Nacional de Cimboraço, Riobamba : 2018.
- GUTIÉRREZ, David, Ramos, Yoan y GONZÁLEZ, Jorge. 2020.** *Propuesta para el procesamiento industrial de la almendra de la semilla de mango.* Granma Cuba : Revista Cubana de Ingeniería Vol. XI (2) 30-37, 2020.
- Gutiérrez, Francisco y Veloz, Alan. 2017.** *Cuantificación y análisis proximal de residuos agroindustriales generados en despulpadoras de fruta del distrito metropolitano de Quito.* UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, Quito : 2019.
- HARO VELASTEGUI, Ana. 2020.** *Análisis sobre el aprovechamiento de los residuos del plátano, como materia prima para la producción de materiales plásticos biodegradables.* Ecuador : Revista Científica Dominio de las Ciencias: Vol. 3 : N°. 2 ISSN: 2477-8818. pag. 507 - 508.
- HERNÁNDEZ, Mauricio, MARTÍNEZ, Martín y SOTO, Julio. 2017.** *Implementación de un prototipo didáctico para el secado solar de frutas y hortalizas estudio comparativo para la determinación de condiciones de operación +óptimas en el municipio de Guanajuato.* Guanajuato : Revista Jóvenes en la Ciencia; Vol 7 , 2017. 2521-2525.
- HOSSAIN, A. y RAHMAN, M. 2015.** elsvier. [En línea] 2015. [Citado el: 09 de 10 de 2010.] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996910004801>.
- HURTADO, Rosa y Ortiz, Liset. 2018.** *Componentes fitoquímicos y capacidad antioxidante de cáscaras de frutas de mayor consumo en el Perú.* Perú : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2018.
- INEC. 2015.** *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua ESPAC 2016.* 2015.
- JIMÉNEZ, Lady. 2015.** *Exportación de frutas deshidratadas para el medio Oriente.* Universidad de Guayaquil, Guayaquil : 2015.
- LARA, María y MÉNDEZ, Edna. 2019.** *Evaluación de la producción de hidrógeno en un bioreactor a escala banco empleando bacterias de especie Clostridium butyricum a partir de la cáscara de banano (Musa cavendish).* Fundación Universidad de América, Bogotá : 2019.
- LARIOS, Ignacio, y otros. 2016.** *Introducción a la Tecnología del Mango.* ciatej. [En línea] 2016. [Citado el: 12 de 10 de 2020.] <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/388/1/Libro%20Mango.pdf>.

- LAZO, Gerson, y otros. 2018.** *CARACTERIZACIÓN FERMENTATIVA Y NUTRICIONAL DE MEZCLAS ENSILADAS DE CORONA DE PIÑA CON GUINEO CUADRADO Musa (ABB) I. Parámetros fermentativos, análisis bromatológico y digestibilidad in vitro.* Costa Rica : Nutrición Animal Tropical 12(1), 2018.
- LÓPEZ, Jennifer. 2016.** *Determinación de los requerimientos nutricionales de la Piña variedad MD-2 en suelos ácidos del municipio de Santander de Quilichao.* Universidad Nacional de Colombia, Palmira : 2016.
- LORÍA, Diego. 2016.** *Eficacia de AVIGLICINA (PINCOR®) en la reducción de la floración naturalmente diferenciada (NDF) en piña (Ananas comosus var Comosus) HÍBRIDO MD 2 en San Carlos, Costa Rica.* Instituto Tecnológico de Costa Rica Sede Regional San Carlos, San Carlos : 2016.
- MAAE. 2020.** *MANUAL DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGANICOS MUNICIPALES.* Quito : Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador . Primera Edición, 2020.
- MAG. 2015.** *PLATANO MUSA sp.* Quito : Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2015.
- MALCA, Julio. 2015.** *Análisis y propuesta de tratamiento hidrotérmico del mango en el Perú.* Universidad de Piura, Piura : 2015.
- MALDONADO, Yanik, y otros. 2016.** Propiedades físicas, químicas y antioxidantes . *scielo*. [En línea] 2016. [Citado el: 12 de 10 de 2020.] <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v39n3/0187-7380-rfm-39-03-00207.pdf>.
- MARRUFO, Rosmel, y otros. 2020.** *Piña deshidratada mediante procesos combinados de deshidratación osmótica y flujo de aire caliente.* s.l. : Revista Ciencia Nor@ndina, Vol 2 °N 2, 2020. 115-122.
- MARTÍNEZ, CÉSAR: CAYÓN, Gerardo y LIGARRETO, Gustavo. 2016.** *Composición química y distribución de materia seca del fruto en genotipos de plátano y banano.* Bogotá : Corpoica Cienc ecnol Agropecuaria, Vol17 N 2, 2016. 217-227.
- MAUPOEY, Pedro, y otros. 2016.** *Introducción al secado de alimentos por aire caliente.* Universidad Politécnica de València, Valencia : 2016.
- MÉNDEZ, Greisy y VILLAMIZAR, Rosa. 2019.** *DISEÑO DE UN PLAN DE NEGOCIOS PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE GALLETAS A PARTIR DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO DE HILAZA (Mangifera indica L.) COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO EN CARTAGENA.* UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, CARTAGENA DE INDIAS : 2019.
- MERA, José. 2015.** *Manejo poscosecha de frutas y hortalizas.* Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Inquitos - Perú : 2015.
- Mesa, Noval, 2018.** *Evaluación técnico-económico de la recirculación de enzimas comerciales en la producción de etanol a partir de bagazo de caña.* Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara. Villa Clara. Cuba. : 2018.
- MOLINA, Néstor. 2016.** *La producción de frutas tropicales: panorama mundial y en Argentina.* s.l. : ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA BELLA VISTA N°5, 2016.
- MORA, Luicia y Ventura, Carmen. 2018.** *Propuesta para la elaboración de una harina a base de cáscara de piña (ananás comosus) y su aplicación en la pastelería.* Universidad de Guayaquil, Guayaquil : 2018.

- Morales, Jhony, López, Leticia y Aguilar, María. 2020.** *PRODUCCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE RESIDUOS DE PIÑA*. Instituto Tecnológico de México, Veracruz : 2020.
- MOREIRA, Ricardo y UGUÑA, Fátima. 2018.** *Diagnostico base del cultivo de piña en Ecuador con énfasis en el cultivo del cultivar "Criolla o Miladreña"*. Guayaquil : Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, 2018.
- MOSQUERA, Esmeraldas, AYALA, Alfredo y Liliana, SERNA. 2019.** *Ultrasonido y Deshidratación Osmótica como Pretratamientos a la Liofilización de Melón (Cucumis melo L.)*. Cali : Inf. tecnol. vol.30 no.3 La Serena, 2019.
- MUÑOZ, Myriam. 2017.** *Desnutrición Escolar*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Cotopaxi : 2017.
- MURILLO, Alba y CHUYA, Jessica. 2015.** *Viabilidad para industrializar y comercializar bebidas aromáticas de la cáscara de piña posicionar en el mercado de consumo nacional e internacional acorde con el cambio del modelo de matriz productiva*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil : 2015.
- NTE INEN 1 751. 1996.** *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN*. Quito - Ecuador : s.n., 1996.
- ONUAA. 2020.** *Análisis del mercado del banano: resultados preliminares 2019*. 2020.
- ORJUELA, Oscar y GUTIÉRREZ, Juan. 2016.** *Plan exportador de banan deshidratado Banane Company*. Universidad Santo Tomas , Villacencio : 2016.
- ORTEGA, Rosa. 2015.** *Tema3: Hortalizas, Verduras, frutas y derivados*. Madrid : Fundació IL3-UB, 2015.
- PAREDES, Byron. 2016.** ESPE. [En línea] 2016. [Citado el: 09 de 10 de 2020.] <https://slideplayer.es/slide/11865708/>.
- PASQUEL, Edison. 2016.** *Evaluación de métodos de deshidratación en pitahaya (Selenicereus megalanthus), para el aprovechamiento de fruta que no reúne estándares de exportación en fresca*. Universidad de las Américas, Quito : 2016.
- PAT FERNÁNDEZ, CAAMAL CAUICH y CAAMAL PAT , ZUILA. 2017.** Comportamiento y competitividad del mango de México en el mercado mundial. *ecorfan*. [En línea] 2017. [Citado el: 12 de 10 de 2020.] [https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias-ECOH-T\\_III/HCSEH\\_TIII\\_6.pdf](https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias-ECOH-T_III/HCSEH_TIII_6.pdf).
- PEÑA, Alonso, y otros. 2017.** *Polinizadores y polinización en frutales subtropicales: implicaciones en manejo, conservación y seguridad alimentaria*. Gante : Ecosistemas, Vol 27, No 2, 2017. 91-101.
- PEÑARANDA, Laura, MONTENEGRO, Sandra y Paula, Giraldo. 2017.** *Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia*. Pereira : Revista de Investigación Agraria y Ambiental, Vol 8 ,°N2 , 2017.
- PERALTA, Adrián. 2020.** *“COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PIÑA (Ananas comosus) Y LOS SUBPRODUCTOS A NIVEL DE CAMPO COMO MATERIA PRIMA ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN ANIMAL”*. UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, QUEVEDO : 2020.
- PEREZ, Fernando. 2020.** Ecuador: Estrategia para fortalecer la industria frutícola. *Ecuador: Estrategia para fortalecer la industria frutícola*. Portal fruticola.com. [En línea]

portalfruticola.com, 12 de febrero de 2020. [Citado el: 12 de octubre de 2020.]  
<https://www.portalfruticola.com/noticias/2020/02/12/ecuador-estrategias-para-fortalecer-la-industria-fruticola/>.

**PIENOVIL, Lucía, y otros. 2015.** *Consumo de frutas, verduras y presión arterial*. Santiago : Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Volumen 65, No. 1, 2015.

**PIMENTEL, Adriano, y otros. 2018.** *Bioactividad de aceites vegetales a *Orthezia praelonga* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Orthezidae) y selectividad a su predador *Ceraeochrysa caligata* (Neuroptera: Chrysopidae)*. Vigosa MG - Brasil : Rev. Protección Veg. vol.33 no.3 La Habana, 2018. 1-9.

**PONCE, Dayana y ZAMBRANO, María. 2018.** *Modelo de negocio para la exportación de banano deshidratado al mercado de Berlin-Alemania*. Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Manta : 2018.

**PROECUADOR. 2016.** *Análisis sectorial: Banana*. 2016.

**RAMÍREZ ALFONSO, Sandra Milena & REYES NIETO, María Camila. 2017.** *APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS DE LA ANANAS COMOSUS (PIÑA) PARA LA PRODUCCIÓN DE XILITOL POR HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA*. Universidad de América, Bogotá: 2017.

**RAMOS, Victoria. 2016.** *Exportaciones del mango*. Mexico : 2016.

**Retana, Juan Pablo. 2015.** *Manual Agronómico*. APROPIC, Republica Dominicana : 2015.

**RIERA, María, MALDONADO, Silvana y PALMA, Ricardo. 2018.** *Residuos agroindustriales generados en Ecuador para la elaboración de bioplásticos*. Guayaquil : Revista Ingeniería Industrial, Vol 17 °N 3, , 2018.

**RODRÍGUEZ, Mylene. 2019.** *Desafíos para el consumo de frutas y verduras* . Colombia : Revista de la Facultad de Medicina Humana: Vol. 19 : Iss. 2 , Article 12, 2019. 104-112.

**RODRÍGUEZ, Leyton y SÁNCHEZ, Majana. 2017.** *Consumo de frutas y verduras: beneficios y retos*. Barranquilla : Revista Alimentos Hoy Vol 25, No 42, 2017. 33-55.

**RODRÍGUEZ, Mylene. 2019.** *Desafíos para el consumo de frutas y verduras*. Baranquilla : Rev. Fac. Med. Hum. vol.19 no.2 , 2019.

**RODRÍGUEZ, Romelio, y otros. 2016.** *Producción de frutos de piña (*Ananas comosus* (L.) merr.) md-2 a partir de vitroplantas*. s.l. : Cultivos Tropicales, vol. 37, no. especial, 2016. 40-48.

**ROJAS, Mariana. 2018.** *“RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES DE ALMIDÓN CON CÁSCARA DE MANGO MANILA (*Mangifera indica* L. variedad manila) ADICIONADOS A RODAJAS DE MANZANA (*Malus domestica*)”*. BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA, Puebla : 2018.

**ROMERO, Hugo, y otros. 2019.** *Estudio cinético de la producción de bioetanol a partir de residuos agroindustriales de la cáscara de banano maduro*. s.l. : Revista Industrial Data, 2019.

**ROMERO, Indira y DÍAZ, Verónica, Aguirre, Alejandro. 2016.** *Fortalecimiento de la cadena de valor de los snacks nutritivos con base en fruta deshidratada en El Salvador*. s.l. : Copyright © Naciones Unidas No 16, 2016.

- RUBIANO, Karla, CIRO, Héctor y ARISTIZABAL, Iván. 2019.** *Aprovechamiento de los subproductos del mango, como fuente de compuestos bioactivos, para la elaboración de rollos comestibles.* s.l. : Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación, Científica Vol. 22 Núm. 2, 2019.
- SANCHEZ, Andrés. 2017.** *Optimización del proceso de escaldado y deshidratación osmoconvectiva de banano (Musa paradisiaca, Var. Cavendish).* Zamorano Carrera de Agroindustria Alimentaria, Zamorano, Honduras : 2017.
- SANTANDER, Christian. 2018.** *Diseño de Ingeniería básica para una planta deshidratadora de frutas tropicales en la parroqui Lumbaquí (Sucumbíos).* Universidad de las Americas, Quito : 2018.
- TAIPE, Mayumi. 2019.** *Elaboracion de lámina de frutas (FRUIT LEATHER) de papaya con maracuyá fortificado con quinua, kiwicha y hierro a base de analisis sensorial.* Universidad Técnica Particular de Loja, Lima : 2019.
- TIPÀN, Cindy. 2017.** “VINO DE PIÑA (*Ananas comosus L.*) CON TRES CONCENTRACIONES DE MIEL DE ABEJA EN EL CANTÓN QUEVEDO - 2017”. UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, Quevedo : 2017.
- TOALA, Gino. 2018.** *ELABORACIÓN DE ENSILAJE DE CÁSCARA DE BANANO (Musa paradisiaca), UTILIZANDO MICROORGANISMOS EFICIENTES.* UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ, JIPIJAPA - MANABÍ - ECUADOR : 2018.
- TORRES, Antonio y PALOMEQUE, Deborah. 2015.** *Análisis de la Variación de las Exportaciones de Banano de Ecuador hacia los Principales Socios Comerciales durante el periodo 2008 – 2013.* Universidad del Azuay, Cuenca : 2015.
- TREJO, Márquez, LIRA, Alma y PASCUAL, Selene. 2016.** *Fibra para el futuro: propiedades y Beneficios.* Barcelona, España : En M.E. Ramírez Ortiz (Ed.). Alimentos Funcionales de Hoy, 2016. 1-34.
- UGARTE, Adrian. 2017.** Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Económicas. *Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil.* [En línea] 3 de 09 de 2017. [Citado el: 09 de 10 de 2020.] <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/34546>.
- VALDES, Luis, y otros. 2017.** *Caracterización morfológica, cultural y patogénica de aislados de colletotrichum sp Produciendo antracnosis en mango (mangifera indica L.).* s.l. : Revista de Ciencias de la vida, 2017.
- VALENCIA, María. 2018.** *Efecto de la miel en la deshidratación de mango (Mangifera indica) variedad Tommy Atkins.* Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano , Zamorano - Honduras : 2018.
- VARGAS, Yury y PÉREZ, Liliana. 2018.** *Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente.* s.l. : Revista Facultad de Ciencias básicas, Vol 14 °N 1 , 2018.
- VEGA, Treicy, y otros. 2018.** “DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE SNACKS NATURALES CON DIFERENTES SABORES PARA EL BANANO ORGÁNICO DESHIDRATADO EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL SANTA ISABEL E.I.R.L.”. UNIVERSIDAD DE PIURA, PIURA : 2018.
- WALL, Abraham, y otros. 2015.** *Nutricion Hospitalaria.* [En línea] 2015. [Citado el: 12 de 10 de 2020.] <http://www.aulamedica.es/nh/pdf/7701.pdf>.

**ZHUNE, Ericka. 2018.** *Propuesta de un juego educativo nutricional para promover educación alimentaria sobre el consumo de frutas y vegetales en niños y niñas de 8 a 10 años de la unidad educativa “Liceo Naval” en la ciudad de Guayaquil.* Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Samborondón : 2018.