

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE AGROINDUSTRIAS**



**TESIS**

---

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE ALMIDON OBTENIDO A  
PARTIR DEL PLATANO BELLACO (*MUSA PARADISIACA*.)**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

**AUTOR:**

**PESCORAN SANCHEZ YHON ALEX**

**ASESOR:**

**ING. DORIAN Y. AGUIRRE CAMPOS**

**TUMBES, PERU  
2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE AGROINDUSTRIAS**



**TESIS**

**“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE ALMIDON  
OBTENIDO A PARTIR DEL PLATANO BELLACO (MUSA PARADISIACA L.)”**

**LOS SUSCRITOS DECLARAMOS QUE EL PRESENTE TRABAJO  
DE TESIS ES ORIGINAL EN SU CONTENIDO Y FORMA**

---

**Br. Yhon Alex Pescoran Sanchez**

**Ejecutor**

---

**Ing. Y. Dorian Aguirre Campos**

**Asesor**

---

**Ing. Jhon Rimaycuna Ramírez**

**Co-Asesor**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE AGROINDUSTRIAS**



**TESIS**

**“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE ALMIDON  
OBTENIDO A PARTIR DEL PLATANO BELLACO (MUSA PARADISIACA L.)”**

**APROBADA EN CONTENIDO Y ESTILO POR:**

---

**Dr. Ing. José Luis Cabrera Reyes**

**PRESIDENTE**

---

**Ing. Yuri Ivan Mendoza Garay**

**SECRETARIO**

---

**Mg. Ing. Ricardo Saldoya Tinedo**

**VOCAL**

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a dios por tener la oportunidad y ejemplarizar, durante la trayectoria de mis estudios universitarios, por darme la oportunidad de culminar y aprender sobre mi proyecto culminado, que como resultado de esto reforzó aún más mis conocimientos dentro de la ingeniería.

Doy gracias a mi familia por apoyarme en todo momento desde el inicio y culminación de mis estudios universitarios, a pesar de los tropiezos que cada día el ser humano va aprendiendo en la trayectoria de la vida.

Reconocer a la facultad de ingeniería pesquera de esta casa superior de estudios por brindarme el apoyo y la prestación del equipo soxhlet que su uso era parte de la investigación de mi proyecto tesis.

Al mismo tiempo quiero agradecer a los nuevos lazos de amistad que forme en el laboratorio de análisis ambiental, a mis amistades de la universidad, al Mg. Ing. Dorian Y. Aguirre Campos y al Ing. John H. Rimaycuna Ramírez, por haberme ayudado y compartido conocimientos valiosos durante la ejecución y redacción de mi tesis.

## DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, brindarme salud, sabiduría y permitirme terminar con éxito este proyecto de investigación que no fue fácil y tampoco imposible.

A mi familia por los consejos y el apoyo constantes que me brindaron para continuar con mis estudios y no desmayar en el transcurso de esta carrera de vida.

A mis maestros, que se convirtieron en mis amigos, personas de respeto y futuros colegas que me orientaron a continuar con mis estudios y por compartir sus experiencias en el campo académico que eso me permitió continuar mis estudios y lograr mis metas trazadas.

## INDICE

CAPITULO I INTRODUCCION.....	13
CAPITULO II.....	14
MARCO TEORICO- CIENTIFICO.....	14
2.1. ANTECEDENTES.....	14
2.2. BASES TEORICO- CIENTIFICAS.....	16
2.2.1. plátano orgánico.....	16
2.2.2. Taxonomía del plátano.....	16
2.2.3. Clasificación taxonómica del plátano.....	17
2.2.4. morfología del plátano.....	17
2.2.5. valor nutricional del plátano.....	19
2.2.6. Usos del plátano.....	20
2.3. Almidón.....	20
2.3.1. Aislamiento de almidón.....	21
2.3.2. Identificación de almidón.....	22
2.3.3. Composición química del almidón.....	22
2.3.4. Tipos de almidón.....	25
2.3.5. Usos industriales del almidón.....	26
CAPITULO III.....	<b>28</b>
MATERIALES Y METODOS.....	<b>28</b>
3.1. Materiales y equipos.....	28
3.1.1. Materiales.....	28
3.1.2. Materiales de laboratorio.....	28
3.1.2. Sustancias y reactivos.....	28
3.1.3. Equipos.....	28
3.2. Método de investigación.....	29

3.2.1. Extracción de almidón.....	29
3.2.2. Caracterización físico- química de los almidones .....	31
3.2.2.1. Identificación de almidón (amilosa/amilopectina) .....	32
3.2.2.2. Determinación de humedad .....	32
3.2.2.3. Determinación de cenizas .....	33
3.2.2.4. Determinación de lípidos .....	33
CAPITULO IV .....	35
RESULTADOS .....	35
1.1. Almidón.....	<b>35</b>
4.1.1. Rendimiento.....	<b>35</b>
4.1.2. Identificación de almidón (amilosa/amilopectina) .....	36
4.1.3. Análisis químico del almidón.....	37
4.1.2. Calidad de almidón.....	37
CAPITULO V .....	<b>46</b>
DISCUSION.....	<b>46</b>
CAPITULO VI .....	48
CONCLUSIONES.....	48
CAPITULO VII .....	49
RECOMENDACIONES .....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	51
ANEXOS.....	55

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: clasificación taxonómica del plátano .....	17
Tabla 2 : Contenido de amilosa y amilopectina en almidones nativos. ....	21
Tabla 3 : Composición química de gránulos de almidón <sup>a</sup> .....	23
Tabla 4: Resultados del rendimiento (%) de almidón al 5% y 10% de bisulfito de sodio .....	35
Tabla 5: Composición química del almidón .....	37
Tabla 6: Grado de aceptabilidad de los diferentes porcentajes .....	38
de mezcla con los 15 jueces, con respecto al color.....	38
Tabla 7: Grado de aceptabilidad de los diferentes porcentajes .....	39
Tabla 8: Grado de aceptabilidad de los diferentes porcentajes .....	39
de mezcla con los 15 jueces, con respecto al sabor .....	39
Tabla 9: Grado de aceptabilidad de los diferentes porcentajes .....	40
de mezcla con los 15 jueces, con respecto al textura.....	40
Tabla 10: Grado de aceptabilidad de los diferentes porcentajes .....	40
de mezcla con los 15 jueces, con respecto al apariencia .....	40
Tabla 11: Interpretación de datos mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba TUKEY para el tratamiento (color) .....	41
Tabla 12: Interpretación de datos mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba TUKEY para el tratamiento (olor) .....	42
Tabla 13: Interpretación de datos mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba TUKEY para el tratamiento (sabor) .....	43
Tabla 14: Interpretación de datos mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba TUKEY para el tratamiento (textura) .....	44
Tabla 15: Interpretación de datos mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba TUKEY para el tratamiento (apariencia).....	45



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Morfología del plátano (musa paradisiaca) y sus partes.....	18
Figura 2: Diagrama de Flujo de la extracción de almidón.....	31
Figura 3: resultado de la evaluación de porcentajes de almidón al 5% y 10% de bisulfito de sodio. ....	36
Figura 4: Identificación de almidón (amilosa/amilopectina) .....	37

## LISTADO DE ABREVIATURAS

FV	Fuentes de variación.
SC	Suma de cuadrados.
GL	Grados de libertad.
CM	Cuadrados medios.
F (exp)	Valor experimental.
F (tab)	Valor tabulado.
P	Probabilidad.
%	Porcentaje.
(a, a)	Igualdad de muestras.
S2O5	Bisulfito de sodio.
$D_i \leq w$	Prueba no significativa
$D_i > w$	Prueba, es significativa

## RESUMEN

### “Evaluación del rendimiento y la calidad de almidón obtenido a partir del plátano bellaco (musa paradisiaca l.)”

**Autor:** Yhon Alex Pescoran Sanchez

En esta investigación se obtuvieron almidones de diferentes porcentajes de reactivo que se tomó como referencia el bisulfito de sodio ( $S_2O_5$ ) al 5% y 10%, cuya función es determinar la estabilidad del almidón evitando así su oxidación al momento de su extracción a temperatura ambiente, el rendimiento variaba de acuerdo a su metodología de extracción ya que si al utilizar un método de licuado se podía observar que su rendimiento era mayor al utilizar un método de molienda, ya que por medio de este método se desperdiciaba bastante materia prima.

En su estudio de acuerdo a sus características físico químicas del almidón de plátano orgánico se pudo observar que su humedad era mayor a su concentración de cenizas y que este variaba de acuerdo a su concentración de lípidos.

Los datos estadísticos ANOVA de las propiedades organolépticas de almidón obtenidos mediante la participación del consumidor (jueces) como grado de aceptabilidad del producto estudiado, a un grado de significancia del 95% se pudo obtener resultados reales donde se apreciaba la aceptabilidad del producto por el consumidor, por consiguiente, se procedió con la prueba de tukey a un grado de significancia de 95%, determinando que en los tratamientos no existe diferencia significativa.

**Palabras claves:** tipos de concentración de ( $S_2O_5$ ), plátano bellaco y propiedades.

## SUMMARY

"Evaluation of the yield and quality of starch obtained from plantain bellaco (*Musa Paradisiaca L.*)"

Author: Yhon Alex Pescoran Sanchez

In this investigation, starches of different percentages of reagent were obtained, which were taken as reference sodium bisulfite (S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) at 5% and 10%, whose function is to determine the stability of the starch, thus avoiding its oxidation at the time of extraction at room temperature. , the yield varied according to its extraction methodology since if using a liquefied method it could be observed that its yield was higher when using a milling method, since by means of this method a lot of raw material was wasted.

In their study according to their physical and chemical characteristics of the organic banana starch, it could be observed that their humidity was higher than their ash concentration and that this varied according to their lipid concentration.

The ANOVA statistical data of the organoleptic properties of starch obtained through the participation of the consumer (judges) as the degree of acceptability of the product studied, to a degree of significance of 95%, it was possible to obtain real results where the acceptability of the product by the consumer was appreciated. , therefore, the tukey test was carried out to a degree of significance of 95%, determining that in the treatments there is no significant difference.

Keywords: types of concentration (S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), plantain and properties.

## INTRODUCCION

En nuestra Región de Tumbes, el plátano orgánico es el segundo cultivo en relieve, con aproximadamente 3500 hectáreas, de las cuales 1500Ha están dedicadas a la producción de banano y cuenta con certificación orgánica. Los productores de plátano y banano en los valles de Tumbes, en su totalidad, no canalizan sus plantaciones con adecuado manejo agronómico, desentendiendo el valor del recurso suelo y agua. De acuerdo, a los imperfectos de prácticas de fertilización, riego, control de plagas y afección son inapelables en la baja productividad y calidad de la fruta, lo que genera una baja rentabilidad de nuestros cultivos.

Una de las fuentes que generan residuos, es la industria agrícola, de la que provienen raíces, tallos, hojas o cualquier otra parte de la planta que no son utilizados; la mayoría de estos subproductos son provenientes del cultivo del arroz, café, banano, entre otros que se convierten en desechos, por no darles una adecuada utilización.

Por lo tanto, el presente proyecto de investigación está enfocado en la utilización de la pulpa del plátano orgánico debido a que posee una gran fuente de celulosa y almidón que pueden convertirse en productos con valor agregado, siendo una alternativa el aprovechamiento del mismo, Permitiendo así generar ingresos a pequeños y medianos productores mediante la venta de estos recursos y a la vez reducir la contaminación provocada por el proceso de descomposición.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO- CIENTIFICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

En el año 2017 en el país de México y con la ayuda de CONCYT de México se logró un estudio, el deseo de este fue producir láminas biodegradables aplicando una porción de almidón mohoso de plátano combinado con glicerol y desarrollar su diferenciado fisicoquímico y eficaz. (Zamudio, Bello Pérez, et al. 2008).

En el año 2007 se hizo un estudio en la facultad de ciencias químicas de la universidad de colima México, se llevó un aprendizaje de la procedencia y calificación química de una porción de almidón de plátano y banano de las diferencias FHIA-01,20, 21 Y 23. El objetivo que tuvo esta investigación fue evaluar el rendimiento de la extracción de almidón. (Cabrera, et al. 2007)

En el año 2004 en el país de Venezuela se realizó un estudio para evaluar la cantidad de almidón que se podría obtener mediante una modelación de extirpación utilizando materia prima de plátano (*Musa Paradisiaca*). La finalidad de dicha práctica estuvo enfocada al redito a escala planta piloto y parangonarlo con la obtención mediante retiro resante laboratorio. La cantidad que se obtuvo de dicho estudio para el almidón que tuvo una correlación proporcional básico en su masa, se ubicó a 76 y 86% por ende se llevó un estudio por medio de planta piloto la proporción estuvo dentro de 63 y 71%. Los resultados no difirieron al culminar dicho estudio lo que se concluye que hubo homogeneidad en los lotes estudiados, justificándose que el resultado es representativo. (Flores, Bello Pérez et al. 2004).

La formación de fécula se lleva mediante un procedimiento de catálisis ácida mineral, pero los estudios biotecnológicos demuestran producir enzimas que

logran controlar resultados a base de glucosa (Bello et al., citados por Hernández 2004).

La fécula consta de un enlace de componentes que son, amilosa y amilopectina, que tienen una variedad en su organización (Yufera, citado por Antezana 2007, p. 77). Así mismo la amilosa como la amilopectina tiene una significancia en su poder sensorial y reológicas de los alimentos, especialmente por su aforo de absorción y mucilaginoso (Badui 2006, p. 84).

Los recursos de plátano verde son significativos en fécula, posee a 70% y 80% en base seca, sin embargo la materia que se desecha (cascara) son utilizados para dicho objetivo, ya que posee un máximo de 50% de fécula en base seca, aprovechándose la obtención de este recurso ya que la modalidad de obtención tiene un costo módico (Mazzeo 2008, p.3; Zhang citado por Rivas 2006, p. 4).

En México en el año 2000 se llevó un estudio en la producción de dos modelos de galletas, en polvorón y en pasta seca, utilizando fécula comercial de maíz (*Zea mays* L) y fécula de plátano (*musa paradisiaca* L), los resultados de fécula se mantuvieron firmes. Como resultado de dicho estudio se demostró que el plátano es una alternativa que reemplazaría al maíz, para este tipo de pisco-labis. (Bello Pérez, Serego Ayendi, et al. 2000).

Lii y col (1982) estudiaron las propiedades físicas y químicas del almidón obtenido de muestras de banano en diferentes estados de madurez. Encontraron que la cantidad de fécula en el plátano verde estuvo entre 61.74% y el plátano sobremadurado de 2.58%.(instituto centroamericano de investigación y tecnología industrial – ICAITI-1986)

## **2.2. BASES TEORICO- CIENTIFICAS**

### **2.2.1. plátano orgánico**

La producción de plátano orgánico tiene una significancia a nivel mundial, por ende, menor en producción a lo que se refiere a los cítricos, uva y la manzana. La productividad de dicha materia prima es potencialmente significativa en Los países latinoamericanos y del Caribe. Sin embargo, los que tiene una vaya mayor en producción es India y China.

La productividad de plátano orgánico es significativamente importante ya que como resultado de este permite obtener buenos ingresos, Asimismo dicha materia prima es utilizado no solamente en su masa, sino que también se aprovecha sus residuos (cascara), es un producto significativo después del arroz, el trigo y el maíz.

La producción de plátano tuvo sus inicios en el Perú, desde 1500, su producción se dio en la costa y en los valles interandinos de la ceja de selva y concluyo en la selva baja representando el 70% de la superficie total del país. (Dirección Regional de Agricultura de Madre de Dios, 2009).

### **2.2.2. Taxonomía del plátano**

El apelativo del plátano, tiene una variedad en su identificación ya que existen variedades de plátano en su producción, así mismo se hallan plantas herbáceas del género Musa, el cual se tiene; Musa acuminata y Musa balbisiana.

Encasillado por Linnaeus interpretándolo a modo de Musa paradisiaca en 1753, cuya especie se identifica como Musa, mediante la evaluación que se han dado mediante la investigación se resumió su complicada taxonomía cuya especie introduce las variedades de mezclados, diferenciada contextura genética, así mismo se a estilizado un procedimiento seriamente sui generis



cuya ordenación permite dar valor a dicha interpretación. (Cheesman, 1948) la cual interpreta al plátano orgánico macho que se introduce a la misma familia del plátano orgánico común.

Así mismo dentro de la investigación se concluye que esta materia prima es apetecible potencialmente por el consumidor, ya que contiene propiedades que son útiles para el consumo; no tanto para el ser humano si no que para la especie animal. Contiene propiedades muy ricas en potasio, dando un fruto cuya racima pueden llegar hasta cien unidades de fruto y en peso oscila entre 50 kg; torna un color amarillento cuando está en su condición de cosecha, un sabor agradable y contenido de pulpa considerablemente significativa. (Cheesman, 1948)

### 2.2.3. Clasificación taxonómica del plátano

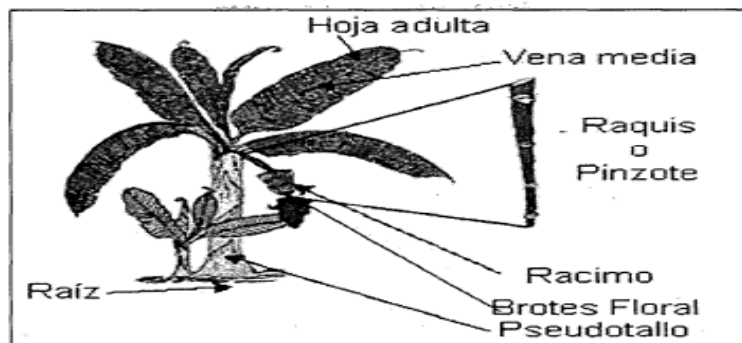
**Tabla 1: clasificación taxonómica del plátano**

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musáceo
Genero	Musa
Especie	M. paradisiaca

### 2.2.4. morfología del plátano

El plátano orgánico es un vegetal herbácea de tamaño considerable, con rizoma bajo y elevado postizo, que se inicia de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3,5-7,5mt de altura, culminando en una corona de hojas. (Vasquez *et al.*, 2005)

**Figura 1:** Morfología del plátano (*Musa paradisiaca*) y sus partes



**Fuente:** Agri-nova Science.

- **En la parte del plátano (*Musa paradisiaca*) se pueden distinguir las siguientes partes:**
  - **Rizoma o bulbo:** contiene un brote profundo con demasiado contenido de variables de desarrollo (meristemos) la cual se inician con pseudotallos, cepa y capullos. (Vazquez *et al.*, 2005).
  - **Sistema radicular:** contienen rizomas que se separan en una capa de 30-40 cm, enfocándose en la parte superior de las mismas entre 15-20 cm. Sus brotes tornan un color blanco, sensible, amarillento y duro ulteriormente. Representa un calibre que está en 5 y 8 mm y su distancia llega a 2,5-3 m en desarrollo adyacente y alcanza entre 1,5 m en abismo. (Vazquez *et al.*, 2005).
  - **Tallo:** Es considerablemente de gran tamaño, mayor porcentaje en fécula, hondo, premiado con capullo, tienen un desarrollo muy medrado y rentado. (Vazquez *et al.*, 2005).
  - **Hojas:** emprendiendo en la parte suprema del rizoma. Iniciándose en su crecimiento se visualiza la creación cuyo brote es el pedúnculo y la formación de su moldura culminada en cordón, la cual viene hacer la funda ulteriormente. Sus hojas son de gran tamaño teniendo una longitud entre 2-4 m de largo y hasta 1,5 m de ancho, que cuenta con un pedúnculo 1 m o más de longitud y un limbo elíptico extendido. (Vazquez *et al.*, 2005)

- **Flores:** con un color amarillento, veleidoso y cuenta con seis estambres, la cual uno de ellos es infecundo. El grupo de la inflorescencia constituye el "régimen" de la platanera. El conjunto de flores unidas en las hojas, produce frutos que tienen una denominación "mano", cuyo resultado de su producción representa entre 3 a 20 productos. Sin embargo, se limita mediante un sistema a no contener más de 4 manos, sin embargo, cambia de acuerdo a la pluralidad cuya condición es producible que como resultado de su producción puede llegar a 12-14. (Vazquez *et al.*, 2005)
- **Fruto:** representa una forma elíptica. Mediante su crecimiento del producto, estos se inclinan geotrópicamente, esto se da debido a su peso que tienen estos productos la cual forman al mismo tiempo la racima. Los frutos son polimórficos, conteniendo entre
- 5-20 manos, indicando que cuenta individualmente entre 2-20 frutos, tornando un color amarillo verde, verde cobrizo, cobrizo-rojizo o rojo. (Vazquez *et al.*, 2005).

### 2.2.5. Valor nutricional del plátano

El valor nutricional de los plátanos ha sido estudiado por diversos autores. Contienen un sabor agradable para el consumidor la cual permiten que sea muy fácil deglutir, estudios refieren que cuando la fruta está en estado de cosecha su pequeña cantidad de fécula llega a contener entre 54 - 80% de asimilación. El producto según estudios da a conocer que contiene un valor considerable en proteínas y vitaminas ya que este esté actúa como fuente de energía, sin embargo tiene una similitud de propiedades con el maíz (300 K cal. x 100g. de producto deshidratado o bien, una caloría x gramo de fruta fresca), así mismo contiene un grado de energía que sin duda alguna es apetecible para el consumo humano (Soto, 1991).

### **2.2.6. Usos del plátano**

Para desperdigar los usos del plátano, se puede indicar que este producto se puede utilizar en la producción de almidón, ya que actúa como fuente de energía para el consumo humano, cuyo producto logra la permeabilidad de los pucheros (French, 1984; Biliaderis, 1991). De acuerdo a los estudios que se han dado confiere que la aplicación del fécula la cual es considerada mayormente en la industria alimentaria. Así mismo se están elaborando féculas granulares licuables en líquidos. (AGSAF). Por ende, aportan dominio de gran importancia en muchos alimentos que son importantes para el consumo humano, como por ejemplo productos de elevada viscosidad, trama sensible y características homogéneas a los aprestos pre y gelatinizados (Chen y Jane, 1994a), citado por (Bello- Pérez *et al*, 2002).

### **2.3. Almidón**

El almidón según estudios actúa como un legislativo la cual estos se depositan en los vegetales, guardan su concentración de alimento en su rizoma (yuca), tubérculos (patata), frutas y almendras (cereales). Así mismo podemos decir de acuerdo a los estudios que se han venido dando sobre este producto, que no solo es útil para las plantas, sino que también para el consumo humano ya que es una fuente de energía. Tiene una variación respecto a los hidratos de carbono que están involucrados en la naturaleza cuya representación es mediante gránulos o partículas.

Químicamente el almidón es considerado un polisacárido. Cuyo enlace de unir moléculas de glucosa creando largas cadenas, sin embargo, puede variar otras características en proporciones bajas.

#### **Amilosa**

La amilosa de acuerdo a estudios que se han venido dando lo considera como un polímero seguido enlazado por d-glucopiranosas que se ubican unidas entre sí por enlaces  $\alpha$ -(1-4) que representan un 99% de su distribución; sin

embargo, se ha justificado la presencia de ramificaciones unidas por  $\alpha$ -(1-6). Como resultado de esto su derivación se sitúan de forma detallado e insólito, la cual da como resultado final su conducta, fundamentalmente recto.

### **Amilopectina**

La amilopectina es un polímero semicristalino y grandemente derivado, constituido cercanamente a 595,238 unidades de D-glucopiranosas enlazadas por vinculo  $-\alpha$  (1-4), que presentan un 92-96% mediante enlaces  $-\alpha$  (1-6) que representan un 5-6%de su estructura. Se ubican cercanamente a 15 o 25 unidades de D-glucopiranosas.

**Tabla 2 :** Contenido de amilosa y amilopectina en almidones nativos.

<b>Origen Almidón</b>	<b>Amilosa (g/100 g de almidón)</b>	<b>Amilopectina (g/100g de almidón)</b>
Trigo	28	72
Maíz	27	73
Maíz Ceroso	0-1	99
Papa	21	79
Arroz	17	83
Arroz ceroso	0-2	98
Yuca	17	83
Plátano	11	89
Malanga	24	76

**Fuente:** Ellis et al. (1998); Moorthy (2002); Aparicio (2003); citado por Morin (2010).

#### **2.3.1. Aislamiento de almidón**

De acuerdo a los estudios que se han venido dando respecto al plátano cuyo derivado es la fécula, el objetivo más importante es la separación de fécula, ya que en el momento de su extracción este debe obtenerse sin que sufra alteraciones en su estructura. (Ji, Seetharaman y White, 2004; Serna, 2001).

La obtención de fécula de manera comercial se obtiene mediante una modalidad de molienda que puede ser en estado chorreante o estregado. Esto se da mediante factores de interrupción de almidón en agua, centrifugación, depuración, deshidratación y evaporado. A pesar que el almidón contiene propiedades fenólicas es indispensables utilizar metabisulfito de potasio para evitar su oxidación a temperatura ambiente. (Soni, Sharma y Srivastara, 1990 y Bermúdez 1997).

### **2.3.2. Identificación de almidón**

Para la identificación de almidón se realiza el análisis por reacción colorida con yodo, así mismo la amilosa torna situaciones complicadas de introducción con yodo y es la causante del color azul característico del complejo almidón yodo. (Méndez, 2010).

El análisis de la proporción de las dos fracciones, amilosa y amilopectina, lo desarrollaron Bates y Dexter–French (1943) con base en la adsorción de yodo por el almidón y explicada por la hipótesis de Hanes (Moe, 1953) esto se explica en que la amilosa logra facultar o acomodar el yodo, sin embargo la amilopectina se limita a la configuración de absorción de yodo la cual es muy baja.

### **2.3.3. Composición química del almidón**

Constituido por dos polímeros de variable organización (amilosa y amilopectina), los cuales se deslindan por las uniones que presentan dentro del granulo de almidón y que además representan cerca del 98-99% del peso en seco.

**Tabla 3: Composición química de gránulos de almidón<sup>a</sup>**

FUENTE	Humedad	Carbohidratos	Proteínas* <sup>b</sup>	Lípidos*	Cenizas*
Arroz	15	83.15	0.45	0.8	0.5
Maíz	13	85.92	0.35	0.6	0.1
Trigo	14	84.59	0.4	0.8	0.15
Sorgo	13	85.92	0.3	0.7	0.08
Papa	19	80.41	0.06	0.05	0.4
Tapioca	13	86.59	0.1	0.1	0.2
Amaranto	6	92.10	0.1	0.4	1.4
Plátano	12.6	80.27	2.03	2.2	1.3

P

a

redes-López, 1990; Pérez-Sisa, 1997; Thomas y Atwell, 1999, citado por Tovar (2008)

a= Expresado en %; b= N x 6.25; \* En base seca

#### ❖ Almidón de plátano

Para indicar que el almidón de plátano es indispensable utilizarlo en su estado verdoso ya que esto permitirá obtener gran cantidad de almidón (de 20 a 25%), sin embargo, cuando este llega a madurar su concentración de almidón se alteraría y disminuiría su proporción (Abadía, 1979; y Palmer, 1979). El almidón de plátano ha sido premiado como mayor porcentaje de calidad en comparación con créales y tubérculos (Méndez, 2010).

La cantidad de almidón a partir del fruto de plátano (*Musa Paradisiaca*), en comparación a su cantidad principal que estaba presente en la pulpa tuvo un rango de 76 y 86 %; cuando se realizó el proceso a escala planta piloto el rendimiento fue entre 63 y 71 %. (Flores-Gorosquera et al., 2004). Este fruto contiene una pequeña cantidad de proteínas (1%) y muy pocas grasas (menos del 0.5%). (Méndez, 2010)

Zamudio-Flores (2008), reportó un contenido de humedad de 8.3%, 1.85% de lípidos y 1.89% de cenizas en muestras de almidón del plátano macho utilizando un método de aislamiento diferente. En otra investigación de Zamudio-Flores (2005), se obtuvo un valor de contenido de humedad, que fue 5.7 % y 1.85% de lípidos en almidón nativo de la misma fuente vegetal. Bello-Pérez et al. (2002), reportaron un contenido de humedad 10.7 % en muestras de almidón de la misma fuente vegetal utilizando un método de aislamiento diferente.

#### ❖ **Almidón de arroz**

El arroz (*Orzya sativa L.*) presentan aspectos granulados pequeños poliédricos con punta agudos y sin estrías concéntricas. Los gránulos tienen un rango de 6 $\mu$ ,16 de calibre. (Salama, 2005).

El almidón de arroz contiene 0.49% de cenizas, 2.71% de proteína y 96.79% de carbohidratos (Cantellano et al., 2016). Para otros autores en la composición química el arroz presenta 70.4% de almidón y el maíz 62.6%. (Astiasarán y Martínez, 1999).

El almidón de arroz se ha utilizado para producir películas biodegradables para sustituir parcial o totalmente a los polímeros plásticos debido a su bajo costo y renovabilidad, ya que poseen buenas propiedades mecánicas. Sin embargo, los productos de almidón de arroz biodegradables todavía revelan muchas desventajas. Estos incluyen propiedades mecánicas bajas y falta de barrera eficaz contra los compuestos de alta polaridad. Las desventajas se atribuyen principalmente al carácter altamente hidrófilo de los polímeros de almidón de arroz. Este almidón tiene un alto contenido de amilosa es por ello que es un atractivo como materia prima para su uso como barrera en los materiales de embalaje. (Wittaya, 2009).



### ❖ Almidón de maíz

La variedad de resultados de obtención de Maíz (*Zea Mays L.*) es mayormente variable a productos en comparación con cereales y se puede lograr producir productos como, harina, almidón, aceites, alcohol y copos de maíz. (Jorge y Pamplona, 2006).

De manera general el almidón de maíz, químicamente está compuesto por una baja concentración de proteínas, lípidos y el resto lo conforma el almidón propiamente dicho (Biliaderis, 1991a; Guilbot y Mercier, 1985). su composición química del grano de maíz varía con otros componentes como son: lípidos (1-5%), cenizas (1-3%), fibra (1-2%) y proteínas (9-12%), ocupando el segundo componente más abundante (Astiasarán y Martínez 1999).

### ❖ Almidón de yuca

Estudios confirman que el grado de concentración de fécula de yuca es considerablemente muy alto. (*Manihot esculenta*) el grado de concentración de amilosa en confrontación con otras proporciones de fécula, hace de este un indispensable cultivo industrial además de poseer concentraciones alimenticias muy altas en calorías. El almidón de yuca ocupa el segundo lugar en concentración de almidón después del maíz, pero por delante de la papa y el trigo. (Jorge y Pamplona, 2006). El rendimiento de la extracción estimado del almidón de yuca es de aproximadamente 57%, lo que indica que es efectivo (García y Sánchez, 2012).

#### 2.3.4. Tipos de almidón

Dentro de ellos podemos destacar los siguientes:

- **Almidones nativos:** aquellos que no han tenido una alteración química en su momento de su extracción.
- **Almidones modificados:** aquellos que han tenido alguna alteración química en su momento de su extracción.

### **2.3.5. Usos industriales del almidón**

De acuerdo al ICAITI (1986), en forma frecuente se puede indicar que los almidones comerciales pueden tener una variedad de usos dentro de la industria, dentro de ellas mencionaremos algunas de estas:

- **Almidón como adhesivo:**

Dentro de ellas tenemos al maíz, papa y yuca. Sin embargo, el que ocupa el primer lugar como mejor adhesivo es la yuca.

- **Almidón en la industria textil:**

Importante componente cuya función es mejorar el estado de las telas ya que este permite darle vida útil a estos materiales cuando están en condiciones deplorables. Como por ejemplo (teñido, blanqueado, estampado.)

- **Almidón en la industria papelera:**

Indispensable para la conservación de fibras de dicho producto al momento de su producción. Se utiliza en Es utilizado en revestimiento de papel, pañales desechables.

- **Almidón en la industria de alimentos:**

Su aplicación es ampliamente indispensable en esta etapa, ya que como resultado de su aplicación se pueden obtener y producir diferentes derivados de almidón. Es indispensable su uso en la industria de alimentos.

El almidón tiene diferentes formas de utilización dentro de la industria de alimentos como por ejemplo tenemos la aplicación en panificación, manufactura de galletas, uso de almidones pre-gelatinizados en la manufactura de pudines instantáneos y rellenos de tortas.

- **Almidón en la industria farmacéutica:**

Utilizado para mejorar la condición de vida mediante productos de belleza. Se utiliza también en el revestimiento de capsulas.

- **Almidón en la industria cosmética:**

Se utiliza en la aplicación de talcos aromatizados, para productos que mejores la piel entre otros.

- **Otros usos de almidón:**

Se utiliza en la fabricación de jabones como agente de limpieza alcanzando un rango de 15%, se utiliza en programas de lavado ya que esto mejora el acabado de las prendas de vestir. también se usa como un agente adherente y de cristalización en la manufactura de explosivos y fósforos.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Materiales y equipos

##### 3.1.1. Materiales

- Agua destilada
- Jeringas gruesas
- Alcohol y etanol
- Cucharas y cuchillos
- Tabla de picar
- Colador de tela
- Tocuyo y jarras
- Telas filtrantes
- Guantes de jebe
- Plumón indeleble
- Bandejas plásticas
- Baldes de plástico

##### 3.1.2. Materiales de laboratorio

- Matraces Erlenmeyer
- Crisoles de porcelana
- Espátulas
- Pizeta
- Morteros
- Pipetas y pinzas
- Tamiz
- Tubos de vidrio
- Becker de 50 ml (vasos de vidrio)
- Balones de fondo plano
- Fiola de 1000ml
- Fiola de 2000ml

##### 3.1.2. Sustancias y reactivos

- Hexano.
- Solución Lugol (Yodo y yoduro de potasio).
- Hipoclorito de sodio.
- Bisulfito de sodio.

##### 3.1.3. Equipos

- Balanza analítica  
Marca: Sartorius  
Modelo: Quintix®
- Refrigeradora  
Marca: Coldex
- Estufas  
- Marca: KertLab  
Modelo: ODHG-9023A
- Marca: Binder

- |                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| Modelo BI0496         | Marca: Corona          |
| ➤ Micrómetro digital  | ➤ Desecador al vacío   |
| Marca: Mitutoyo       | ➤ Horno mufla          |
| Modelo: IP 65 Coolant | Marca: Thermconcept    |
| Proof                 | Modelo: KL-05/12       |
| ➤ Estufa digital      | ➤ Extractor de Soxhlet |
| Marca: Memmert        | ➤ Pipeta digital       |
| Modelo: SN55          | Marca: Isolab          |
| ➤ Licuadora           | ➤ Computadora          |
| Marca: Oster          | Marca: hp              |
| ➤ Molino domestico    |                        |

### **3.2. Método de investigación**

Para la obtención de almidón de plátano bellaco, se dividió la ejecución del proyecto de investigación en cuatro partes. Primero se obtuvo la materia prima (plátano orgánico), lo cual se obtuvo el almidón de esta materia prima; la segunda es la evaluación físico-químico del almidón extraído, la tercera etapa es el rendimiento del almidón obtenido de la materia prima, y la etapa final es la determinación de la calidad de almidón que se evaluará mediante estándares de calidad y la selección de panelistas la cual dará como resultado, la investigación de las propiedades fisicoquímicas, estructurales de dicho proyecto de investigación.

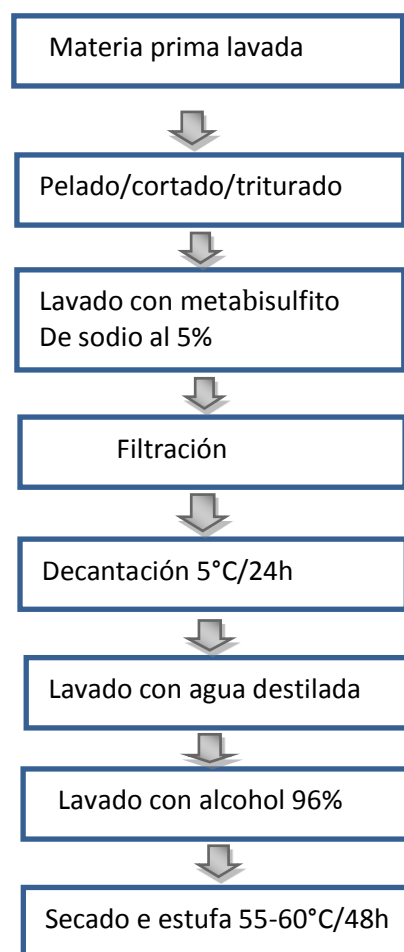
#### **3.2.1. Extracción de almidón**

Se tomará como base el método propuesto por Bobbio et al., 1978 y Rocha (2008):

1. Para la extracción de almidón de la pulpa de plátano bellaco fueron lavados, desinfectados con hipoclorito, pelados, cortados y/o triturados por un molino doméstico.

2. Posteriormente se preparó una solución de bisulfito de sodio al 0.5%, diluyéndolo en agua destilada. El bisulfito se utilizó para evitar la oxidación (oscurecimiento) del almidón y para disolver y mezclar mejor la solución.
3. Se procedió a mezclar la materia prima con bisulfito de sodio en una licuadora (se añadió bisulfito en una proporción respecto a la materia prima de 1:2) adicionando luego agua destilada, licuando así la mezcla varias veces.
4. Posteriormente la mezcla fue filtrada a través de una tela tocuyo, para separar el almidón que es arrastrado junto con el agua.
5. Seguidamente la solución obtenida fue tamizada a través de un tamiz N° 200 (0.075 mm) y colocada en baldes plásticos, para luego ser dejada en la refrigeradora por 24 horas para su decantación.
6. Una vez pasado las 24 horas fue extraído el agua superficial con mangueras de vinilo, dejando el almidón en la parte inferior. En seguida, se agregó agua destilada y se dejó un día más bajo refrigeración, este paso fue realizado tres veces.
7. En el cuarto día se agregó alcohol al 96% para la purificación del almidón, dejándolo decantar de nuevo por un día más bajo refrigeración, este paso fue realizado dos veces.
8. Posteriormente se retiró el alcohol, dejando solo el almidón.
9. El almidón fue colocado en bandejas plásticas, para luego ser llevado a la estufa, en la cual se secó a una temperatura de 55 a 60°C por 48 horas.
10. Finalmente se retiró de la estufa y se molió en un mortero, determinando posteriormente el rendimiento de cada almidón obtenido.

**Figura 2:** Diagrama de Flujo de la extracción de almidón



**Fuente:** Rocha (2008)

### **3.2.2. Caracterización físico- química de los almidones**

Se tomó en cuenta la metodología de Méndez (2010) para la identificación de almidón, y de la metodología seguida de Silva y De Queiroz (2002) para la aquilatación de lípidos, humedad, y cenizas. Por otra parte, se estudiaron los grupos funcionales de los distintos tipos de almidón obtenidos mediante el análisis de espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier con un accesorio de reflectancia total atenuada (FTIR-ATR).

### 3.2.2.1. Identificación de almidón (amilosa/amilopectina)

El almidón obtenido se reconoció mediante prácticas de evaluación de almidón B y C según la USP NF25, encontrado en la investigación de Méndez (2010). Se realizaron los siguientes pasos:

B: Se suspendió 1 gr de almidón en 50 ml de agua destilada, seguidamente se hirvió por un lapso de 1 minuto, posteriormente se acento enfriar, formándose un enjuto y opaco mucilago.

C: Para 1 ml del mucilago obtenido en la prueba de identificación B, se adhirió 0.02 ml de solución Lugol (yodo y yoduro de potasio) a través de una pipeta digital. Un color rojo-naranja a un azul oscuro se produjo, el cual desapareció en calentamiento.

### 3.2.2.2. Determinación de humedad

Se pesaron dos crisoles vacíos limpios y secos para cada muestra por ser un análisis con dos repeticiones, se pesaron 2g aproximadamente de cada almidón en cada uno de los crisoles, luego se procedió a colocarlos en una estufa a una temperatura de 55°C por 24 horas por ser un análisis de método gravimétrico.

Después de este periodo, las muestras fueron retiradas y colocados en el desecador hasta enfriarse, seguidamente los crisoles fueron pesados. El objetivo de este análisis es secar la muestra para obtener de 85 a 95% de materia seca.

El contenido de humedad fue calculado por la ecuación 01:

$$\% \text{ humedad} = \left[ \frac{(\text{peso del crisol con la muestra seca} - \text{peso del crisol vacío})}{(\text{peso de la muestra})} \times 100 \right] \dots (1)$$

$$\%H = \% \text{ Materia Seca}$$



### 3.2.2.3. Determinación de cenizas

Las muestras obtenidas en la determinación de humedad fueron colocadas nuevamente en un desecador para luego ser llevados a una mufla, en la cual se incineraron las muestras a una temperatura de 550°C por 3 horas. Posteriormente fueron retiradas de la mufla y finalmente pesadas para la determinación de cenizas por diferenciación.

El contenido de cenizas fue calculado por la ecuación 02:

$$\% \text{ Cenizas} = \left[ \frac{(\text{peso del crisol con la muestra seca} - \text{peso despues de la mufla})}{(\text{peso de la muestra})} \times 100 \right] \dots (2)$$

### 3.2.2.4. Determinación de lípidos

Los almidones fueron pesados por duplicada en una balanza analítica. Se pesó 2 g aproximadamente de cada muestra y se colocó en un papel filtro Whatman N°1 envolviéndolo en forma de cartucho, para luego ser introducida en el extractor Soxhlet respectivamente en cada balón de fondo plano.

Posteriormente los balones de fondo plano fueron pesados y en cada uno de ellos se adicionó 150 ml de hexano. Seguidamente fueron conectados al extractor y al condensador, los cuales fueron colocados en los calentadores. Se calentó cada muestra por un periodo de 5 horas, una vez trascurrido este periodo lo que quedo de hexano fue retirado de los balones por destilación. Posteriormente se secaron los balones en una estufa por 24 horas a 105°C, luego se colocaron en un desecador hasta llegar a temperatura ambiente y finalmente se pesaron para avaluar la dosis de grasa (lípidos) obtenida en cada muestra.

El contenido de lípidos fue calculado por la ecuación 03:

$$\% \text{Lípidos} = \left[ \frac{(\text{peso del balon con la muestra seca} - \text{peso del balon vacío})}{(\text{peso de la muestra en gramos})} \times 100 \right] \dots (3)$$

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 1.1. Almidón

##### 4.1.1. Rendimiento

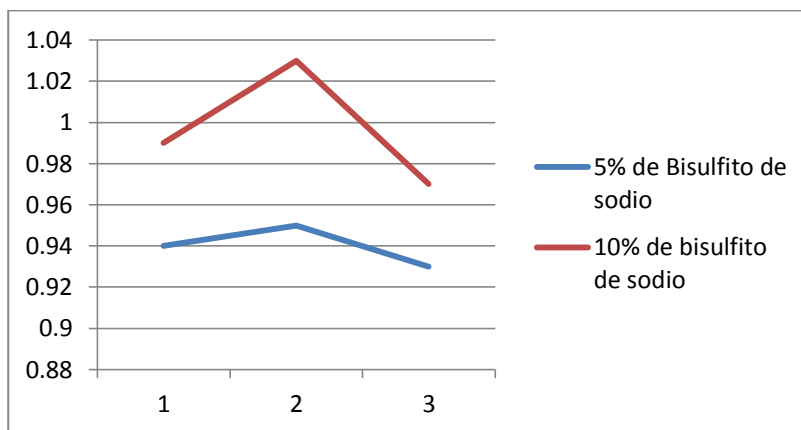
En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos del rendimiento (%) del almidón al 5% y 10% de bisulfito de sodio utilizados para la elaboración y comparación de nuestros resultados.

**Tabla 4:** Resultados del rendimiento (%) de almidón al 5% y 10% de bisulfito de sodio

Materia prima	Peso inicial (g)		Masa final (Almidón gr)	Total de almidón	Rendimiento (%)	Promedio rendimiento
Plátano orgánico	5% de Bisulfito de sodio	1kg	9.43	28.32gr	0.94%	0.94 ± 0.01%
		1kg	9.51		0.95%	
		1kg	9.38		0.93%	
	10% de Bisulfito de sodio	1kg	9.97	30.08gr	0.99%	0.99 ± 0.03%
		1kg	10.36		1.03%	
		1kg	9.75		0.97%	

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 3:** resultado de la evaluación de porcentajes de almidón al 5% y 10% de bisulfito de sodio.



**FUENTE:** Elaboración propia

#### 4.1.2. Identificación de almidón (amilosa/amilopectina)

Todo el almidón obtenido reacciono de forma positiva frente a la solución Lugol produciendo un color rojo-naranja a un azul oscuro, ya que desapareció al momento aumento la temperatura. Esto quiere decir que todo el almidón producido en mayor proporción amilosa, forman haspas en el cual se unen las moléculas de yodo, tornando un color azul oscuro, diferente de la amilopectina, la cual forma haspas mucho más cortas y las moléculas de yodo son incapaces de unirse formando un color entre naranja y amarillo, esto quiere decir que la muestra que se obtuvo era almidón y que contienen en su estructura más amilosa que amilopectina.

**Figura 4:** Identificación de almidón (amilosa/amilopectina)



#### 4.1.3. Análisis químico del almidón

Los resultados del análisis químico del almidón utilizado se describen en la siguiente tabla:

**Tabla 5:** Composición química del almidón

Muestra	Humedad (%)	Cenizas (%)	Lípidos (%)
Almidón de platano	4.56±0.43	0.11±0.06	0.66±0.16

\*Todos los resultados son promedio de 2 determinaciones. Media± Desviación estándar.

Fuente: elaboración propia.

Al analizar los resultados del almidón obtenido, se puede observar que coincidentemente a mayor contenido de humedad presente en el almidón, menor es el porcentaje de cenizas.

#### 4.1.2. Calidad de almidón

La calidad de almidón como grado de aceptabilidad por parte del consumidor de un producto está compuesta por diferentes factores, dentro de ellos tenemos: por los sentidos: vista (color y defectos), olfato (aroma y sabor), tacto (manual y bucal), oído (tacto y durante la masticación) y gusto (sabor).

#### 4.1.2.1. Grado de aceptabilidad

N= número de jueces

En esta investigación se utilizó un test discriminatorio pareado de preferencia. En esta prueba los panelistas decidieron elegir entre las muestras tomadas para decidir cuál de las dos muestras sentían más apreciación, La tasación, por cada juez de las muestras de mezclas evaluadas al 5% y 10% de bisulfito de sodio con respecto al almidón, utilizando un sistema de puntuación en una escala de 15 (puntuación individual).

**Tabla 6:** Grado de aceptabilidad del producto evaluados con 15 jueces,

valor	Grado de aceptabilidad	COLOR			
		Bisulfito de Na 5%		3isulfito de Na 10%	
		N	%	N	%
7	Me gusta mucho	3	20	4	27
6	Me gusta moderadamente	9	60	7	47
5	Me gusta Poco	3	20	2	13
4	No me gusta ni me disgusta	0	0	1	7
3	Me disgusta poco	0	0	1	7
2	Me disgusta moderadamente	0	0	0	0
1	Me disgusta mucho	0	0	0	0
TOTAL		15	100	15	100

respecto al color.

Los panelistas estimaron que, de los atributos sensoriales, el color era uno de los más determinantes con respecto al 10% de bisulfito de sodio con respecto al almidón.

**Tabla 7:** Grado de aceptabilidad del producto evaluados con 15 jueces, respecto al olor

Valor	Grado de aceptabilidad	OLOR			
		Bisulfito de Na 5%		Bisulfito de Na 10%	
		N	%	N	%
7	Me gusta mucho	8	53	4	27
6	Me gusta moderadamente	3	20	7	47
5	Me gusta Poco	3	20	4	27
4	No me gusta ni me disgusta	0	0	0	0
3	Me disgusta poco	1	7	0	0
2	Me disgusta moderadamente	0	0	0	0
1	Me disgusta mucho	0	0	0	0
TOTAL		15	100	15	100

Los panelistas estimaron que, de los atributos sensoriales, el olor era uno de los más determinantes con respecto al 5% de bisulfito de sodio con respecto al almidón.

**Tabla 8:** Grado de aceptabilidad del producto evaluados con 15 jueces, respecto al sabor

Valor	Grado de aceptabilidad	SABOR			
		Bisulfito de Na 5%		Bisulfito de Na 10%	
		N	%	N	%
7	Me gusta mucho	0	0	2	13
6	Me gusta moderadamente	7	47	9	60
5	Me gusta Poco	5	33	1	7
4	No me gusta ni me disgusta	3	20	3	20
3	Me disgusta poco	0	0	0	0
2	Me disgusta moderadamente	0	0	0	0
1	Me disgusta mucho	0	0	0	0
TOTAL		15	100	15	100

Los panelistas estimaron que, de los atributos sensoriales, el sabor era uno de los más determinantes con respecto al 10% de bisulfito de sodio con respecto al almidón.

**Tabla 9:** Grado de aceptabilidad del producto evaluados con 15 jueces, respecto al textura

Valor	Grado de aceptabilidad	TEXTURA			
		Bisulfito de Na 5%		Bisulfito de Na 10%	
		N	%	N	%
7	Me gusta mucho	3	20	5	33
6	Me gusta moderadamente	6	40	6	40
5	Me gusta Poco	5	33	2	13
4	No me gusta ni me disgusta	0	0	2	13
3	Me disgusta poco	0	0	0	0
2	Me disgusta moderadamente	0	0	0	0
1	Me disgusta mucho	1	7	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>15</b>	<b>100</b>	<b>15</b>	<b>100</b>

Los panelistas estimaron que, de los atributos sensoriales, la textura era uno de los más determinantes con respecto al 10% de bisulfito de sodio con respecto al almidón.

**Tabla 10:** Grado de aceptabilidad del producto evaluados con 15 jueces, respecto al apariencia

Valor	Grado de aceptabilidad	APARIENCIA			
		Bisulfito de Na 5%		Bisulfito de Na 10%	
		N	%	N	%
7	Me gusta mucho	4	27	3	20
6	Me gusta moderadamente	8	53	5	33
5	Me gusta Poco	2	13	5	33
4	No me gusta ni me disgusta	1	7	2	13
3	Me disgusta poco	0	0	0	0
2	Me disgusta moderadamente	0	0	0	0
1	Me disgusta mucho	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>15</b>	<b>100</b>	<b>15</b>	<b>100</b>

Los panelistas consideraron que, de los atributos sensoriales, la apariencia era uno de los más determinantes con respecto al 5% de bisulfito de sodio con respecto al almidón.



#### 4.1.2.2. Interpretación estadística para la calidad de almidón

##### 4.1.2.2.1. Para el color.

**Tabla 11:** Interpretación de datos mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba TUKEY para el tratamiento (color)

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F(exp)</i>	<i>F(tab) 0.05</i>	<i>Probabilidad</i>
Muestras	0.015	1	0.015	0.41	4.60	0.534
Jueces	0.451	14	0.032	0.86	2.48	0.612
Error	0.526	14	0.038			
Total	0.992	29				

Interpretación:

Como  $F_{exp} < F_{tab}$  tanto en muestra como en jueces, se concluye que se han producidos resultados cuyas medias no difieren de forma estadísticamente significativa. ( $p > 0.05$ ).

TABLA DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE TUKEY

Códigos	Tratamientos	Promedios (originales)	Tukey (0.05%)
A (5%)	Bisulfito de sodio al 5%	6.00	a
B (10%)	Bisulfito de sodio al 10%	5.80	a

Esto quiere decir que no existe diferencia significativa entre los dos tratamientos (muestras) en estudio.

#### 4.1.2.2.2. Para el olor.

**Tabla 12:** Interpretación de datos mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba TUKEY para el tratamiento (olor)

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F(exp)</i>	<i>F(tab) 0.05</i>	<i>Probabilidad</i>
Muestras	0.003	1	0.003	0.07	4.60	0.791
Jueces	0.579	14	0.041	1.15	2.48	0.401
Error	0.505	14	0.036			
Total	1.086	29				

Interpretación:

Como  $F_{exp} < F_{tab}$  tanto en muestra como en jueces, se concluye que se han producidos resultados cuyas medias no difieren de forma estadísticamente significativa. ( $p > 0.05$ ).

TABLA DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE TUKEY

Códigos	Tratamientos	Promedios (originales)	Tukey (5%)
A (5%)	Bisulfito de sodio al 5%	6.10	a
B (10%)	Bisulfito de sodio al 10%	6.00	a

Esto quiere decir que no existe diferencia significativa entre los dos tratamientos (muestras) en estudio.

#### 4.1.2.2.3. Para el sabor.

**Tabla 13:** Interpretación de datos mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba TUKEY para el tratamiento (sabor)

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F(exp)</i>	<i>F(tab) 0.05</i>	<i>Probabilidad</i>
Muestras	0.044	1	0.044	2.29	4.60	0.153
Jueces	0.634	14	0.045	2.35	2.48	0.061
Error	0.270	14	0.019			
Total	0.948	29				

Interpretación:

Como  $F_{exp} < F_{tab}$  tanto en muestra como en jueces, se concluye que se han producidos resultados cuyas medias no difieren de forma estadísticamente significativa. ( $p > 0.05$ ).

TABLA DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE TUKEY

Códigos	Tratamientos	Promedios (originales)	Tukey (5%)
B (10%)	Bisulfito de sodio al 10%	5.70	a
A (5%)	Bisulfito de sodio al 5%	5.30	a

Esto quiere decir que no existe diferencia significativa entre los dos tratamientos (muestras) en estudio.

#### 4.1.2.2.4. Para textura.

**Tabla 14:** Interpretación de datos mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba TUKEY para el tratamiento (textura)

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F(exp)</i>	<i>F(tab) 0.05</i>	<i>Probabilidad</i>
Muestras	0.062	1	0.062	0.70	4.60	0.417
Jueces	0.955	14	0.068	0.77	2.48	0.686
Error	1.243	14	0.089			
Total	2.260	29				

Interpretación:

Como  $F_{exp} < F_{tab}$  tanto en muestra como en jueces, se concluye que se han producidos resultados cuyas medias no difieren de forma estadísticamente significativa. ( $p > 0.05$ ).

TABLA DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE TUKEY

Códigos	Tratamientos	Promedios (originales)	Tukey (5%)
B (10%)	Bisulfito de sodio al 10%	2.60	a
A (5%)	Bisulfito de sodio al 5%	2.64	a

Esto quiere decir que no existe diferencia significativa entre los dos tratamientos (muestras) en estudio.

#### 4.1.2.2.5. Para apariencia.

**Tabla 15:** Interpretación de datos mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba TUKEY para el tratamiento (apariencia)

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F(exp)</i>	<i>F(tab) 0.05</i>	<i>Probabilidad</i>
Muestras	0.047	1	0.047	2.60	4.60	0.129
Jueces	0.651	14	0.047	2.60	2.48	0.042
Error	0.250	14	0.018			
Total	0.948	29				

Interpretación:

Como  $F_{exp} < F_{tab}$  tanto en muestra como en jueces, se concluye que se han producidos resultados cuyas medias no difieren de forma estadísticamente significativa. ( $p > 0.05$ ).

TABLA DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE TUKEY

Códigos	Tratamientos	Promedios (originales)	Tukey (5%)
A (5%)	Bisulfito de sodio al 5%	6.00	a
B (10%)	Bisulfito de sodio al 10%	5.60	a

Esto quiere decir que no existe diferencia significativa entre los dos tratamientos (muestras) en estudio.

## CAPITULO V

### DISCUSION

#### 5.1. Identificación (amilosa/amilopectina) y rendimiento de almidón.

El menor rendimiento en la extracción de almidón en esta investigación lo presento con una concentración de 5% de bisulfito de sodio respecto al almidón de plátano orgánico, obteniendo un rendimiento muy bajo de 0.94% en comparación al 10% de bisulfito de sodio de almidón de 0.99% de almidón.

El grado de madurez del fruto es un factor importante para la obtención de mayores rendimientos en el almidón, ya que entre más inmaduro esté el fruto el contenido de almidón es mayor y diferente, porque a medida que avanza el proceso de maduración el almidón se convierte en azúcares (Badui, 1999).

En la prueba de identificación B y C de almidón según la USP NF 25, comprobó que los productos finales extraídos en la investigación definitivamente eran almidones y esto es debido a que la reacción química en relación al almidón y la solución de yodo-yodurada dando como resultado la creación de cadenas poliyoduro a partir de la reacción del almidón con el yodo presente en la Solución Lugo. Este color azul-negro desapareció al hidrolizarse o romperse el almidón en unidades estructurales menos pequeñas durante el calentamiento aplicado. Según Méndez (2010), la amilosa forma complejos de inclusión con yodo y es apoderado del color azul característico del complejo fécula yodo. La amilopectina ha dado certeza de no formar complejos estables con yodo, pero dan un color rojo pálido en su presencia.

## **5.2. Calidad de almidón mediante el grado de aceptabilidad del consumidor.**

Cuando narramos el concepto de calidad mediante la opinión del consumidor, el análisis sensorial se convierte en una estrategia de suma importancia, ya que, como resultado de esto, la investigación permite tener resultados más reales para el tema del proyecto de investigación, la cual brinda analizar propiedades de suma importancia para los consumidores. Que resultaría complicado evaluar de otra forma. El análisis sensorial vivió desde tiempos remotos, motivando que el humano escogió sus alimentos, buscando una alimentación estable y agradable (Picallo, A., 2002).

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron para el grado de aceptabilidad de almidón de plátano mediante panelistas (jueces) como referencia de estudio en la aceptabilidad del producto se obtuvo lo siguiente:

Que, con respecto al color el mayor puntaje fue de 27 al 10%; olor con 53 al 5%; sabor con 13 al 10%; textura con 33 al 10% y apariencia con 27 al 10% de concentración de bisulfito de sodio con respecto al almidón de plátano dando como resultado final la aceptabilidad del producto (almidón) por medio del consumidor. Concluyendo que la condición del producto obtenido fue de calidad para el consumidor.

De acuerdo a la ficha técnica de alimentos Qali Warma indica que: los atributos de harina o almidón deben cotar con: Requisitos físico- químicos, Humedad: Máximo 15.0%; Acidez (expresada en ácido sulfúrico): Máximo 0.15%, requisitos organolépticos, Olor: Característico, Sabor: Característico y Textura: Polvo fino, sin grumos, la cual esto nos permite decir que nuestro producto evaluado cumple con dichos requisitos establecidos por esta norma peruana.

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES**

1. En lo general la concentración de almidón influyo bastante en la aplicación del bisulfito de sodio ya que este tiene como función primordial evitar la oxidación del producto, a mayor concentración del reactivo, mayor será la vida útil del producto.
2. El rendimiento de almidón influye bastante en su forma de obtención ya que al utilizar la modalidad de licuado (licuadora industrial) se podrá apreciar mayor rendimiento, sin embargo, al utilizar la modalidad de molienda (molino casero) su rendimiento será menor.
3. El análisis químico del almidón influye bastante respecto a la relación humedad/cenizas, ya que, a mayor concentración de humedad presente, menor será el porcentaje de cenizas.
4. Se concluyo que el rendimiento es bajo de acuerdo a los análisis estudiados utilizando diferentes proporciones de concentración del reactivo (bisulfito de sodio) al 5% y 10% al momento de realizar el estudio del proyecto de investigación.
5. De acuerdo a los análisis fisicoquímicos de almidón de plátano los resultados nos permiten deducir que el producto es apto para el consumo humano ya que es una fuente de energía, lo cual estos resultados están dentro del rango establecido por la ficha técnica de alimentos Qali Warma donde indica que: Requisitos físico- químicos, Humedad: Máximo 15.0%; Acidez (expresada en ácido sulfúrico): Máximo 0.15%,Requisitos organolépticos, Olor: Característico, Sabor: Característico y Textura: Polvo fino, sin grumos.



## **CAPITULO VII**

### **RECOMENDACIONES**

1. las agroindustrias deberían impulsar como medio de estudio la obtención de almidón no solamente de la pulpa de materias primas como menestras, carbohidratos, tubérculos etc. Sino que también debería dársele importancia a los desechos de dichas materias primas que lo contienen, ya que al ser utilizadas como método de estudio esto permitiría la descontaminación del medio ambiente y aportaría en la alimentación balanceada de animales con respecto a la obtención de almidón a partir de los desechos de dichas materias primas.
2. Se recomienda utilizar licuadora industrial en la obtención de almidón ya que esto permite un buen rendimiento con respecto a un método de molienda.
3. Sería importante y de gran utilidad para los futuro tesis de la Universidad Nacional de Tumbes, contar con diversos equipos en la misma institución para desarrollar fácilmente y sin atraso sus investigaciones.
4. Se recomienda asesorar a los productores de plátano orgánico de la región de tumbes en la gran utilidad que tendría los residuos o desechos de plátano orgánico como método de estudio y los derivados que se obtendrían al ser evaluados.
5. De acuerdo al proyecto estudiado se recomienda que el agricultor de la región de tumbes debe darle una consideración a los desechos o productos de descarte del plátano orgánico ya que estos desechos tienen gran significancia respecto a los derivados que se podrían obtener y utilizarlos para el consumo humano o animal.

6. Se recomienda impulsar aún más la producción de plátano orgánico en nuestra región de tumbes ya que esta materia prima es un potencial en fuente de energía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ARAUJO de VISCARRONDO Consuelo, RINCÓN MIRANDA Alicia y PADILLA Fanny 2004. Caracterización del almidón nativo de *Dioscorea bulbifera* L. Sociedad Latinoamericana de Nutrición.
- BADUI, S. 1996. Química de los alimentos. Editorial Alhambra S.A. Mexico.
- BERTOFT, E. 2004. Lintnerization of two amylose-free starches of A- and B-crystalline types, respectively. *Starch/Stärke*. 56: 167-180.
- BELLO PEREZ L. A. GONZALES SRA, SANCHEZ RMN, GUTIERREZ MF Y VARGAS T.A. 2006. Obtención y caracterización del almidón del plátano morado. Instituto politécnico nacional, Escuela nacional de ciencias biológicas México.
- BELLO PÉREZ Luis Arturo 2002. Propiedades químicas y funcionales del almidón modificado de plátano. Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del IPN México.
- CABRERA M. Ana O. MADRIGAL A. Laura V. VASQUEZ G. Joel. (2007). Extracción y caracterización química de almidón de plátano y banano de la variedades FHIA-01,20, 21 y 23. Documento IX Congreso de Ciencia de los Alimentos y V Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Colima. Pag. 306-314
- BULEON A. COLONNA P. PLANCHOT V. Y BALL S. 1998. Gránulos del almidón. Estructura y biosíntesis, j. interno Biol. Macromol.
- CORTES ACOSTA Mary Carmen 2008. Obtención y caracterización de almidón de plátano morado y su hidrolisis enzimático para la producción de maltodextrinas. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México.
- DARAMOLA B. y OSANYINLUSI S. A. 2005. Production characterization and application of banana (*Musa* sp) flour in whole maize. *African journal of Biotechnology*. Pg.992

- FLORES Emigdia y Luis A. BELLO-PÉREZ 2004. Rendimiento del proceso de extracción de almidón a partir de frutos de plátano (*Musa paradisiaca*). Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia. Venezuela. Pg. 04
- HANCCO GOMEZ Amparo Elizabeth, tesis evaluación de las características del almidón de dos variedades de cañihua (*Chenopodium Pallidicaule Aellen*) Cupi y Ramis. Universidad Nacional Altiplano. Puno Perú. Pag. 12,30 y 37.
- HERNANDEZ MEDINA Marilyn, TORRUCO UCO Juan Gabriel, CHELK CUERRERO Luis y BETANCUR ANCONA David 2008. Caracterización fisicoquímica de almidones. Facultad de Ingeniería Química de la Universidad autónoma de Yucatan México. Pg. 03.
- HERNANDEZ Islas J.J., RODRIGUEZ – AMBRIZ S.L., Agama Acevedo E., PACHECO VARGAS G., L.A. BELLO-PEREZ L.A. (2007). Evaluación de Algunas Propiedades Químicas de un Polvo Rico en Fibra Preparado a Partir de Harina Integral de Plátano. Documento IX Congreso de Ciencia de los Alimentos y V Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos, México. pp. 115-121.
- KONISHI Yotaro y ARNAO SALAS Inés 2006. Caracterización del almidón de *Amaranthus caudatus* por barrido calorimétrico diferencial. Revista Sociedad Química Perú volumen72 Lima -Perú. Pg.10
- MEDINA Jorge Alberto y SALAS Juan Camilo 2007. Caracterización morfológica del almidón. Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes de Bogotá - Colombia. Pg.56. 59
- MENDEZ de la CRUZ Ángela Elizabeth 2010. Evaluación de la extracción de almidón del banano verde producto de desechos de la industria bananera y evaluación de su función como excipiente en la formulación de comprimidos. CONCYT. Guatemala.
- SALMORAL Elda Maria 2007. Almidón característico del maíz. Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires. Argentina. Pg. 01

- Bello- Pérez. L. A.; Contreras, R. S. M.; Romero, M. R.; Solorza, F. J.; Jimenez, A. A. (2002). Propiedades químicas y funcionales del almidón modificado de plátano *Musa paradisiaca* L. (Var. Macho). *Agrociencia*, vol. 36, núm. 2, pp. 169-180, Colegio de Postgraduados – México.
- Jimenez, M. E. (2012). Elaboración de Harina de 3 Variedades de Plátano verde (*Musa spp*) y su uso como materia prima para la Panificación. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Post graduados. H. cárdenas, Tabasco.
- Madrigal-A., Guzmán, A., Bautista, J., García D.C.L., Vázquez G., Rodríguez-P., Moreno, R.V.H. (2006). Producción y Caracterización Físico-química de Harinas de Bananos FHIA-17, FHIA-23 y Plátano FHIA-20, para su incorporación en panificación. *Revista, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Colima, Facultad de Ciencias Biológicas UANL, Instituto de Ciencias Agrícolas U de Guanajuato- México.*
- Abadia, P. Producción de almidón de banano por el método enzimático. Proyecto de Graduación. Lic. Ing. Química. San José, Costa Rica, Universidad. Facultad de Ingeniería. 1979. 89 p.
- Palmer, J. Banano Products. In *tropical foods chemistry and nutrition*. Inglaterra. V.2. 1979 pp 625-635.
- Goni, I., García-Diz, L., Mañas, E. & Saura-Calixto, F. 1995. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. *Food Chemistry*. 56.445-449.
- Antezana C. 2007. Proceso de Extracción de Almidón de Yuca por vía Seca. [Artículo científico en línea]. *Revista Científica Boliviana de Química*. Vol 24: 77-83 pp. [Consultado en 24 de Setiembre de 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v24n1/v24n1a14.pdf>
- Barrera L, Arrazola G, Cayón D. 2010. Caracterización fisicoquímica y fisiológica del proceso de maduración de plátano Hartón (*musa AAB Simmonds*) en dos sistemas de producción. [Artículo científico en Línea]. *Acta Agronómica*. Vol 59: 20-29 pp. [Consultado en 15 de agosto de 2013]. Formato html. Disponibilidad libre en: <http://redalyc.org/articulo.oa?id=169916223003> ISSN 0120-2812.

- Beltrán D, Velásquez J, Giraldo G. 2010. Caracterización Físicoquímica de la Maduración del Plátano Dominicano – Hartón (Musa AAB Simmonds). [Artículo científico en Línea]. Revista de Investigación de la Universidad de Quindío. Vol 20: 166-170pp. [Consultado en 14 de Agosto de 2013]. Formato pdf. Disponibilidad libre en:[http://www.uniquindio.edu.co/uniquindio//revista\\_investigaciones/adjuntos/pdf/d53f\\_RIUQ2020.pdf](http://www.uniquindio.edu.co/uniquindio//revista_investigaciones/adjuntos/pdf/d53f_RIUQ2020.pdf)
- Nuñez F. 2003. Estracción y caracterización de banano verde y de su residuo de pulpa. (Tesis de ingeniero de agroindustria). Asesor: M.Sc. Gladys Fukuda. Honduras: Facultad de Agroindustria. Universidad De Zamorano. 56 p. Defendido en 2004-12.
- García Y. 2008. Elaboración de películas de Almidón Oxidado de Plátano (Musa paradisiaca L) por Extrusión y su Caracterización Parcial. [Tesis en Línea]. [Tesis de Maestría en Ciencias]. Yauatepec Morelos: Programa de Maestría en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos Centro de Desarrollo de Productos Bióticos. Instituto Politécnico Nacional. [Consultado en 8 de Agosto de 2013]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <[http://tesis.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/3565/1/ELABORACION\\_PELICULAS.pdf](http://tesis.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/3565/1/ELABORACION_PELICULAS.pdf)>
- Rivas M. 2006. Caracterización físicoquímica y molecular del almidón de plátano (Musa Paradisiaca L. var. Macho) modificado por métodos químicos. [Tesis en Línea]. [Tesis de Maestría en Ciencias]. Yauatepec Morelos: Programa de Maestría en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos Centro de Desarrollo de Productos Bióticos. Instituto Politécnico Nacional. [Consultado en 8 de Agosto de 2013]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <[http://azul.bnct.ipn.mx/tesis/repositorio/1280\\_2006\\_SEPROBI\\_MAESTRIA\\_rivas\\_gonzalez\\_mayra.pdf](http://azul.bnct.ipn.mx/tesis/repositorio/1280_2006_SEPROBI_MAESTRIA_rivas_gonzalez_mayra.pdf)>

## ANEXOS

### Anexo A. Procedimiento para la extracción de almidón



Foto A.1: Lavado, pelado, cortado y desinfectado de la materia prima



Foto A.2: Adición de  $S_2O_5$  al 0.5% a la materia prima y licuado



Foto A.3: Extracción del almidón de la mezcla por varios licuados con bisulfito de sodio y agua a través de filtración





Foto A.4: Decantación bajo refrigeración 5°C



Foto A.5: Extracción del agua superficial para el lavado de los almidones



Foto A.6: Purificación del almidón con alcohol al 96%





Foto A.7: Secado en estufa y trituración del almidón



Foto A.8: Almidón obtenido del plátano.

## Anexo B: Procedimiento para la determinación de humedad en los almidones



Foto B.1: Pesado de la muestra



Foto B.2: Secado de las muestras en una estufa



Foto B.3: Enfriamiento de las muestras

## Anexo C: Procedimiento para la determinación de Cenizas



Foto C.1: Incineración de las Muestras en una mufla.



Foto C.2: Muestras incineradas.



Foto C.3: Pesado de las muestras Finales.

## Anexo D: Procedimiento para la determinación de lípidos en los almidones



Foto D.1: Pesado inicial del balón de fondo plano y de las muestras



Foto D.2: Extracción de lípidos o grasas de las muestras



Foto D.3: Pesado final y registro de datos

**Anexo E: Procedimiento para determinación el rendimiento de almidón**



Foto E.1: pesado de materia prima en las mismas proporciones (1kg:1kg).



Foto E.2: resultado del licuado en las mismas proporciones.



Foto E.3: obtención de almidón (1kg:1kg).

## Anexos cuadros

Tablas 16: Interpretación de valores mediante estudios estadísticos para el color

Datos transformados: raíz cuadrada (x +1)			Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra grupo				
<b>Color</b>			<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Jueces	Muestras						
	A (5%)	B (10%)					
J-1	2.65	2.83	J-1	2	5.47	2.74	0.02
J-2	2.65	2.24	J-2	2	4.88	2.44	0.08
J-3	2.65	2.65	J-3	2	5.29	2.65	0.00
J-4	2.83	2.45	J-4	2	5.28	2.64	0.07
J-5	2.45	2.65	J-5	2	5.10	2.55	0.02
J-6	2.45	2.65	J-6	2	5.10	2.55	0.02
J-7	2.65	2.83	J-7	2	5.47	2.74	0.02
J-8	2.65	2.83	J-8	2	5.47	2.74	0.02
J-9	2.65	2.00	J-9	2	4.65	2.32	0.21
J-10	2.83	2.65	J-10	2	5.47	2.74	0.02
J-11	2.65	2.83	J-11	2	5.47	2.74	0.02
J-12	2.65	2.65	J-12	2	5.29	2.65	0.00
J-13	2.83	2.65	J-13	2	5.47	2.74	0.02
J-14	2.65	2.45	J-14	2	5.10	2.55	0.02
J-15	2.45	2.65	J-15	2	5.10	2.55	0.02
PROM.	2.64	2.60	A (5%)	15	39.65	2.64	0.02
			B (10%)	15	38.97	2.60	0.05

**Fuente:** elaboración propia.



Tablas 17: interpretación de valores mediante estudios estadísticos para el olor.

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

Datos transformados: raíz cuadrada (x +1)			RESUMEN				
olor			Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
Jueces	Muestras						
	A (5%)	B (10%)					
J-1	2.45	2.83	J-1	2	5.27791687	2.63895843	0.07179677
J-2	2.83	2.83	J-2	2	5.65685425	2.82842712	0
J-3	2.83	2.65	J-3	2	5.47417844	2.73708922	0.01668523
J-4	2.83	2.45	J-4	2	5.27791687	2.63895843	0.07179677
J-5	2.83	2.65	J-5	2	5.47417844	2.73708922	0.01668523
J-6	2.65	2.65	J-6	2	5.29150262	2.64575131	0
J-7	2.45	2.45	J-7	2	4.89897949	2.44948974	0
J-8	2.83	2.45	J-8	2	5.27791687	2.63895843	0.07179677
J-9	2.00	2.65	J-9	2	4.64575131	2.32287566	0.20849738
J-10	2.83	2.65	J-10	2	5.47417844	2.73708922	0.01668523
J-11	2.83	2.83	J-11	2	5.65685425	2.82842712	0
J-12	2.65	2.83	J-12	2	5.47417844	2.73708922	0.01668523
J-13	2.83	2.65	J-13	2	5.47417844	2.73708922	0.01668523
J-14	2.45	2.45	J-14	2	4.89897949	2.44948974	0
J-15	2.65	2.65	J-15	2	5.29150262	2.64575131	0
			A (5%)	15	39.9131402	2.66087601	0.05686306
			B (10%)	15	39.6319266	2.64212844	0.02052567

Fuente: elaboración propia.

Tablas 18: interpretación de valores mediante estudios estadísticos para el sabor.

datos transformados: raíz cuadrada ( $x + 1$ )

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

Jueces	Sabor		RESUMEN				
	Muestras A (5%)	Muestras B (10%)	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
J-1	2.64	2.82	2	5.47417844	2.73708922	0.01668523	
J-2	2.64	2.64	2	5.29150262	2.64575131	0	
J-3	2.64	2.64	2	5.29150262	2.64575131	0	
J-4	2.64	2.23	2	4.88181929	2.44090964	0.08392022	
J-5	2.44	2.44	2	4.89897949	2.44948974	0	
J-6	2.64	2.64	2	5.29150262	2.64575131	0	
J-7	2.23	2.64	2	4.88181929	2.44090964	0.08392022	
J-8	2.44	2.64	2	5.09524105	2.54762053	0.0192593	
J-9	2.44	2.64	2	5.09524105	2.54762053	0.0192593	
J-10	2.64	2.64	2	5.29150262	2.64575131	0	
J-11	2.44	2.82	2	5.27791687	2.63895843	0.07179677	
J-12	2.44	2.64	2	5.09524105	2.54762053	0.0192593	
J-13	2.64	2.64	2	5.29150262	2.64575131	0	
J-14	2.23	2.23	2	4.47213595	2.23606798	0	
J-15	2.23	2.23	2	4.47213595	2.23606798	0	

Fuente: elaboración propia.

Tablas 19: interpretación de valores mediante estudios estadísticos para Textura.

datos transformados: raíz cuadrada ( $x + 1$ )

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

TEXTURA			RESUMEN				
Jueces	Muestras		Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
	A (5%)	B (10%)					
J-1	2.45	2.65	2	5.09524105	2.54762053	0.0192593	
J-2	2.45	2.83	2	5.27791687	2.63895843	0.07179677	
J-3	2.83	2.83	2	5.65685425	2.82842712	0	
J-4	2.65	2.45	2	5.09524105	2.54762053	0.0192593	
J-5	2.65	2.65	2	5.29150262	2.64575131	0	
J-6	2.45	2.83	2	5.27791687	2.63895843	0.07179677	
J-7	2.45	2.45	2	4.89897949	2.44948974	0	
J-8	2.65	2.65	2	5.29150262	2.64575131	0	
J-9	1.41	2.83	2	4.24264069	2.12132034	1	
J-10	2.83	2.83	2	5.65685425	2.82842712	0	
J-11	2.45	2.24	2	4.68555772	2.34277886	0.02277442	
J-12	2.65	2.65	2	5.29150262	2.64575131	0	
J-13	2.83	2.65	2	5.47417844	2.73708922	0.01668523	
J-14	2.65	2.24	2	4.88181929	2.44090964	0.08392022	
J-15	2.65	2.65	2	5.29150262	2.64575131	0	
A (5%)			15	38.0214515	2.53476343	0.11604393	
B (10%)			15	39.3877589	2.6258506	0.04097355	

Fuente: elaboración propia.

Tablas 20: interpretación de valores mediante estudios estadísticos para apariencia.

datos transformados: raíz cuadrada (x +1)			Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo				
Jueces	Apariencia		RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
	Muestras A (5%)	Muestras B (10%)					
J-1	2.65	2.83	J-1	2	5.47417844	2.73708922	0.01668523
J-2	2.65	2.45	J-2	2	5.09524105	2.54762053	0.0192593
J-3	2.65	2.65	J-3	2	5.29150262	2.64575131	0
J-4	2.45	2.45	J-4	2	4.89897949	2.44948974	0
J-5	2.45	2.45	J-5	2	4.89897949	2.44948974	0
J-6	2.65	2.83	J-6	2	5.47417844	2.73708922	0.01668523
J-7	2.24	2.24	J-7	2	4.47213595	2.23606798	0
J-8	2.83	2.83	J-8	2	5.65685425	2.82842712	0
J-9	2.65	2.65	J-9	2	5.29150262	2.64575131	0
J-10	2.83	2.65	J-10	2	5.47417844	2.73708922	0.01668523
J-11	2.83	2.45	J-11	2	5.27791687	2.63895843	0.07179677
J-12	2.65	2.65	J-12	2	5.29150262	2.64575131	0
J-13	2.83	2.45	J-13	2	5.27791687	2.63895843	0.07179677
J-14	2.65	2.24	J-14	2	4.88181929	2.44090964	0.08392022
J-15	2.65	2.65	J-15	2	5.29150262	2.64575131	0
			A (5%)	15	39.6147665	2.64	0.02700133
			B (10%)	15	38.4336226	2.56	0.03741264

Fuente: elaboración propia.

## Prueba Organoleptica

### Escala Hedónica Verbal

7	Me gusta mucho
6	Me gusta moderadamente
5	Me gusta Poco
4	No me gusta ni me disgusta
3	Me disgusta poco
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Valor	Grado de aceptabilidad	Tratamiento			
		Bisulfito de Na 5% en almidón		Bisulfito de Na 10% en almidón	
7	Me gusta mucho				
6	Me gusta moderadamente				
5	Me gusta Poco				
4	No me gusta ni me disgusta				
3	Me disgusta poco				
2	Me disgusta moderadamente				
1	Me disgusta mucho				
TOTAL					