

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**



**“OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS TECNOLÓGICOS  
PARA LA ELABORACIÓN DE BEBIDA INSTANTÁNEA  
LIOFILIZADA (PANETELA) A BASE DE PLÁTANO VERDE  
(*Musa paradisiaca* L.) Y LECHE”**

**TESIS**

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

**PRESENTADA POR LA BACHILLER:**

**SUSANA DEL PILAR WALDO SALDAÑA**

**TARAPOTO - PERÚ  
2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**“OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS TECNOLÓGICOS PARA  
LA ELABORACIÓN DE BEBIDA INSTANTÁNEA LIOFILIZADA  
(PANETELA) A BASE DE PLÁTANO VERDE  
(*Musa paradisiaca L.*) Y LECHE”.**

**TESIS**

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

**PRESENTADA POR LA BACHILLER:  
SUSANA DEL PILAR WALDO SALDAÑA**

**TARAPOTO - PERÚ**

**2015**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN  
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

"OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS TECNOLÓGICOS PARA LA  
ELABORACIÓN DE BEBIDA INSTANTÁNEA LIOFILIZADA  
(PANETELA)

A BASE DE PLÁTANO VERDE (*Musa paradisiaca* L.) Y LECHE".

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

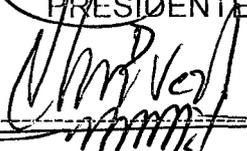
PRESENTADA POR LA BACHILLER:  
SUSANA DEL PILAR WALDO SALDAÑA

SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL HONORABLE JURADO:

-----  
Ing. M.Sc. Epifanio Efraín Martínez Mena

  
PRESIDENTE

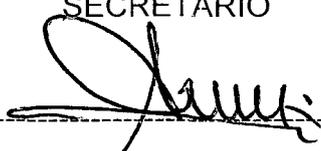
-----  
Ing. Ángel Chávez Salazar

  
MIEMBRO

-----  
Ing. Arbel Dávila Rivera

  
SECRETARIO

-----  
Ing. Dr. Aníbal Quinteros García

  
ASESOR

TARAPOTO – PERÚ

2015

## ÍNDICE GENERAL

Pág. N°

Dedicatoria	viii
Agradecimiento	ix
Resumen	x
Summary	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>2</b>
2.1. Generales	2
2.2. Específicos	2
<b>III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>3</b>
3.1. Origen y Distribución del Plátano	3
3.2. Características Botánicas: Taxonomía, Descripción Botánica, Sistemas de Propagación	3
3.2.1. Taxonomía de las Musáceas	3
3.2.2. Descripción Botánica	5
3.2.3. Sistemas de Propagación	6
3.2.3.1. Propagación Tradicional	6
3.2.3.2. Propagación por División de Cormos	7
3.2.3.3. Propagación por División de Brotes	7
3.2.3.4. Propagación por ruptura y eliminación de la yema central	8
3.2.3.5. Propagación a través del uso de hijuelos o cormitos	8
3.2.3.6. Propagación a través de "vitroplantas"	8
3.2.3.7. Propagación y Producción Simultánea	8
3.3. Producción del Plátano en el Perú	9
3.3.1. Estadísticas del Cultivo de Plátano en el Perú	10
3.4. Producción del Plátano en el Departamento de San Martín	11
3.4.1. Estadísticas del Cultivo del Plátano ( <i>Musa paradisiaca</i> L.) en la Región San Martín	11
3.5. Ecotipos o Variedades	12
3.5.1. Variedades del Plátano en el Mundo	12
3.5.2. Variedades de Plátanos que se Cultivan en el Perú	18
3.5.3. Las variedades que más se cultivan en la provincia de San Martín	22
3.6. Usos y Composición Química de la Materia Prima	23
3.6.1. Usos	23

3.6.2.	Composición Química del Fruto del Plátano	25
3.7.	Índice de Madurez del plátano ( <i>Musa paradisiaca</i> L.)	26
3.7.1.	Post cosecha del plátano ( <i>Musa paradisiaca</i> L.)	27
3.7.2.	El color del plátano ( <i>Musa paradisiaca</i> L.)	30
3.8.	Método Utilizado para la Preservación del Producto	29
3.8.1.	Liofilización de Alimentos	29
3.8.1.1.	Aplicaciones en la Industria de los Alimentos	30
3.8.1.2.	Ventajas y Desventajas	31
3.9.	Criterios Microbiológicos para Productos Deshidratados (Liofilizados, concentrados, mezclas) que no requieren cocción	35
3.10.	Métodos de Evaluación Sensorial	36
3.10.1.	Pruebas Afectivas	36
3.10.2.	Pruebas Discriminativas	37
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	38
4.1.	Lugar de Ejecución del Trabajo	38
4.2.	Materia Prima e Insumos	38
4.3.	Equipos, Materiales y Reactivos	39
4.3.1.	Equipos y Materiales	39
4.3.2.	Reactivos	43
4.4.	Determinaciones Físico- Químicas	43
4.4.1.	De la Materia Prima	43
4.4.1.1.	Determinación de Rendimiento del Plátano	44
4.4.1.2.	Análisis físico- químico	44
4.5.	Metodología Experimental	49
4.5.1.	Ensayos Preliminares Realizados	49
4.5.2.	Ensayos Definitivos	50
4.5.2.1.	Elaboración de la bebida instantánea liofilizada (panetela) a base de plátano verde y leche.	51
4.5.2.2.	Descripción de Operaciones	52
4.5.3.	Controles Realizados del Producto Final	54
4.5.3.1.	Análisis Sensorial	54
4.5.3.2.	Prueba de Ordenamiento	55
4.5.3.3.	Prueba de Preferencia	55
4.5.3.4.	Análisis Físico - Químico	55
4.5.3.5.	Análisis Microbiológico	55

4.5.4. Diseño Estadístico Utilizado	56
4.5.5. Formulaciones Definitivas	57
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>58</b>
5.1. De La Materia Prima e Insumos	58
5.2. Controles Realizados en la Materia Prima e Insumos	58
5.2.1. Análisis Físico- Químico	58
5.2.1.1. Del Plátano	58
5.2.1.2. De la Leche	60
5.2.1.3. Del Agua	60
5.2.2. Calculo del Rendimiento	61
5.3. Del Producto Final	62
5.3.1. Análisis Físico - Químico	62
5.3.2. Análisis Microbiológico	63
5.3.3. Preparación del Producto	64
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>65</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>67</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>68</b>
<b>IX. ANEXOS</b>	<b>71</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Pág N°
01. Producción Anual (Tm) del Plátano inguiri ( <i>Musa paradisiaca L</i> ) en el Perú (2009 - 2013)	11
02. Producción Anual (Tm) del Plátano inguiri ( <i>Musa paradisiaca L</i> ) en la Región San Martín (2009 - 2013)	12
03. Composición Química del Plátano Verde	25
04. Índice de madurez del plátano ( <i>Musa paradisiaca L.</i> )	26
05. Evolución del color para plátano ( <i>Musa paradisiaca L</i> ) a 5 diferentes edades de cosecha, almacenados a 28 °C y 80% H.R.	28
06. Criterios Microbiológicos para Productos Deshidratados	35
07. Formulaciones Definitivas para la elaboración de la bebida instantánea a base de pulpa de plátano verde, leche y azúcar	57
08. Composición Química del plátano verde variedad "inguiri" ( <i>Musa paradisiaca L.</i> )	59
09. Composición Química de la Leche Fresca, contenidos en 100 g de muestra analizada	60
10. Características Físico Químicas del Agua Tratada	61
11. Cálculo del Rendimiento del Plátano Verde variedad inguiri en base a 1 racimo (8 gajos y cada gajo de 8 Unidades.)	61
12. Análisis Físico - Químico de la bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde con leche y azúcar	63
13. Análisis microbiológico de la bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde con leche y azúcar, correspondiente a la fórmula N° 01	64
14. Prueba de Ordenamiento para la bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde con leche y azúcar con los Parámetros ( Pliof = 0.045 mbar Tcong = -20°C tliof = 20 h)	72
15. Análisis de Varianza (ANVA) para la bebida instantánea liofilizada a (Pliof = 0.045 mbar Tcong = -20°C tliof = 20 h).	73
16. Prueba de Tukey para la bebida instantánea liofilizada a (Pliof = 0.045 mbar Tcong = -20°C tliof = 20 h).	73
17. Prueba de Ordenamiento para la bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde con leche y azúcar con los Parámetros (Pliof= 0.120 mbar Tcong = -25°C tliof = 10 h)	74
18. Prueba de Ordenamiento para la bebida instantánea liofilizada a base de	74

## DEDICATORIA

En primer lugar a Dios por darme la salud y vida, la fuerza para cumplir las metas, ya que con Dios todo es posible, por proveer todo lo indispensable para el desarrollo de este trabajo de investigación.

A mi hermano Jesús Junior Waldo Saldaña, ya que más que hermano es como mi padre que siempre estuvo presente en cada etapa de mi vida y el gran esfuerzo y sacrificio que hace día a día para que nada me falte y pueda seguir adelante en mi desarrollo personal y profesional.

A mi mamá Magna Saldaña Mozombite por los consejos brindados durante toda mi vida por estar en todo momento apoyándome en las cosas que hago, por inculcarme desde pequeña por el buen camino y hacer de mí una persona de bien.

A mis hermanos David, Jeanet, Josefina y Julio por compartir cada día el avance de este trabajo.

A mi esposo John Marlon Orosco Chávez que me ayudó de manera incondicional en todo lo que necesitaba.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Asesor Dr. Aníbal Quinteros García Docente de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, por el asesoramiento brindado por las enseñanzas, ayuda y colaboración intelectual para el desarrollo de mi tesis.

A los técnicos encargados de los laboratorios de Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Tec. del Laboratorio de Análisis y Composición de Alimentos Dolly, Tec. del laboratorio de Tepanal Guido, Ingeniero encargado del laboratorio de investigación Alfredo Ramos Peréa, Tec. de la Planta Piloto de Frutas y Hortalizas Walter Lozano por su gran apoyo brindado.

A mis amigos y amigas por la motivación que de una u otra manera que me ayudaron en el desarrollo de mi tesis.

A los miembros del jurado por las sugerencias y recomendaciones en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Y a todas las personas e instituciones que directa o indirectamente formaron parte de este trabajo.

## RESUMEN

El desarrollo del presente trabajo de investigación demanda la ejecución de evaluaciones y controles de los parámetros tecnológicos durante la elaboración de la bebida, así como los análisis fisicoquímicos en la materia prima al igual que los análisis microbiológicos y evaluación de los atributos de calidad del producto final.

Debido a la gran producción de plátano en la región San Martín y el gran consumo diario de este producto se vio la necesidad de aumentar la vida útil y valor nutricional de este alimento elaborando una bebida instantánea edulcorada con azúcar y leche fresca, buscando mejorar la alimentación de la población y a la vez aumentar la demanda agroindustrial de este cultivo, e incentivando a la siembra del plátano para mejorar los ingresos económicos de la mayoría de los agricultores dedicados a este cultivo.

Esta bebida instantánea es una mezcla que al reconstituirla por simple dilución en agua hervida es capaz de solubilizarse e hincharse aumentando su volumen y conformando una solución viscosa de manera inmediata y sin presencia de grumos.

Para la elaboración de la bebida instantánea se obtuvo mediante el diagrama de flujo: Plátano verde → selección y clasificación → lavado y pelado → cortado → licuado y mezcla de insumos → cocción → colado 1 → enfriado → congelado → liofilizado triturado → colado 2 → envasado y sellado → almacenado.

La obtención de la bebida instantánea se realizó mediante el proceso de liofilización con los siguientes parámetros optimizados  $T^{\circ}_{cong} = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 0.045\text{ mbar}$ ,  $T^{\circ}_{liof} = -80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{liof} = 20\text{ h}$ , debido a que es una gran opción para el deshidratado y conservación de productos considerado como el mejor método de deshidratación para conservar las características organolépticas y nutritivas de los alimentos, otorgándoles un mayor valor agregado. En este proceso de secado el producto obtenido no se ve alterado en sus propiedades y se rehidratan fácilmente.

Para elaborar este tipo de producto, se desarrolló la mezcla óptima de ingredientes con los siguientes porcentajes: 13.53% de masa de plátano verde, 18.15% de azúcar, 54.66% de

leche fresca y el 13.66% de agua, proporciones adecuadas que conllevan a la fórmula  $x_i$  de esta bebida.

Para tener una bebida completa para su consumo seguro, se realizaron los siguientes análisis del producto liofilizado: físico- químico, obteniéndose humedad = 3%, ceniza = 1.63%, fibra = 0.29%, proteína = 4.71%, potasio = 0.3%, grasa = 2.39% y carbohidratos = 67.98%; análisis microbiológico con la finalidad de obtener un producto libre de microorganismos dañinos para la salud obteniéndose Ausencia/25 g de E.Coli, Staphylococcus Aureus = Ausencia/25 g, Bacillus Cereus = Ausencia/25 g, Salmonella sp = Ausencia/25 g y Mohos < 2 UFC/g, con estos resultados tenemos un producto seguro para el consumo humano. Con respecto al análisis organoléptico el producto presenta un sabor agradable y dulce, color crema, olor agradable característico de la bebida.

En conclusión se cumplió con los objetivos propuestos en el trabajo de investigación con la obtención de esta bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde edulcorada con azúcar y leche fresca para su consumo inmediato.

## SUMMARY

The development of this current investigation requests conducting evaluations and technological parameters controls during the elaboration of the drink as well as physical, chemical analyzes on raw materials as well as microbiological analyzes and evaluation of final product quality attributes.

Because of the large production of banana in the San and the large daily consumption of this product, we saw the necessity to increase the shelf life and nutritional value of this food, elaborating an instant and enriched drink with sugar and fresh milk, seeking to improve the feeding of the population, at the same time, increasing demand of this agroindustrial farming, and encouraging grow of banana plant to improve the economic incomes of of the majority of farmers dedicated to this crop.

This instant drink is an mixture is a mixture which when reconstituted by simple dilution in boiled water is able to solubilize and swell increasing its volume and forming a viscous solution immediately without any lumps.

To prepare instant drink was obtained by the flow chart: Banana green → selection and classification → washed and peeled → cut → liquid and mix of → cooking → cast 1 → cooled → frozen → lyophilized → crushed → cast 2 → packing and sealing → stored.

Obtaining the instant beverage is made using the lyophilization process optimized with the following parameters  $T^{\circ}\text{cong} = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 0.045\text{ mbar}$ ,  $T^{\circ}\text{liof} = -80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $t\text{liof} = 20\text{ h}$ , because it is good for the dehydrated and conservation of products considered as the best method of dehydration to preserve the organoleptic and nutritional characteristics of the food, giving them added value. In this process of drying the product obtained is not altered in its properties and is easily rehydrated.

To produce this type of product, the optimal mix of ingredients was developed with the following rates: 13.53% of mass of green banana, sugar 18.15%, 54.66% of fresh milk and 13.66 % water, proper proportions that lead to ideal formula of the drink .

For a complete drink for safe consumption, the following analysis of the lyophilized product is made: physico-chemical yield moisture = 3%, ash = 1.63 %, fiber = 0.29% , protein = 4.71%, potassium = 0.3%, fat = 2.39%, and carbohydrates = 87.98 %; microbiological testing in order to obtain a product free of harmful microorganisms for obtaining health Absence/25g of *E. coli*, *Staphylococcus Aureus* = Absence/25g, *Bacillus cereus* = Absence/25g, *Salmonella* sp = Absence/25g Moulds < 2 UFC/g , with these results we have a safer product for human consumption . With regard to organoleptic analysis product has a pleasant, sweet flavor, creamy, pleasant characteristic odor of drinking.

In conclusion it met the objectives proposed in the research by obtaining this instant beverage based lyophilized green plantain sweetened with sugar and fresh milk for immediate consumption.

## I. INTRODUCCIÓN

El plátano es un alimento que ha tenido una gran aceptación, por las poblaciones desde el inicio de la historia, esto se debe, a que se preparan variedad de productos y platos con ello.

El plátano constituye una fuente rica en Potasio, siendo el mineral que aparece en mayor cantidad en el organismo después del calcio, y del fósforo y que siempre aparece asociado con el sodio. Este macromineral mantiene la presión normal en el interior y el exterior de las células, regula el balance de agua en el organismo, disminuye los efectos negativos del exceso de sodio y participa en el mecanismo de contracción y relajación de los músculos (sobre todo en los pacientes cardíacos), es por ello, que el consumo de productos alimenticios a base de potasio deben, convertirse en una opción que genere respuestas tecnológicas a las industrias para ofrecer alternativas de consumo al público en general.

En la industria alimentaria, los tipos de producto más comunes y en orden de importancia son los chifles y en menor proporción la producción de harina, jugos, complementos, colados, papillas, etc.

Este trabajo de investigación se plantea debido a la gran producción de plátano en el Perú. En la región San Martín es uno de los principales alimentos y por el hábito de consumo diario, se evaluó la factibilidad de darle mayor valor agregado y tiempo de vida útil, con la elaboración de una bebida instantánea a base de plátano verde enriquecida con azúcar y leche fresca, para el consumo diario en la alimentación de niños, jóvenes y adultos orientado a los diferentes estratos sociales.

Si bien es cierto que la panetela o mazamorra de plátano es una bebida típica de la zona y se prepara de forma artesanal en los hogares san martinenses, pero a la fecha poco o nada se ha investigado en nuestro país y particularmente en nuestra región, en lo que concierne a la elaboración de una bebida instantánea liofilizada a base de plátano, leche y azúcar; razón por el cual se tomó la decisión de realizar el trabajo de investigación en busca de los siguientes objetivos:

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Generales**

- Determinar los parámetros tecnológicos óptimos para la elaboración de la panetela de plátano verde edulcorada con azúcar y leche fresca.

### **2.2. Específicos:**

- Seleccionar la materia prima base más apropiada para la elaboración de la bebida instantánea liofilizada.
- Evaluar las características físico químicas, microbiológicas y sensoriales del producto.
- Aplicar el proceso de liofilizado de la panetela de plátano verde para conservar sus propiedades organolépticas, su calidad e inocuidad.

### III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Origen y Distribución del Plátano

Según BANFI y QUATTROCCHI (1997), el plátano tiene su origen en Asia Meridional, siendo conocida en el Mediterráneo desde el año 650. La especie llegó a Canarias en el siglo XV y desde allí fue llevado a América en el año 1516, vía Santo Domingo, y en toda la América Central y Ecuatorial, donde hoy en día se encuentran las principales zonas productoras del mundo que exportan hasta el 80 % de la producción mundial (Brasil, Ecuador, Costa Rica, Colombia, México, Panamá, Guatemala, Honduras y Nicaragua, siendo las tres primeras las principales).

Otras zonas productoras las encontramos en África (Burundi y Camerún), en Asia (India, Indonesia, Filipinas, y China) y en el Caribe (Jamaica) en Europa (España, Portugal y Grecia) cualquier región del mundo que posea un clima cálido y húmedo es adecuada para cultivar esta planta.

El cultivo de la banana (fruta madura comestible) constituye el segundo cultivo del mundo después de la naranja, es el cuarto alimento más importante en la alimentación de los países en vías de desarrollo después del arroz, el trigo y el maíz.

Su nombre científico es: *Musa paradisiaca* y pertenece a la familia de las *Musaceae*.

Especie: *Musa cavendishii* (plátanos comestibles cuando están crudos) y *Musa paradisiaca* (plátanos para cocer).

#### 3.2. Características Botánicas: Taxonomía, Descripción Botánica, Sistemas de Propagación

##### 3.2.1. Taxonomía de las Musáceas

Según BANFI y QUATTROCCHI (1997), desde el punto de vista taxonómico los plátanos, bananos y topochos se ubican dentro de la familia botánica de las Musáceas, género *Musa*, consideradas como

hierbas estoloníferas perennes; con ausencia de semillas viables en la mayoría de los casos, que permitan su propagación sexual.

Debido a esto, su reproducción es estrictamente vegetativa, a través del uso de hijos o retoños; lo cual implica que la obtención de "semilla" de calidad sea difícil y requiera de mayor tiempo y esfuerzo.

**Según BARRIE y el CINB (2012)**, describen la siguiente clasificación taxonómica.

Reino : Plantae.  
Subreino : Franqueahionta.  
División : Spermatophyta.  
Subdivisión : Magnoliophyta.  
Clase : Liliatae.  
Orden : Zingiberales.  
Familia : Musaceae.  
Género : Musa.  
Especie : Paradisiaca.

En la figura N° 01 se puede observar la foto del plátano variedad inguiri (*Musa paradisiaca* L.)



Fuente: Elaboración propia (2013).

Figura N°01: *Musa paradisiaca* L.

### 3.2.2. Descripción Botánica

Según **HERNANDEZ y TREMONT (2004)**, describen al plátano como una planta herbácea de gran tamaño; es una monocotiledónea cuyos frutos se presentan en racimo y son sumamente alimenticios, constituyendo una vianda muy solicitada por el hombre que la introduce con frecuencia en su menú. En el plátano la parte subterránea comprende un tallo subterráneo que es un rizoma que emite ramificaciones laterales que brotan del suelo a su alrededor y las que se les denominan retoños y un sistema radicular formada por tiernos cordones que penetran a gran profundidad en suelo en busca de agua y en la parte aérea comprendida por un falso tallo, del rizoma que se desarrolla en la tierra se originan hacia el exterior hojas muy grandes con pecíolo envainador, quedando abrasadas íntimamente y aplicadas una sobre otra hasta una altura que suele alcanzar entre (3.5 m a 4 m), formándose así un falso tallo largo y grueso de (0.25 m a 0.3 m), pero de poca solidez.

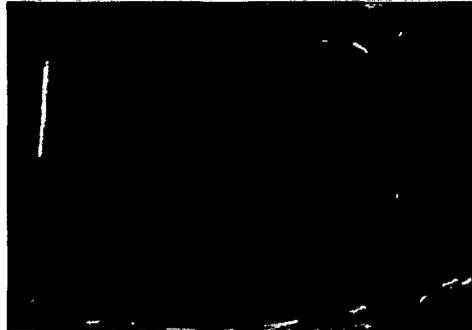
Las hojas son de gran tamaño, enteras, pero su constitución peculiar de nervios laterales rectos en ángulo con el nervio central favorece su desgarramiento y pronto adoptan la forma de una gran pluma con numerosas barbas. Después de secas permanecen durante un tiempo adheridas al tallo por ellos las llamamos hojas marcescentes.

Cada planta tiene normalmente entre 5 y 15 hojas, siendo 10 el mínimo para considerarla madura; las hojas viven no más de dos meses, y en los trópicos se renuevan a razón de una por semana en la temporada de crecimiento.

Presenta flores "monoicas" de color amarillento, irregulares. Sus frutos son oblongos, de color verde, dispuestos en hileras o racimos. En cada espiga puede haber de 5 a 15 manos.

Los frutos del plátano en forma de valla alargada redondeada de una gruesa cáscara; contiene numerosas semillas infecundas que hacen necesarias las siembras por hijos. (Cariópside o cariopsis, raramente abayado).

En la figura N° 02 se puede observar la foto de los frutos del plátano inguiri (*Musa paradisiaca L.*)



Fuente: Elaboración propia, (2013).

Figura N° 02: Fruto del Plátano

### 3.2.3. Sistemas de Propagación

Según **HERNÁNDEZ, MARTÍNEZ y TREMONT (2004)**, la platanera es incapaz de producir semillas viables por lo que solo es posible su reproducción y perpetuación a través de la propagación vegetativa o asexual. Por tanto, las "semillas" utilizadas para la siembra corresponden a partes vegetativas tales como retoños y cormos o hijos que, una vez separados de la planta madre, pueden realizar su ciclo de crecimiento y producción.

Lo más recomendable es que el agricultor seleccione el material de siembra a partir de plantas madres vigorosas, sin signos visuales de ataques de plagas y enfermedades, realizando limpieza y desinfección del mismo. Los hijos seleccionados deben ser tipo espada, evitando el uso de aquellos catalogados como orejones o de agua, ya que han perdido su vitalidad por desequilibrios nutricionales o estrés hídrico.

Existen diversos métodos y formas de propagación:

**3.2.3.1. Propagación Tradicional:** Es el sistema de propagación más antiguo y hace uso de hijos o retoños. Se caracteriza por la escasa o nula aplicación de prácticas culturales básicas, de manera que las plantas se encuentran bajo libre crecimiento,

lo que provoca un alto índice de competencia entre ellas. El material de propagación usado en este sistema proviene generalmente de la misma plantación, siendo la eficiencia del mismo baja, existiendo, además, riesgo de diseminación de plagas y enfermedades.

**3.2.3.2. Propagación por División de Cormos:** Puede ser aplicada a cormos procedentes de plantas jóvenes o recién cosechadas. Para su aplicación es necesario ubicar e identificar las yemas presentes en el cormo, lo que hace que el sistema sea altamente eficiente. Las principales etapas para su aplicación son las siguientes:

Selección del material: Se recomienda el uso de cormos aparentemente sanos y vigorosos. El número de plantas a generar dependerá del tamaño del mismo, por lo que los cormos pequeños no son recomendables.

Limpieza y lavado: A los cormos seleccionados se les eliminan los restos de tierra, las raíces, aquellas partes que se encuentren afectadas por diversos daños y la parte aérea.

Desinfección: Se prepara una solución de agua y cloro a razón de 5 ml por 1 lt de agua, en la cual se sumergen los cormos durante tres minutos para su desinfección.

**3.2.3.3. Propagación por División de Brotes:** Se utilizan cormos provenientes de plantas jóvenes o recién cosechadas. El cormo se divide en 4 - 8 porciones (cada porción debe tener al menos una yema), que son sembradas en canteros, los cuales deberán emitir nuevos brotes. En ese momento, estos brotes son divididos cada uno en cuatro partes, que son tratados y sembrados exactamente como el conjunto del cormo original. En muchos casos, algunos de estos brotes divididos producen meristemas múltiples, que pueden ser

separados y sembrados. A través de este sistema se pueden obtener más de 500 retoños de un solo cormo en un periodo de ocho meses.

**3.2.3.4. Propagación por ruptura y eliminación de la yema central:**

Consiste en eliminar la yema apical con el fin de "romper" la dominancia apical para inducir la activación de las yemas laterales y producir mayor número de hijos por cormo, tanto en plantas cosechadas como en plantas jóvenes. El número de hijos generados dependerá de varios factores como el tipo de clon, las condiciones fisiológicas de la planta y las condiciones climáticas.

**3.2.3.5. Propagación a través del uso de hijuelos o cormitos:**

El peso no debe ser menor de 150 g y se recomienda pelarlos antes de la siembra con cuidado de remover solo las raíces y la capa superficial de la corteza para mantener la conformación original del mismo. El momento de llevarlas a campo estará determinado por la presencia de cuatro hojas verdaderas y una altura de 20 a 25 cm.

**3.2.3.6. Propagación a través de "vitroplantas":**

Tiene la capacidad de generar gran cantidad de plantas para la siembra a medio plazo, en estado fitosanitario relativamente óptimo. A partir de un ápice es posible lograr en un año, centenares de plantas libres de nematodos, hongos, y de algunos virus y bacterias. A nivel comercial, se basa en el uso exclusivo del meristemo o yema central para la propagación in vitro.

**3.2.3.7. Propagación y Producción Simultánea (PPS):**

Tiene como funciones básicas la propagación de materiales de musáceas y la producción de frutos simultáneamente. Se basa en el establecimiento de un plantel de plantas madres provenientes de cultivo in vitro, en el manejo de una alta densidad de siembra, donde la mitad de la población es destinada para el establecimiento del cultivo y la otra para la producción de

"semillas" y en la inducción de brotes laterales con ablación de la yema central.

Este modelo permite al productor ampliar la superficie de siembra en forma escalonada, así como ajustar el sistema de producción instalado. Se recomienda para zonas donde las musáceas se siembran por primera vez, debido a que se parte del hecho que el grupo de plantas necesarias para iniciar esta explotación son plántulas de cultivo in vitro, lo cual garantiza el manejo de un material en estado fitosanitario óptimo.

### **3.3. Producción del Plátano en el Perú**

**Según VARGAS (2009)**, el plátano y banano en el Perú, son cultivos que se caracterizan por ser una valiosa fuente alimenticia para el consumidor y un importante factor de seguridad alimentaria para el productor y su familia, especialmente en la selva.

Además, genera ingresos permanentes para los agricultores, constituyendo una "Caja Chica" para financiar otras actividades agrícolas. El plátano es consumido mayormente cocido o en frituras, en verde o maduro; entre las principales variedades comerciales está el bellaco y el inguiri. El tipo banano es consumido como fruta de mesa, destacando las variedades comerciales Seda (Cavendishii, Gros Michell), Isla, moquicho o biscochito y capirona.

En el Perú, el cultivo de plátano se caracteriza por ser un producto agrícola de gran expansión en la región selva y norte del país, este cultivo exige un clima cálido y una constante humedad en el aire característicos de estas zonas.

El 71.5% de las áreas de cultivo se localizan en la región selva, el 22% en la costa norte (Piura y Tumbes) y un 6.5% en diferentes departamentos del país. Aproximadamente el 90% de la producción nacional se destina al autoconsumo y la diferencia es para la comercialización regional, nacional y para exportación.

El principal mercado de consumo es el departamento de Lima, que absorbe el 8% de la producción total de la selva y costa norte. Actualmente, pequeños agricultores ubicados en Piura y Tumbes están exportando banano orgánico, hacia mercados de Estados Unidos y Europa, y su crecimiento en los últimos años ha sido significativo.

### **3.3.1. Estadísticas del Cultivo de Plátano (*Musa paradisiaca* L.) en el Perú.**

**Según el MINAG (2014)**, la Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos (OEEE), el reporte realizado por la (OEEE) del MINAG sobre la Producción Agrícola (Tm) por año, del cultivo de plátano inguiri (*Musa paradisiaca* L), por departamentos durante los años 2009 al 2013, se observan en el cuadro N° 01.

Cuadro N° 01: Producción Anual (Tm) del Plátano inguiri (*Musa paradisiaca* L) en el Perú (2009 - 2013)

DEPARTAMENTOS	PRODUCCION (Tm)				
	2009	2010	2011	2012	2013
Amazonas	142 934	150 335	140 226	148 081	141 536
Ancash	1447	1431	1437	1 263	1 373
Apurímac	304	291	302	233	205
Arequipa	20	13	19	18	17
Ayacucho	6 563	6 548	6 362	6 601	6 524
Cajamarca	40 337	40 229	41 645	39 389	38 396
Cuzco	29 695	33 863	34 733	27 781	33 854
Huancavelica	541	575	601	570	572
Huánuco	113 852	116 063	116 675	144 037	151 951
Ica	1 842	1 843	1 888	2 133	2 090
Junín	170 335	177 959	182 870	191 067	197 340
La libertad	10 868	10 926	10 346	10 282	9 556
Lambayeque	2 135	3 110	5 934	5 448	3 905
Lima	5 994	4 136	3 915	4 237	4 185
Loreto	344 643	345 853	287 200	266 940	280 390
Madre de Dios	10 611	11 445	14 270	15 129	17 973
Moquegua	14	21	16	15	17
Pasco	88 480	90 804	74 811	94 699	97 170
Piura	247 240	262 378	274 435	287 926	259 749
Puno	12 955	11 848	12 261	11 048	11 184
San Martín	323 041	403 335	450 429	461 970	451 540
Tacna	-	-	50	48	50
Tumbes	61 492	80 020	96 467	87 356	111 589
Ucayali	251 244	254 258	210 744	275 479	270 451

Fuente: OEEE – MINAG (2014).

### 3.4. Producción de Plátano en el Departamento de San Martín

#### 3.4.1. Estadísticas del cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L) en la Región de San Martín.

Según MINAG (2014), Base de datos de la Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos (OEEE), el reporte realizado por la (OEEE) del MINAG sobre la Producción Agrícola (Tm) por año, del cultivo de plátano inguiri (*Musa paradisiaca* L) en la región de San Martín por

provincias durante los años 2009 al 2013 se observan en el cuadro N° 02.

Cuadro N° 02: Producción Anual (Tm) del Plátano inguri (*Musa paradisiaca* L) en la Región San Martín (2009 - 2013)

PROVINCIA	PRODUCCION (Tm)				
	2009	2010	2011	2012	2013
Bellavista	12 279	14 112	13 758	14 439	12 760
El Dorado	38 127	37 877	41 304	43 488	46 585
Huallaga	14 845	15 132	15 258	15 634	14 993
Lamas	61 398	65 691	72 540	73 664	67 614
Mariscal Cáceres	21 094	34 154	37 257	37 031	32 647
Moyobamba	38 558	34 774	45 166	47 364	55 862
Picota	18 435	20 166	22 019	22 030	17 457
Rioja	48 801	56 360	62 564	67 828	67 447
San Martín	24 740	36 540	44 354	44 852	48 326
Tocache	76 000	89 685	96 208	95 640	87 849

Fuente: OEEE – MINAG (2014).

### 3.5. Ecotipos o Variedades

#### 3.5.1. Variedades del Plátano en el Mundo

Según CHEESMAN (1948), la mayoría de los cultivares de postre procede exclusivamente de *M. acuminata*, presentando una constitución diploide o triploide. Simmonds y Shepherd distinguieron varios grupos fenotípicos, a los que investigadores posteriores han ido añadiendo variedades de reciente obtención o no identificadas previamente.

Las bananas son plantas herbáceas que crecen vigorosamente. Existen dos especies de bananas, *Musa acuminata* y *M. balbisiana*. La

mayoría de las variedades cultivadas son híbridos entre estas especies.

Las variedades de bananas varían grandemente en el tamaño de la planta y los frutos, la morfología de la planta, la calidad de los frutos y en la resistencia a enfermedades e insectos. La mayoría de las variedades de bananas tienen un sabor dulce cuando están maduras; una excepción son algunos plátanos usados para freír.

Existen numerosas variedades de bananas. Los progenitores son dos especies silvestres que producen semillas: *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*. Las variedades son híbridos complejos (diploides, triploides y tetraploides) formados por el cruzamiento de *M. acuminata* y *M. balbisiana*. En general, los híbridos que poseen una alta proporción de *M. acuminata* producen frutos dulces, mientras que los que poseen una alta proporción de *M. balbisiana* producen frutos con alto contenido de almidón.

La contribución relativa de *M. acuminata* y *M. balbisiana* al híbrido se indica por un número de A y B, respectivamente. Los híbridos se clasifican además por la presencia de uno o más conjuntos de cromosomas (llamado el nivel de ploidia). Por ejemplo, un híbrido AB es diploide, uno AAB es triploide y uno ABBB es tetraploide. Las variedades triploides son las más comunes, los diploides son algo menos comunes y los tetraploides son raros.

Las variedades tienen muchos nombres locales lo cual hace muy difícil la identificación de clones específicos. Para evitar confusiones se usan los nombres comunes así como la constitución A/B y el nivel de ploidia.

Finalmente, en algunas zonas ambas ramas entraron en contacto, y al ser hetero compatibles dieron origen a híbridos naturales diploides, triploides y algunos tetraploides, entre los cuales se contaban las dos variedades que tuvo ocasión de identificar Linneo. Si bien la expresión

botánicamente más correcta para designarlos sería *M. acuminata* x *balbisiana*, de acuerdo a las normas del Código Internacional de Nomenclatura para Plantas Cultivadas los híbridos de interés pueden llevar también un nombre binomial para su identificación. Puesto que *Musa paradisiaca* tiene prioridad de publicación, el nombre de híbrido *Musa* x *paradisiaca* L. puede usarse para designar a todas las variedades procedentes del cruzamiento de *M. acuminata* y *M. balbisiana* sin mayores precisiones acerca de su composición genética.

- a. El grupo AA 'Jari Buaya', muy popular en Vietnam e Indonesia pero casi desconocido en Occidente.
- b. El grupo AA 'Kapas', un plátano consumido cocido en Indonesia y Malasia.
- c. El grupo AA 'Lakatan', un banano de crecimiento muy rápido (fructifica en menos de 10 meses) de origen filipino, popular en los trópicos; el nombre binomial hoy inválido *M. lacatan* probablemente corresponde a este grupo.
- d. El grupo AA 'Sucrier', importante en Nueva Guinea pero también extendido en el sudeste de Asia y Brasil; son ejemplares diploides, de pseudo tallos oscuros, de tono amarillento y apenas cerúleos, que producen racimos pequeños, de frutos de piel delgada y sumamente dulces. En este grupo se cuenta la variedad llamada 'Dedo de Dama' o 'Guineo Blanco', la más pequeña de las bananas cultivadas comercialmente, un banano de tronco delgado y fuerte sistema radicular, que produce racimos de entre 10 y 14 manos de 12 a 20 frutos. Son resistentes a la sequía y a la enfermedad de Panamá, pero susceptibles a la sigatoka. Los binomiales hoy inválidos *M. berteri*, *M. berteronianay* *M. sapientum* corresponden a este grupo de cultivares.
- e. El grupo AAA 'Cavendish', que comprende la mayoría de las bananas consumidas en Europa y Estados Unidos desde el declive de 'Gros Michel'. Posiblemente procedente de Indonesia donde el cultivar llamado 'Bungulan' se produce domésticamente, aunque su ritmo irregular de maduración y escasa tolerancia al almacenaje lo

hace poco apto para las plantaciones comerciales, hoy se desarrolla en numerosas variedades:

- El cultivar 'Cavendish Enano', desarrollado en China y hoy la variedad más importante en las islas Canarias y África oriental; es un banano de porte grande, con las hojas anchas, tolerante al viento y la sequía, que produce frutos medianos, de buena calidad pero propensos al daño en transporte por la delgadez de su cáscara. Tiene la peculiaridad de tener flores masculinas indehiscentes. Los nombres binomiales hoy inválidos *M cavendishii*, *M. sinensis* y *M. nana* (non Lour.) corresponden a este cultivar.
  - El cultivar 'Cavendish Gigante' o 'Grand Naine', de apariencia similar al 'Gros Michel' y origen incierto. Es un banano de porte mediano, con el pseudo tallo moteado de pardo, con bananas de mayor tamaño que el 'Cavendish Enano', de cáscara más gruesa y sabor menos intenso. Es la principal variedad en Colombia, Ecuador y Taiwan.
  - El cultivar 'Robusta', similar a 'Lakatan', un banano pequeño y resistente al viento que se cultiva en Brasil y la Polinesia.
  - El cultivar 'Valery', una variante de 'Robusta' más resistente a la sigatoka pero de fruto más firme y ligeramente cerúleo de textura.
- f. El grupo AAA 'Golden Beauty', desarrolladas en Trinidad por su resistencia a la enfermedad de Panamá y la sigatoka; son bananos pequeños, con racimos cortos, pero resistentes al transporte y de muy buen sabor. Se cultivan en Honduras y Fiji.
- g. El grupo AAA 'Gros Michel', que fue durante mucho tiempo la banana más cultivada de Occidente; procedente de Birmania y Sri Lanka, fue introducido a Martinica por los franceses, y desde allí a Jamaica, Centro América, Hawái y Australia. Son bananos de gran

porte, con grandes racimos de frutos largos y de color amarillo intenso, hoy casi desaparecidos por su susceptibilidad a la enfermedad de Panamá. Sin embargo, ha sido usado como base para el desarrollo de otros cultivares.

- h. El grupo AAA 'Morado', popular en el Caribe aunque originario de la India. Es resistente a las enfermedades pero tarda más de 18 meses en fructificar, por lo que sólo es accesible en plantaciones comerciales. Es un banano de gran porte, con hojas y tallos de color morado intenso, y el fruto virando al naranja a medida que madura; produce racimos compactos de unos 100 frutos de sabor intenso y tamaño mediano. La variedad 'Verde Morado' tiene un vistoso colorido jaspeado de verde y morado, y alcanza los 9 m de altura; produce cuatro a siete manos por racimo, de buen tamaño.

Propiamente híbridos existen cultivares diploides, triploides y tetraploides:

- i. El grupo AAB 'Burro' u 'Orinoco', una planta alta, resistente, de pocos frutos largos y muy gruesos, con la pulpa ligeramente rosácea y comestible en crudo, pero excelente cocida.
- j. El grupo AAB 'Francés', un plátano grande, vigoroso, con las flores masculinas indehiscentes, cultivado sobre todo en la India y África oriental; los nombres binomiales hoy inválidos *M. bidigitalis* y *M. purpureo-tomentosa* corresponden a este grupo, así como la *M. paradisiaca* original de Linneo.
- k. El grupo AAB 'Laknau', un plátano triploide similar a 'Cuerno' y excepcional en que produce flores fértiles, lo que ha permitido su uso como material de base para cruzamientos experimentales.
- l. El grupo AAB 'Macho', plátanos muy resistentes que producen poca fruta, comestible en crudo pero de sabor mucho más agradable tras la cocción. Los nombres binomiales hoy inválidos *M. corniculata*, *M. emasculata* y *M. protractorachis* corresponden a este grupo.
- m. El grupo AAB 'Manzana' es el banano de postre más extendido en el trópico, aunque no existen grandes plantaciones. Es un banano muy grande, con sólo una docena de manos por racimo y 16 a 18

frutas por mano, muy resistente a la sigatoka pero susceptible a la enfermedad de Panamá. El fruto es muy fragante, con un distintivo aroma a manzana, ligeramente astringente antes de madurar pero muy sabroso.

- n. El grupo AAB 'Mysore' es el banano más cultivado en la India, donde casi tres cuartos de la superficie plantada lo emplea. Es raro fuera de la península, aunque en Trinidad se lo planta acompañando al cacao. Es vigoroso, resistente a la sequía, inmune a la enfermedad de Panamá y poco susceptible a la sigatoka. Produce racimos compactos de bananas de piel delgada y color amarillo brillante, de sabor sub-ácido.
- o. El grupo AAB 'Rajah'; el nombre binomial hoy inválido *M. regia* probablemente corresponde a este grupo.
- p. El grupo AAB 'Seribu'; el nombre binomial inválido *M. seribu* corresponde a este cultivar.
- q. El grupo ABB 'Awak'.
- r. El grupo ABB 'Cenizo', un plátano extremadamente alto, con un tallo floral elongado y pocas manos por racimo. Produce frutos angulosos, muy grandes, de piel cenicienta y pulpa muy blanca, con alta concentración de azúcar en comparación con otros plátanos.
- s. El grupo ABB 'Chato' o 'Bluggoe', un plátano muy resistente a las enfermedades que produce racimos de frutos de gran tamaño, distintivos por su estructura abierta, muy importante como cultivo de subsistencia en África y Asia.
- t. El grupo ABB 'Pelipita', uno de los principales cultivares comerciales de plátano en el mundo, resistente a la sigatoka negra pero de sabor menos intenso que otras variedades.
- u. El grupo ABBB 'Tiparot', un tetraploide desarrollado por su resistencia a las enfermedades, pero poco productivo.

De origen exclusivamente de *M. balbisiana* existen también numerosas variedades:

- v. El grupo BBB 'Cardaba.
- w. El grupo BBB 'Lep Chang Kut.

- x. El grupo BBB 'Maricongo', el principal cultivo comercial de plátano del mundo, de forma alta, fruta muy angulosa y de buen tamaño; existe una variedad enana, el 'Enano' o 'Cochon'.
- y. El grupo BBB 'Saba', de menor calidad culinaria pero inmune a la sigatoka negra.

### 3.5.2. Variedades de Plátanos que se Cultivan en el Perú

Según CHEESMAN (1948), los clones de plátanos más importantes en el país son mayormente triploides de *Musa acuminata* (AAA) o híbridos de *Musa acuminata* x *Musa balbisiana* (AAB y ABB). Dentro de cada uno de estos híbridos existen varios clones derivados de mutaciones que se han perpetuado en diversas localidades.

#### - Inguiri, "Dominico o Largo"

Es un clon también conocido como dominico en la costa norte del país. El Inguiri (AAB) es una variedad cuyo cultivo posee clones con el seudo - tallo color verde blanquecino, verde amarillento y verde rosado salpicado de manchas oscuras. Las plantas en promedio mide 3.0 metros de altura, con un diámetro en su base de 0.20 m.

Por su forma cilíndrica y disposición de sus manos es el que se parece más al banano teniendo una producción entre nueve y catorce manos. El número de frutos es influenciado por la altitud de la siembra, siendo mayor hacia el nivel del mar.



INGUIRI

Fuente: Elaboración Propia, (2013)

Figura N° 03: Variedad inguiri

La característica más importante de este clon es su plasticidad, por cuanto a través de la práctica de la eliminación de las bajeras se le puede convertir en un bellaco plantano o bien un bellaco Harton, con excelente llenado de los frutos y en consecuencia buen peso de racimo. Es resistente al mal de panamá y a la sigatoka.

- Bellaco

El bellaco es una variedad también conocida con los nombres de "harton" o "barraganeta". La planta presenta un pseudo-tallo verde rosado alcanzando una altura de 3.0 m, con un diámetro en su base de 0.24 m. A la madurez comercial el racimo en promedio tiene unos 30 frutos, de unos 30 a 40 cm de largo, con un peso de 400g por fruto). En esta variedad encontramos el clon bellaco plantano, este posee seis y ocho manos con un promedio de 50 frutos. Para fines comerciales se cultiva entre el nivel del mar y los 1320 m de altura. La duración de su ciclo vegetativo varía entre 11 meses a nivel del mar y de 17 o 18 meses a 1320 m de altitud. Se cultiva en el país tanto en la selva como en la costa norte.

- Moquicho o Bizcochito

También conocidos como "plátano de Oro" o Mosquito es una variedad bastante peculiar; sus frutos son muy pequeños, 10 a 12 cm, pero muy dulces, de color amarillo dorado.

- Sapo, Cuadrado o Sapino

Es un clon que se caracteriza por un pseudo-tallo de color verde, con una altura de planta de 3,0 m en promedio y un diámetro en su base de 21 cm. Las brácteas de la inflorescencia se arrollan y se desprenden sucesivamente.

Las flores masculinas presentan un color amarillo cremoso. El racimo de frutos al completar su desarrollo tiene 70 dedos, con un

peso individual de 140 g en promedio, respectivamente. A la madurez fisiológica los frutos adquieren un color amarillo anaranjado, el fruto presenta en un corte transversal el borde anguloso, con dos filas de óvulos en cada uno de los tres lóculos.

El clon sapo es resistente a periodos prolongados de sequía, ambiente que caracteriza ciertas áreas del Huallaga central y alto mayo. Es un cultivar susceptible a la sigatoka.

- Provinciano

Es la denominación que tiene un clon cultivado en la zona de Tumbes. Este cultivar presenta características parecidas al inguri, la planta alcanza una altura promedio de 3,2 m y un diámetro en su base de 24 cm. El pseudo-tallo es verde rosado, tiene en la cara inferior de la hoja rosada la nervadura central. Las brácteas de la inflorescencia son rectas y se desprenden con más facilidad que las del inguri. Las flores masculinas son de color amarillo rosado. A la madurez comercial llega el racimo con unos 96 frutos formados, con un peso promedio por unidad de 170 g. El fruto maduro fisiológicamente es de color amarillo, transversalmente presenta dos filas de óvulos en cada uno de los tres lóculos.

- Isla

Es una variedad de calidad extraordinaria, con gran difusión en el Perú. La planta es resistente a la Sigatoka y al "Mal de Panamá"; los racimos tienen de 8 a 10 manos y de 70 a 90 frutos. El fruto es anguloso a lo largo, de tamaño mediano; pulpa rosada, poco consistente pero muy aromatizada y excelente sabor. Necesita estar bien maduro para su consumo, casi cuando la cáscara ennegrece. Este plátano es el alimento ideal para el destete de los bebés, que empiezan a probar sus primeras papillas.

Es un cultivar con buena adaptación a las zonas tropicales y subtropicales del país, aun en áreas desérticas sujetas a irrigación.

En zonas de selva con alta precipitación pluvial, como es el caso del alto Huallaga, este clon presenta resistencia a la sigatoka pero es muy susceptible al ataque del gorgojo del tallo. La fruta tiene alta demanda en el mercado, siendo su consumo tanto frito como al estado natural.

- Manzano

Es una variedad bastante rara, con frutos muy pequeños; pulpa suave, dulce pero con una ligera entonación ácida, única en esta especie, característica que le da el apelativo de manzano.

- Guayabo o Palillo

Presenta una planta robusta, tronco grueso de color verde, pero de menor estatura que el de Seda. Fruto grande, transversalmente redondo, cáscara amarilla cuando madura.

- Seda

Se conoce a una agrupación o grupo de variedades, clones o genotipos que presentan fruta de similares características, y que prácticamente ocupaban alrededor del 90 % de la producción mundial; hoy en día esta proporción ha bajado, a favor de otras variedades. A esta variedad, exportada a todo el mundo, se le conoce con diferentes nombres: Gros Michel, Guayaquil, Highgate, Cocos, etc. Numerosas mutaciones producidas en plantaciones comerciales y luego propagadas, líneas clonales, procedentes de esta variedad han dado lugar a otras variedades que conservan las excepcionales cualidades de la original variedad.

Trabajos de selección y mejoramiento genético sobre esta especie han sido hechos con la finalidad de darle tolerancia o resistencia contra una enfermedad que deprecia considerablemente la producción, el “Mal de Panamá, causada por el *Fusarium oxysporum*. Los racimos son naturalmente acondicionados para la exportación, compactos y simétricos; tienen entre 130 y 240 frutos largos, con cáscara de color amarillo intenso en estado maduro, pulpa de buen sabor y suavidad de donde le viene el nombre de seda. Recolectados oportunamente son resistentes al transporte, demoran varias semanas en madurar, conservándose las manos de forma compacta.

El cultivar seda muestra mejor adaptación a las regiones tropicales, especialmente a las áreas húmedas y de suelos fértiles. En áreas del alto Huallaga existen dos clases de este cultivar, que además de variaciones en el vigor de la planta, color del pseudo-tallo y características del eje de la inflorescencia presenta diferencias en su tolerancia o susceptibilidad de la sigatoka.

Las variedades de mayor producción en toneladas en la región selva son: el inguiri en una proporción de 42%, el isla con un 26 %, el bellaco (en todos sus grupos) con un 22%, el palillo y moquicho o bizcochito 4% y 5% respectivamente, el plátano manzano en un 2% y el seda selva esta en menos del 1%.

La provincia de Sullana produce la variedad Seda en su totalidad, esto se refleja por ser una zona exclusivamente dedicada al cultivo de esta variedad y destina la mayor producción para su comercialización de abastecimiento a los principales supermercados del país, mercados de Lima y para la exportación.

### **3.5.3. Las variedades que más se cultivan en la provincia de San Martín**

**Según CHEESMAN, (1948)**, el cultivo del plátano, representa al 13% del total de la superficie sembrada (1,981 ha) en la provincia, la zona

platanera lo constituyen los distritos del Bajo Huallaga, siendo el distrito Chazuta con 358 ha, Chipurana con 265 ha y El Porvenir con 226 ha, el resto de áreas no es significativo en la provincia.

El rendimiento del cultivo alcanzó en el 2008 los 12,489.49 kg/ha/año. El volumen de producción alcanzó las 20,374 Tn en la campaña 2009. Existen diversas variedades de plátano como el plátano bellaco, plátano verde para freír, plátano pacobino (especial para hacer vinagres), sapino (plátano cuyos almidones no engordan), plátano de seda, plátano manzano, originarios de la selva amazónica, que no se les ha puesto atención para la investigación, producción y transformación.

El plátano isla, es una variedad introducida cuyos suelos responden muy bien al cultivo. La tendencia del cultivo de plátano en estos últimos años fue creciente, siendo una de las causas el incremento de áreas instaladas del cultivo de cacao en los distritos del Bajo Huallaga, en donde el plátano es un “cultivo casi obligado” para las sombras temporales de las plantas de cacao.

Los distritos plataneros son Chazuta (4,200TM), Chipurana (3,400 TM), siguiéndole en importancia El Porvenir, Sauce, Alberto Leveau y Shapaja. En resumen se observa una mayor concentración platanera en la zona del Bajo Huallaga.

### **3.6. Usos y Composición Química del Plátano (*Musa paradisiaca* L)**

#### **3.6.1. Usos**

Según **SANCHEZ REYES C. (2011)**, el plátano inguiri (*Musa paradisiaca* L) es una gran fuente de energía rica en hidratos de carbono, lo que nos demuestra que podría sustituir a la papa o el arroz en caso de poseerlo en los hogares, es de fácil preparación.

Medicinalmente se lo usa para estreñimiento por su gran contenido de fécula o almidón, ya que los taninos que posee ayudan a nuestro organismo. La gran variedad de formas hacen que el plátano sea un alimento extremadamente versátil y simple de consumirlo ya sea de manera cocida, frita o asado.

Otros productos son más raros, pero gozan de algún uso. En África se preparan bebidas alcohólicas por la fermentación controlada de los frutos maduros, y se ha experimentado con la elaboración de vinagre a partir de éstos.

Los brotes tiernos se consumen hervidos como verdura en la India y África, donde constituyen un alimento importante en caso de hambruna.

**Según ARISTIZABAL, J.J; RUIZ, L.A. (1989)**, la cáscara ha sido considerada como un producto de desecho agroindustrial y es utilizada generalmente para la alimentación animal (bovinos), en estado verde y maduro. Este órgano posee mayores contenidos de fibra y minerales que la pulpa, la alta composición de almidón en estado verde y de azúcares en estado amarillo, determinan la posibilidad de que pueda ser procesado como harina para la elaboración de productos comestibles por el hombre, siendo lo más limitante el alto contenido de compuestos fenólicos.

### **3.6.2. Composición Química del Fruto del Plátano**

**Según LOVATO y AGAPITO (2010)**, se considera al plátano como una buena fuente de energía por la cantidad de almidones que posee. Provee además de ciertas cantidades de hierro y fósforo, minerales importantes en el metabolismo del cuerpo humano. La composición química del fruto de plátano verde se muestra en el cuadro N° 03.

Cuadro N° 03: Composición Química del Plátano Verde

COMPONENTE	PLATANO VERDE (por cada 100 g de muestra comestible)
Agua (g)	57.0
Proteínas (g)	4.0
Grasa (g)	0.2
Carbohidratos (g)	49.9
Fibra (g)	0.8
Niacina (mg)	0.9
Tiamina (mg)	0.11
Riboflavina B2 (mg)	0.22
Vitamina C (mg)	10.4
Potasio K (mg)	360
Calcio Ca (mg)	8
Fosforo P (mg)	43
Hierro Fe (mg)	0.5

Fuente: AGAPITO (2010).

### 3.7. Índice de madurez del plátano (*Musa paradisiaca* L)

Según PARRY (1995), los cambios más palpables durante el proceso de maduración son el color, sabor, textura, etc. Estos cambios son el resultado de la profunda reestructuración metabólica y química que se desencadena dentro del fruto. En los frutos climatéricos, este proceso es controlado, fundamentalmente, por el etileno y su actividad respiratoria. Por lo tanto, a medida que el fruto se desarrolla en el árbol sufre una serie de cambios anatómicos, fisiológicos y bioquímicos que son perfectamente evaluables. Debido a la importancia de obtener frutos con unas características de madurez óptimas existen índices para determinar el momento óptimo de recolección.

Los índices más utilizados para medir la de madurez de un fruto son el color de fondo, la firmeza, el contenido de sólidos solubles, la prueba de almidón y la acidez, siendo todos ellos de empleo muy práctico. Otros, como número de

días desde plena floración, la intensidad de respiración y la producción de etileno son más indicados para estudiar las características fisiológicas.

**FELLOW (2009).**

Cuadro N° 04: Índice de madurez del plátano (*Musa paradisiaca L.*)

ESTADO DE MADUREZ	COLOR PIEL	COLOR PULPA	AROMA	SABOR
MUY VERDE	Verde hoja	Marfil	Sin olor	Astringente
VERDE	Verde	Hueso	Menos fuerte	Poco astringente
PINTON	Verde amarillento	Crema	Poco fuerte	Poco dulce
MADURO	Amarillo	Crema amarillento	Fuerte	Dulce
SOBRE MADURO	Amarillo negruzco	amarillo	Muy fuerte	Muy dulce

Fuente: MEDINA (1994).

### 3.7.1. Postcosecha del plátano (*Musa paradisiaca L.*)

Luego de cosechados, los frutos de plátano, pasan por cuatro estados de desarrollo fisiológico: pre climatérico, climatérico, maduración de consumo y senescencia. Es muy importante la prolongación del primer estadio, ya que en esta etapa los frutos son verdes con textura rígida y su actividad metabólica es baja. **SANCHEZ REYES (2011).**

### 3.7.2. El color

Es uno de los índices de madurez más relevante en frutas, constituye una medida rápida, funcional y muy práctica del estado de madurez, no obstante se recomienda que este acompañado, de por lo menos otras dos características físico-químicas. En general para su evaluación se aplican técnicas sensoriales e instrumentales, siendo estas últimas por su relevancia de gran utilidad en el manejo postcosecha de frutas y hortalizas. **FELLOWS (2009).**

Los cambios de color debidos a la maduración de las frutas, están relacionados con el metabolismo del vegetal, que se manifiesta con la degradación de algunos pigmentos y aparición o afloramiento de otros, lo cual es motivado por aspectos, genéticos de la especie, fenotípicos y ambientales. **SANCHES REYES (2011)**.

**Según PARRA, C. A. (2005)**, para tener un buen rendimiento de pulpa/cáscara depende de la edad de cosecha, es decir en etapas tempranas la cáscara tiene mayor grosor, una vez cosechados dicha relación se mantiene. Durante el desarrollo y maduración del plátano los cambios más marcados son el contenido de almidón, SST y acidez, se observa que el contenido de almidón es proporcional a la edad de cosecha y su incremento es marcado hasta la semana 16 desde la floración, y con el fin de determinar el estado de crecimiento ideal y los diferentes lotes de producción, en el caso de predecir la edad de maduración por edad de cosecha se puede utilizar el cuadro N° 05.

Cuadro N° 05: Evolución del color para plátano (*Musa paradisiaca L*) a 5 diferentes edades de cosecha, almacenados a 28 °C y 80% H.R.

POSCOSECHA	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18
0					
2					
4					
6					
8					
10					
12					
14					
16					
18					
20					
22					

Fuente: PARRA, C. A. (2005)

Como lo menciona PARRA el estado óptimo de madurez del plátano con el cual se trabajo fue a las 16 semanas desde la floración teniendo en cuenta esta carta de color.

### 3.8. Método Utilizado para la preservación del producto

#### 3.8.1. Liofilización de Alimentos

**Según PARZANESE (1998)**, La liofilización, se basa en el desecado de determinados materiales por medio de la sublimación del agua contenida en éstos. Se realiza congelando el producto y se remueve el hielo aplicando calor en condiciones de vacío, de esta forma el hielo sublima evitando el paso por la fase líquida. Dicha técnica constituye un efectivo sistema de preservación de elementos biológicos como células, enzimas, vacunas, virus, levaduras, sueros, algas, frutas, vegetales y alimentos en general.

Todos estos materiales contienen sustancias volátiles o termo sensibles que no se ven afectadas por este proceso, ya que se trabaja a temperaturas y presiones reducidas. Lo más importante del método es que no altera la estructura fisicoquímica del producto y admite su conservación sin cadena de frío, ya que su bajo porcentaje de humedad permite obtener un producto con elevada estabilidad microbiológica. Asimismo, el hecho de no requerir refrigeración facilita su distribución y almacenamiento.

El proceso de liofilización tiene sus orígenes en el Imperio Inca, en el altiplano andino a 4000 metros sobre el nivel del mar. Allí los pobladores realizaban y continúan obteniendo un producto denominado Chuño, resultado de la deshidratación de la papa. La técnica consiste en dejar las papas cosechadas sobre el suelo, de manera que durante la noche se congelen como consecuencia de las muy bajas temperaturas, y durante el día el sol y el viento seco produzcan el cambio de estado del agua (desde el sólido al vapor sin mediar la fase líquida). Con el paso de los años se desarrolló industrialmente esta técnica de conservación que integra dos métodos confiables: la congelación y la deshidratación.

El desarrollo comercial de este proceso se produjo durante la Segunda Guerra Mundial, donde se utilizó para conservar plasma sanguíneo y

en la preparación de los primeros antibióticos de penicilina. Años después, alrededor de 1960, comenzó a utilizarse la misma tecnología sobre una gran variedad de productos, entre ellos los alimentos.

Actualmente se aplica en industrias farmacéuticas, para preservar antibióticos, vacunas (por ejemplo la vacuna del sarampión), plasma, hemo derivados, vitaminas, extractos, leche materna.

En la industria química, la técnica se emplea para el preparado de catalizadores, secado de materiales orgánicos, preservación de animales (taxidermia), conservación de documentos y libros antiguos, entre otros.

Con relación a la industria de los alimentos, se comenzó a utilizar en la fabricación de productos especiales para montañistas, astronautas, bases militares y otros similares. Desde hace un tiempo se comercializan liofilizados tanto como ingredientes industriales como para el consumidor en general, ampliándose así el mercado de estos productos de alto valor agregado.

#### **3.8.1.1. Aplicaciones en la Industria de los Alimentos**

La liofilización se aplica en los siguientes sectores:

- Cárnicos: Carne bovina; Carne aviar: pechuga de pollo, pechuga de pavo, muslo de pollo; Carne porcina: jamón, lomo.
- Frutas: Frutillas. Fresas, banana, ananá, moras, frambuesa.
- Vegetales: Espárrago, choclo, zanahoria, brócoli, coliflor, apio, papa, hongos, aceituna, espinaca, ajés, arroz, arvejas, cebolla.
- Quesos: Queso Prato, Queso Mozzarella, Queso Provolone, Queso Blanco.

- Otros: Café, sopas, zumos de frutas, levaduras, caldos, salsas, especias, champiñones.

Por medio de la liofilización se puede extraer más del 95% del agua contenida en un alimento, lo que se traduce en un gran beneficio con relación al costo del transporte, ya que permite cargar mayor cantidad de mercadería sin necesidad de cadena de frío (se logra un producto más estable microbiológicamente).

Al finalizar el proceso de liofilización, el alimento se convierte en una estructura rígida que conserva la forma y el volumen pero con peso reducido, preservando sus características nutritivas y organolépticas. Al rehidratarlo se recuperaran la textura, el aroma y el sabor original.

Los alimentos pueden ser liofilizados en diferentes formatos: cubos, deshilachado, tiras, picado, granulado o polvo, y luego pueden ser utilizados como ingredientes industriales en la fabricación de snacks, sopas instantáneas, salsas, caldos en polvo, caldos en cubos, puré instantáneo, mezclas para risotto, condimentos, entre otros.

### **3.8.1.2. Ventajas y Desventajas**

Las ventajas y desventajas del proceso de liofilización se mencionan a continuación:

#### **➤ Ventajas**

- Valorización y potenciación de las producciones primarias.
- Ausencia de temperaturas altas, por lo que previene daños térmicos.
- Conservación, fácil transporte y almacenamiento de los productos.

- Inhibición del crecimiento de microorganismos, estabilidad microbiológica.
- Recuperación de las propiedades del alimento al rehidratarlo.
- Ausencia de aditivos y/o conservantes.
- Mantenimiento del valor nutricional del alimento.
- Empleo de vacío, estabilidad química.

➤ **Desventajas**

- Largo tiempo de procesamiento.
- Alto consumo de energía, en algunos casos.
- Costo de inversión inicial alto.

Cabe aclarar que, no toda el agua que compone un alimento está disponible para que los microorganismos puedan llevar a cabo sus actividades metabólicas, solo el agua libre cumple dicho propósito. El contenido de agua libre en un alimento se define como  $a_w$  (actividad de agua). Al deshidratar un producto su disponibilidad de agua (libre) disminuye drásticamente.

Para eliminar entonces la mayor parte del agua libre contenida en el sólido obtenido, se le debe entregar calor a fin de lograr la sublimación total del hielo, cuidando que la temperatura del producto se mantenga siempre por debajo de su temperatura de transición vítrea. Al final de este cambio de fase se obtiene un producto que conserva el volumen y tamaño original, presentado la forma de un vidrio altamente poroso.

La ventaja de esta estructura es que permite una rápida rehidratación, no obstante es frágil por lo que requiere de una protección que prevenga los posibles daños ocasionados por una inadecuada manipulación. Asimismo, debido a la porosidad de dicha estructura es necesario

realizar el empaque del producto de forma tal que se evite la penetración de oxígeno, a fin de impedir procesos oxidativos sobre los lípidos.

El objetivo es congelar el agua libre del producto. Para ello se trabaja a temperaturas entre  $-20$  y  $-40^{\circ}\text{C}$ .

**Según RAMÍREZ (2006)**, La liofilización es un proceso de conservación mediante sublimación utilizado con el fin de reducir las pérdidas de los componentes volátiles o termosensibles. Es el más noble proceso de conservación de productos biológicos conocido que los dos métodos más fiables de conservación, la congelación y la deshidratación. Sin conservantes o productos químicos, es el proceso más adecuado para preservar células, enzimas, vacunas, virus, levaduras, sueros, derivados sanguíneos, algas, así como frutas, vegetales, carnes, peces, y alimentos en general. En este proceso de secado los productos obtenidos no se ven alterados en sus propiedades y se re hidratan fácilmente.

**Según BARRETO (1966)**, El proceso de liofilización en alimentos se ha considerado como el mejor método de deshidratación que además de conservar las características organolépticas y nutritivas de los alimentos le otorga valor agregado.

La liofilización no altera la estructura físico-química del material, pero permite su conservación indefinida sin cadena de frío, con menos del 15% de humedad y alta estabilidad microbiológica. A diferencia de lo que ocurre en el secado por calor, con la liofilización en alimentos el encogimiento es mínimo, el aspecto, la textura, el sabor y el aroma no se pierden, se intensifican y se mantienen las características nutricionales. Es ideal para conservar productos

alimenticios, farmacéuticos y biológicos, que no deben calentarse ni siquiera a temperaturas moderadas.

Entre los métodos de deshidratación aplicables a alimentos, liofilización es el ideal para mantener las propiedades funcionales y de palatabilidad deseables. En este proceso, el material a secarse es congelado y el vapor de agua eliminado por sublimación.

La temperatura debe ser mantenida lo suficientemente baja para evitar el derretir de los cristales de hielo presentes, por lo que la aplicación del calor de sublimación debe ser cuidadosamente controlada. Como la presión del vapor del hielo es considerablemente menor que la presión atmosférica, la liofilización requiere un alto vacío en la cámara de secado. Si el agua presente en el material estuviera en estado de pureza, entonces teóricamente sería posible liofilizar cerca de 0 °C a una presión de 4.6 mm Hg, sin embargo el agua usualmente existe en forma de solución, una mezcla eutéctica, o en estado de combinación con otros elementos. Por eso es necesario enfriar el producto a temperatura bajo 0 °C para mantener el agua en la fase sólida.

En la práctica la liofilización se lleva a cabo normalmente en el rango de temperatura de -10 a -40 °C con presiones correspondientes de (2.0 mm Hg a 0.1 mm Hg). Es importante anotar que el calor de sublimación es menor a menor temperatura del hielo.

### 3.9. Criterios Microbiológicos para Productos Deshidratados (Liofilizados, concentrados, mezclas) que no requieren cocción ( ).

Según NTS N° 071 MINSA/ DIGESA–V.01 RM. N° 591- (2008), Los alimentos y bebidas deben cumplir íntegramente con la totalidad de los criterios microbiológicos correspondientes a su grupo o subgrupo para ser considerados aptos para el consumo humano.

Cuadro N° 06: Criterios Microbiológicos para Productos Deshidratados

Agente Microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
<i>Aerobios Mesófilos</i>	3	3	5	1	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>
<i>Bacillus cereus</i>	5	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella sp</i>	10	2	5	0	Ausencia / 25 g	--

Fuente: Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos N° 591-2008/ Minsa.

#### Leyenda:

"n" (minúscula): Número de unidades de muestra requeridas para realizar el análisis, que se eligen separada e independientemente, de acuerdo a normas nacionales o internacionales referidas a alimentos y bebidas apropiadas para fines microbiológicos.

"c": Número máximo permitido de unidades de muestra rechazables en un plan de muestreo de 2 clases o unidades de muestra provisionalmente aceptables en un plan de muestreo de 3 clases. Cuando se detecte un número de unidades de muestra mayor a "c" se rechaza el lote.

"m" (minúscula): Límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general, un valor igual o menor a "m", representa un producto aceptable y los valores superiores a "m" indican lotes rechazables en un plan de muestreo de 2 clases.

**"M"** (mayúscula): Los valores de recuentos microbianos superiores a "M" son inaceptables, el alimento representa un riesgo para la salud.

El intervalo de temperaturas en el que crecen los microorganismos es muy amplio: de  $-34^{\circ}\text{C}$  a  $>90^{\circ}\text{C}$ . En función de esto se encuadra a los microorganismos en tres grupos:

- a) Los que crecen bien a  $7^{\circ}\text{C}$  o por debajo de esta temperatura, cuya temperatura: psicrótofos.
- b) Los que crecen entre  $20 - 30^{\circ}\text{C}$ , con una temperatura óptima de crecimiento, está entre  $30 - 40^{\circ}\text{C}$ : Mesófilos
- c) Los que crecen por encima de los  $45^{\circ}\text{C}$ : Termófilos.

### 3.10. Métodos de Evaluación Sensorial

Según **LARMOND E. (1997)**, el análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que se utilizan jueces que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios, y de muchos otros materiales. No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o remplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos. El análisis sensorial es aplicable en muchos sectores, tales como desarrollo y mejoramiento de productos, control de calidad, estudio sobre almacenamiento y desarrollo de procesos.

Según **ANZALDUA MORALES (1994)**, si se desea obtener resultados confiables y validos en los estudios sensoriales, el panel debe ser tratado como un instrumento científico, utilizando diseños experimentales, métodos de prueba y análisis estadísticos apropiados.

#### 3.10.1. Pruebas Afectivas

Son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro. Por lo general se realizan con paneles inexpertos o con solamente consumidores. Entre las pruebas afectivas

se encuentran las de preferencia, medición del grado de satisfacción y las de aceptación. **UREÑA PERALTA (1999)**

### **3.10.2. Pruebas Discriminativas**

No se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento, se busca establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras, y en algunos casos, la magnitud o importancia de esa diferencia. Las pruebas discriminativas más usadas son las pruebas de comparación apareada simple, triangular, dúo-trío, comparaciones múltiples y de ordenamiento. **UREÑA PERALTA (1999)**

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Lugar de Ejecución del Trabajo

Los experimentos se realizaron en los laboratorios de Análisis y Composición de los Alimentos y Laboratorio de Investigación de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, entre los meses de Agosto 2012 a Enero 2013.

### 4.2. Materia Prima e Insumos

Como materia prima se utilizó los siguientes ingredientes:

Plátano verde Variedad inguiri (*Musa paradisiaca L.*) procedente del distrito de Cacatachi provincia de San Martín Departamento de San Martín, más conocido como el plátano verde común debido a que es el más consumido por la población por el menor precio que posee y el que se encuentra en mayor cantidad en los mercados, bodegas, etc, el estado verde de la materia prima es fundamental para este tipo de bebida ya que al combinarse con la leche fresca se obtiene un sabor agradable y característico.

Leche fresca procedente del distrito de Cuñumbuque perteneciente a la provincia de Lamas Departamento de San Martín. La leche posee comúnmente un color blanco amarillento, pero cuando se le ha adicionado agua o se ha descremado, el color es blanco azulado. La intensidad del color se debe al mayor o menor contenido de grasa, caseína (proteína de la leche), carotenos (colorantes que se encuentran en la yerba verde). En la leche pueden observarse coloraciones accidentales, tales como: una coloración rosa debido a la presencia de sangre y otras debido a la contaminación de microorganismos, el olor es característico del alimento predominante que se da a las vacas, este olor se aprecia en la leche recién ordeñada.

Normalmente la leche tiene un sabor dulce que depende fundamentalmente de la lactosa o azúcar de la leche. La leche debe ser de consistencia líquida, pegajosa y ligeramente viscosa. La densidad normal de la leche es de 1.028 a 1.033 g/cm<sup>3</sup>.

La leche es de característica cercana a la neutralidad su pH puede variar entre 6.5 y 6.65 valores distintos de pH se producen por deficiente estado sanitario de la glándula mamaria, por la cantidad de CO<sub>2</sub> disuelto, por el desarrollo de microorganismos que desdoblan o convierten la lactosa en ácido láctico o por acción de microorganismos alcalinizantes.

La leche fresca tiene una acidez de 14 – 16 °Dornic (0.14% - 0.16% de ácido láctico).

Agua tratada, Agua de bebida proviene del abastecimiento público, tratada a través de un sistema de filtración para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano, que se comercializa envasada en cilindros de plástico o envases de 20 litros de capacidad adecuados que cumplan con las exigencias reglamentarias del código alimentario.

Es de consumo directo e inmediato, no necesita ser sometido a cocción para consumirlo, dirigido a todo grupo de consumidores.

El empaque de presentación externo en cilindro de polietileno color celeste claro, espesor mínimo de 4.0 milésimas de pulgadas, capacidad para 20 litros.

Azúcar, es un edulcorante de origen natural, sólido, cristalizado, constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa, obtenidos a partir de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) o de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L) mediante procedimientos industriales apropiados, debe estar libre de olores extraños, típicamente dulce, libre de sabores extraños.

### **4.3. Equipos, Materiales y Reactivos**

#### **4.3.1. Equipos y Materiales**

- **Denominación del equipo:** Liofilizador marca LABBCONCO.

**Requerimientos Técnicos**

**Características Generales**

Estilo Consola

Capacidad de Sujeción 4.5 L

Temperatura mínima: Valorar -84 Grados C°.

Material de la bobina de colector, Acero inoxidable recubiertas de PTFE.

Cámara de secado 8 puertos, desmontable.

Válvula de purga: No Incluido

Voltaje 220

Características Bobina de colector vertical acero inoxidable recubiertas de PTFE con 4.5 litros capacidad de retención. Exterior de acero inoxidable cepillado y acero polvo-revestida con acentos azules, Pantalla LCD que muestra los parámetros de funcionamiento del sistema, Configurar parámetros y mensajes de alarma, Interruptor de puesta en marcha automática para coleccionista enfriar y vacío tire hacia abajo con los interruptores de control Manual, Retráctil, Línea de drenaje colector 9 ", Interruptor de alimentación y enchufe eléctrico montado atrás (para conexión de bomba de vacío), Condujo al vacío y temperatura "Olas" para la exhibición de vacío sistema relativa y temperatura del colector, Válvula de Control de vacío, Válvula de vacío Break, Montado atrás Puerto R2-232.

Incluye Cámara de secado, (8) puertos, 3/4 "Conexión Od de vacío, 3 pies de manguera ID 3/4 "y las abrazaderas (2)

- **Denominación del equipo:** Licuadora marca OSTER.

#### **Requerimientos Técnicos**

##### **Características Generales**

Color Cromado

Capacidad: 1,25 lt ( 5 tazas)

Material de la jarra: vidrio refractario

Base de metal cromado

Cuchilla picahielos de acero inoxidable

Control giratorio de 3 velocidades

Sistema de impulsión totalmente metálico All-Metal Drive

Tapa hermética con copa medidora

Fácil de limpiar y excelente estabilidad

**Dimensiones (aprox.):**

- Ancho: 22,10 cm
- Altura: 33,50 cm
- Profundidad: 19,10 cm

**Requerimiento de energía.**

220 VAC / 60 Hz. Con cable de poder con toma a tierra

Potencia del motor: 600 W

- **Denominación del equipo:** Cocina eléctrica marca HENKEL.

**Requerimientos Técnicos**

**Características Generales**

Equipo rectangular de (1) hornilla.

Hornilla construida íntegramente en lámina de acero inoxidable AISI  
Hornilla de plancha circular de 180 MM. Ø aproximadamente de  
1 000 Watts de calentamiento lento con terminales para block de  
conexión de loza.

Llave individual de regulación de calor con tres posiciones alto,  
medio y bajo. (T° min – 100 C° y T° máx. – 450 C°)

Consumo mín. de 1 000 Watts /hora y máx. de 2 500 Watts/ hora.

**Requerimiento de energía.**

Conexión eléctrica para 220 V y 60 HZ. Con cable incorporado  
flexible vulcanizado tipo blindado y enchufe de (03) espigas  
monofásico con línea a tierra.

- **Refractómetro de 60 % brix.**

DR101- 60 OE. Es un refractómetro digital portátil compacto que  
elimina los errores de lectura del usuario del refractómetro portátil  
manual.

Rango de medición: 0 – 30 %Brix.

Medición de temperatura: 0 – 40 °C

Precisión de temperatura: ± 0,5 °C

Dimensiones en cm: 11x 6,2x 3,2

Peso: 160 gramos.

Diseñado especialmente para realizar controles de calidad y de procesos rápidos y sencillos, dispone de un amplio intervalo de medición para la escala del índice de refracción y de azúcar. Por eso, DR101-60- OE se ha convertido en el sustituto de varios dispositivos anteriores. En la industria vinícola existe un modelo especial con la escala Oechsle en lugar de la escala de azúcar. Estos aparatos apenas requieren mantenimiento y se calibran fácilmente con agua destilada. La pila de 1,5 V permite realizar más de 1.000 mediciones.

- Balanza analítica digital Denver Instrument Company, AA 200, capacidad 210 g, exactitud 0.1 mg. USA.
- Mufla Thermolyne 1500 Furnace, Temperatura máxima 1200 °C, 2240 watts, USA.
- **Denominación del equipo:** Esterilizadora de calor seco digital.

#### **Requerimientos Técnicos.**

##### **Características Generales.**

Capacidad de cámara de 80 litros

Cámara fabricado en acero inoxidable

Sistema mecánico de cierre de puerta.

Con circulación de aire forzado.

Pantalla digital para la visualización de temperatura, tiempo.

Rango de programación de la temperatura: desde la temperatura ambiente hasta 105 °C.

Desviación o variación de la temperatura en la cámara, menor o igual a  $\pm 1^\circ \text{C}$ .

Temporizador de 0 a 20 horas (o más).

Con sistema de protección contra sobre temperatura

##### **Accesorios:**

Dos (04) bandejas de acero inoxidable.

##### **Requerimientos de energía:**

220 VAC / 60 Hz. Con cable de poder con toma a tierra.

- **Denominación del equipo:** Congeladora vertical Marca Samsung

#### **Requerimientos Técnicos.**

#### **Características Generales.**

Clasificación energética A++

Tipo de congeladores Verticales

Dimensiones (anchoxaltoxfondo): 59,5 x 180 x 68,9 cm

Capacidad del congelador 277 litros

Nivel sonoro 41 db.

Temperatura mínima de congelación: -35 °C.

#### **Requerimientos de energía:**

220 VAC / 60 Hz. Con cable de poder con toma a tierra.

- Selladora eléctrica manual marca IMPULSER SEALER de 220 V.
- Matraz de vidrio cap 150 ml, 250 ml, 500 ml
- Vaso de precipitado cap 250 ml
- Ollas de acero inoxidable cap 2 Lt
- Cucharas y cuchillos de acero inoxidable.
- Jarra de 1000 ml.
- Tazón y juego de cucharones de acero inoxidable.
- Colador.
- Papel de aluminio (para el producto final).
- Pinza de acero inoxidable.
- Placas Petri.
- Campana desecadora de humedad.

#### **4.3.2. Reactivos**

- Solución de Hidróxido de Sodio (NaOH, 0.1 N).
- Ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- Éter de petróleo

#### **4.4. Determinaciones Físico- Químicas**

##### **4.4.1. De la Materia Prima**

Se realizaron los análisis físicos químicos del plátano verde de la variedad "inguiri" (*Musa paradisiaca L.*) como principal materia prima de este producto.

#### 4.4.1.1. Determinación de Rendimiento del Plátano

Se realizó en la materia prima representativa como es el plátano verde de la variedad inguiri (*Musa paradisiaca L.*), mediante el balance de materia teniendo en cuenta el peso de la cáscara, en base a 1 racimo de plátano verde, compuesto por 8 gajos, y cada gajo compuesto por 8 unidades promedio, correspondiente a 140 g el peso aproximado de cada unidad, presentado el color de cascara verde y pulpa crema con 20 - 22 cm de largo y 3 – 3.5 cm de diámetro.

#### 4.4.1.2. Análisis físico- químico

En la materia prima plátano verde variedad inguiri (*Musa paradisiaca L.*) se determinaron el porcentaje de proteína, pH, fibra, humedad, cenizas, grasa total, potasio (K) y carbohidratos, utilizando los siguientes métodos.

- **Proteínas totales:** Se utilizó el método kjeldahl.

El método se basa en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado, formándose sulfato de amonio que en exceso de hidróxido de sodio libera amoníaco, el que se destila recibiendo en:

- a) Ácido sulfúrico donde se forma sulfato de amonio y el exceso de ácido es valorado con hidróxido de sodio en presencia de rojo de metilo, o
- b) Ácido bórico formándose borato de amonio el que se valora con ácido clorhídrico.

En la mezcla de digestión se incluye sulfato sódico para aumentar el punto de ebullición y un catalizador para acelerar la reacción, tal como sulfato de cobre. El amoniaco en el destilado se retiene o bien por un ácido normalizado y se valora por retroceso, o en ácido bórico y valora directamente. El método Kjeldahl no determina, sin

embargo, todas las formas de nitrógeno a menos que se modifiquen adecuadamente; esto incluye nitratos y nitritos. **PEARSON (1993).**

Para convertir el nitrógeno a proteína se emplea el factor de conversión de 5.85

- **Fibra:** *Se realizó por el método Henneberg mediante hidrólisis Acido- Alcalina.*

Pese aproximación de 2 a 3 gramos de la muestra desengrasada y seca. Colóquela en el matraz y adicione 200ml de la solución de ácido sulfúrico en ebullición.

Coloque el condensador y lleve a ebullición en un minuto; de ser necesario adiciónale antiespumante. Déjelo hervir exactamente por 30 min, manteniendo constante el volumen con agua destilada y moviendo periódicamente el matraz para remover las partículas adheridas a las paredes.

Instale el embudo Buchner con el papel filtro y precaliéntelo con agua hirviendo. Simultáneamente y al término del tiempo de ebullición, retire el matraz, déjelo reposar por un minuto y filtre cuidadosamente usando succión; la filtración se debe realizar en menos de 10 min. Lave el papel filtro con agua hirviendo.

Transfiera el residuo al matraz con ayuda de una pizeta conteniendo 200ml de solución de NaOH en ebullición y deje hervir por 30 min como en paso.

Precaliente el crisol de filtración con agua hirviendo y filtre cuidadosamente después de dejar reposar el hidrolizado por 1 min.

Lave el residuo con agua hirviendo, con la solución de HCl y nuevamente con agua hirviendo, para terminar con tres lavados con éter de petróleo. Coloque el crisol en el horno a 105°C por 12 horas y enfríe en desecador.



Pese rápidamente los crisoles con el residuo (no los manipule) y colóquelos en la mufla a 550°C por 3 horas, déjelos enfriar en un desecador y péselos nuevamente.

- **Humedad:** *Por el método de secado en estufa a 105 °C hasta peso constante.*

La determinación de secado en estufa a 105 °C, se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. Para esto se requiere que la muestra sea térmicamente estable y que no contenga una cantidad significativa de compuestos volátiles. El principio operacional del método de determinación de humedad utilizando estufa y balanza analítica, incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra. **NOLLET (1996).**

- **Cenizas:** *Por incineración de la muestra en mufla a 550 °C por 24 horas.*

La determinación en seco es el método más común para cuantificar la totalidad de minerales en alimentos y se basa en la descomposición de la materia orgánica quedando solamente materia inorgánica en la muestra, es eficiente ya que determina tanto cenizas solubles en agua, insolubles y solubles en medio ácido. En este método toda la materia orgánica se oxida en ausencia de flama a una temperatura que fluctúa entre los 550 -600°C; el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como ceniza. **NOLLET (1996).**

Pesar de 3 a 5 g de muestra en el crisol (la muestra no debe sobrepasar la mitad del crisol) previamente pesado. Calcinar la muestra, primeramente con un mechero en la campana hasta que no se desprendan humos y posteriormente meter a la mufla 2 hrs.

cuidando que la temperatura no pase de 550°C. Repetir la operación anterior si es necesario, hasta conseguir unas cenizas blancas o ligeramente grises, homogéneas. Enfriar en desecador y pesar.

- **Grasa total:** *Se realizó por el método Soxhlet empleando éter de petróleo como solvente.*

Colocar a peso constante un matraz bola de fondo plano con perlas o piedras de ebullición en la estufa a 100°C, aproximadamente 2 hrs. Pesar de 4 a 5 g de muestra sobre un papel, enrollarlo y colocarlo en un cartucho de celulosa, tapar con un algodón (No apretar el algodón contra la muestra) y colocar el cartucho en el extractor. Conectar el matraz al extractor, en el que se debe encontrar el cartucho con la muestra, y posteriormente conectar éste al refrigerante. (No poner grasa en las juntas). Agregar dos cargas del solvente (generalmente éter etílico) por el refrigerante y calentar el matraz con parrilla a ebullición suave. Para verificar que se ha extraído toda la grasa, dejar caer una gota de la descarga sobre papel filtro, al evaporarse el disolvente no debe dejar residuo de grasa. Una vez extraída toda la grasa, quitar el cartucho con la muestra desengrasada, seguir calentando hasta la casi total eliminación del disolvente, recuperándolo antes de que se descargue. Quitar el matraz y secar el extracto en la estufa a 100°C por 30 min., enfriar y pesar. **NIELSEN (2003).**

- **Potasio:** *Se realizó por el método de Fotometría de Llama.*

Reactivos

- Ácido Clorhídrico concentrado.
- Solución estándar de Potasio: Para preparar solución stock (500 ppm), disuelva 0.477 g de Cloruro de Potasio y llévelo a 500 ml con agua destilada. Para preparar el estándar de trabajo (10 ppm), diluya 1:50.

- Aceite de oliva (puro)

#### Materiales y Equipo

- Crisoles de Sílice.
- Fotómetro de flama
- Mufla

#### Procedimiento

- Seque 2 g de muestra en un crisol de sílice a 100°C para eliminar la humedad. Adicione unas cuantas gotas de aceite de oliva y caliente sobre la flama hasta que deje de producir flama.
  - Calcine a 500°C en la mufla por 24 h, enfríe y adicione 2 ml de HCl concentrado para disolver el residuo.
  - Llévelo a 100 ml con agua destilada, tome 1 ml de la solución y haga una nueva dilución a 100 ml con agua destilada.
  - Ajuste el fotómetro de flama para que de una lectura de 100 con el estándar de 10 ppm y lea la solución muestra.
  - Si la lectura no se encuentra entre 50 y 100 haga una dilución al momento para dar una lectura apropiada.
- **Carbohidratos:** Por diferencia de peso.
  - **Índice de refracción:**  
Colocar una o dos gotas de la solución en el prisma del refractómetro de campo, adecuadamente calibrado. Cierre la tapa, suavemente, la muestra debe cubrir completamente la superficie del prisma. Mirar la escala a través de la "mirilla". Leer en la escala, en la intersección de los campos. En caso de que la separación de los campos no sea clara, ajustar moviendo la base del objetivo. Eliminar la muestra del prisma, utilizando un papel suave húmedo. A.O.A.C (1995).  
Los refractómetros ATC-1 y N10 solamente se calibran a 0%, colocando unas gotas de agua destilada en el prisma. Si la separación de los campos no marca 0%, en la escala,

Ajustar girando el tornillo que se encuentra en la parte superior de la base del prisma.

- **pH:**

Se determinó con un potenciómetro Schott modelo CG – 840 B, por el método de la A.O.A.C (1995)

#### **4.5. Metodología Experimental**

La metodología seguida para los fines del presente estudio fue el experimental, mediante los ensayos preliminares y ensayos definitivos que se realizaron.

##### **4.5.1. Ensayos Preliminares Realizados**

Se investigó a nivel de laboratorio el proceso para la elaboración de una bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde, leche y azúcar, del mismo modo se ensayó otra bebida a base de harina de plátano verde con leche y azúcar.

Para la elaboración de ambas bebidas, se tomaron como base fórmulas pre- establecidas a nivel de laboratorio, producto de varias pruebas.

Los ingredientes de las formulaciones referenciadas (pulpa y/o harina de plátano verde, leche fresca, azúcar y agua), fueron modificados cuantitativamente en sus proporciones, eso implicó la necesidad del ensayo de seis (06) formulaciones, 3 formulaciones a base de pulpa fresca de plátano denominadas: F1 con las siguientes medidas y parámetros (pulpa de plátano verde = 13.53%, azúcar = 18.15%, agua = 13.66%, leche fresca = 54.66%; Pliof = 0.045 mbar, Tcong = -20 °C, tliof = 20 h), F2 con las siguientes medidas y parámetros (pulpa de plátano verde = 11.11%, azúcar = 13.66%, agua = 37.61%, leche fresca = 37.61%; Pliof = 0.120 mbar, Tcong = -25 °C, tliof = 10 h), F3 con las siguientes medidas y parámetros (pulpa de plátano verde = 9.09%, azúcar = 13.73%, agua = 38.59%, leche fresca = 38.59%; Pliof = 0.200 mbar, Tcong = -32 °C, tliof = 30 h); 3 formulaciones a base de harina de plátano denominadas: F1 con las siguientes medidas y

parámetros (harina de plátano = 9.08%, azúcar = 12.63%, agua = 15.70%, leche fresca = 62.59%; Pliof = 0.045 mbar, Tcong = -20 °C, tliof = 20 h), F2 con las siguientes medidas y parámetros (harina de plátano = 9.10%, azúcar = 13.78%, agua = 15.42%, leche fresca = 61.70%; Pliof = 0.120 mbar, Tcong = -25 °C, tliof = 10 h), F3 con las siguientes medidas y parámetros (harina de plátano = 6.66%, azúcar = 13.82%, agua = 15.98%, leche fresca = 63.54%; Pliof = 0.200 mbar, Tcong = -32 °C, tliof = 30 h) de las cuales se seleccionaron los más aceptables, mediante una evaluación organoléptica por un grupo de panelistas no entrenados.

#### **4.5.2. Ensayos Definitivos**

##### **4.5.2.1. Elaboración de la bebida instantánea liofilizada (panetela) a base de plátano verde y leche.**

La secuencia de operaciones para la elaboración de la bebida en mención puede verse en la figura N° 04.

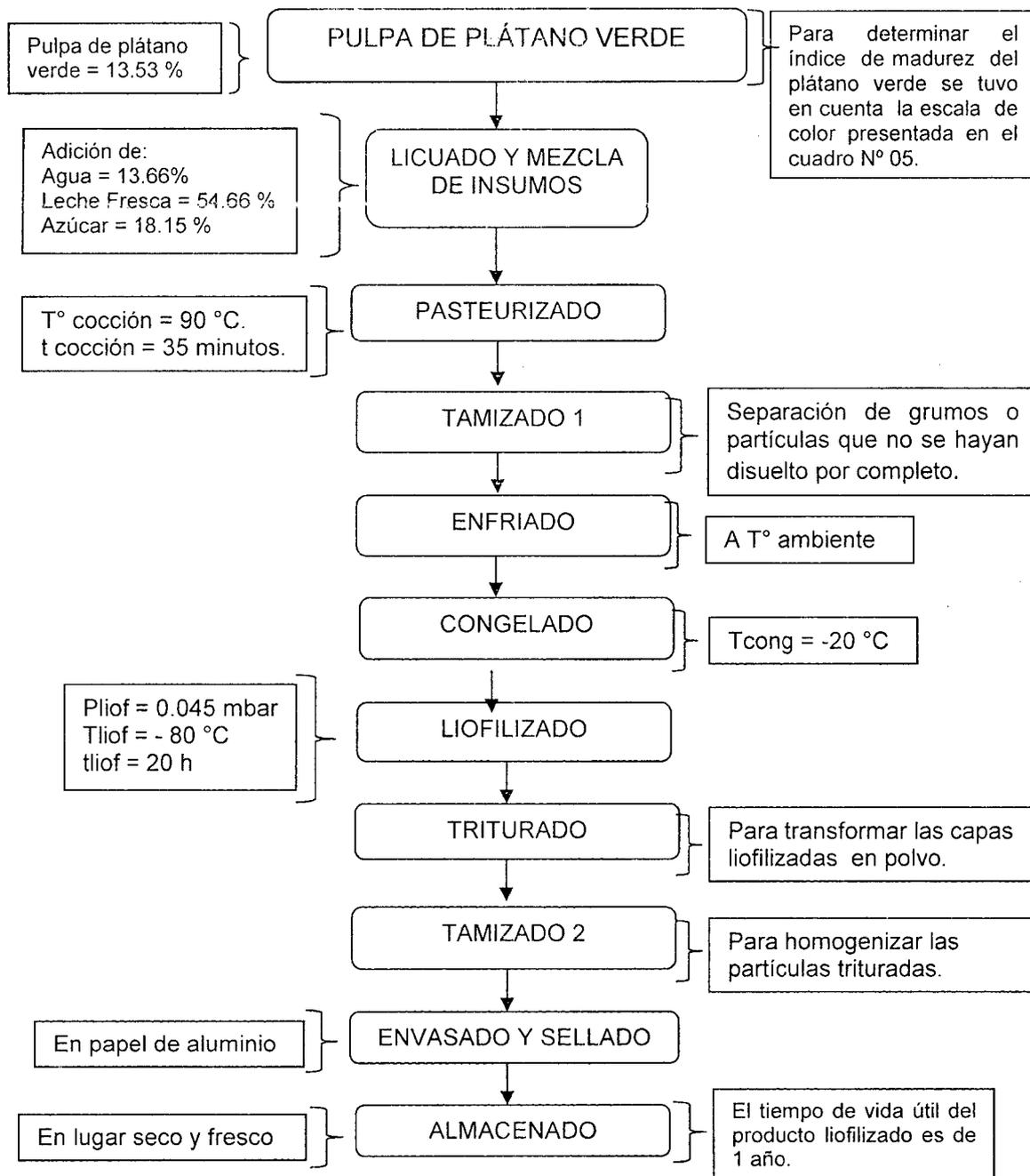


Figura N° 04: Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida instantánea liofilizada con pulpa fresca de plátano verde con leche y azúcar.

Surge la idea de elaborar una bebida instantánea liofilizada a base de harina de plátano verde con leche y azúcar como producto alternativo al público consumidor, con posibilidad de elegir acorde a su preferencia, siguiendo el mismo procedimiento en el diagrama de flujo N° 04 para la pulpa de plátano.

#### 4.5.2.2. Descripción de Operaciones

- 1) Recepción de la Materia Prima: Se recibió el plátano verde variedad inguiri (*Musa paradisiaca L.*) en una zona de almacenamiento acondicionado para proceder a su elaboración.
- 2) Selección y Clasificación: Esta operación se realizó en forma manual separándose todo producto que presente grados de maduración diferentes al establecido (plátano verde), defectos que impidan su procesamiento tales como roturas o daños por bacterias, hongos, y todas aquellas unidades magulladas.
- 3) Lavado y Pelado: El lavado se realizó por inmersión en agua con el fin de eliminar todo material extraño como tierra, insectos, pelos, etc.
- 4) El pelado se realizó en forma manual con la ayuda de un cuchillo cortando las puntas de ambos extremos y un corte a lo largo del plátano con la finalidad de separar la cáscara de la pulpa.
- 5) Cortado: Después de quitar la cáscara nos quedamos con la pulpa la cual con la ayuda de un cuchillo cortamos en rodajas para facilitar el licuado.
- 6) Licuado y Mezcla de Insumos: En este proceso mezclamos todos los ingredientes (plátano verde, azúcar, agua y leche fresca) y licuamos por aproximadamente 3 minutos hasta conseguir una mezcla homogénea.
- 7) Cocción: Se realizó en una olla de acero inoxidable a una  $T = 90^{\circ}\text{C}$  por un tiempo de 35 min después de la

ebullición, tiempo necesario para la cocción completa de la bebida.

- 8) Colado 1: Después de la cocción y aun estando la bebida caliente colamos para separar los grumos o partículas que no se hayan disuelto por completo.
- 9) Enfriado: La mezcla ya colada se dejó enfriar a temperatura ambiente por 1 hora aproximadamente en un envase de acero inoxidable, este tiempo dependerá de la cantidad de muestra que se prepare.
- 10) Congelado: El congelado se realiza de un día para otro, el producto ya enfriado se procede a colocar en los envases del liofilizador en forma horizontal alrededor de las paredes de los envases para facilitar el proceso del liofilizado, a Temperatura de congelación =  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , por un tiempo de 20 horas, de preferencia y para mejores resultados se dejó toda la noche en congelación para así evitar cualquier tipo de interrupción durante el congelamiento de la muestra por inseguridad de que el producto se encuentre en completo estado de congelación ya que este proceso es de mucha importancia para obtener un buen producto liofilizado.
- 11) Liofilizado: El liofilizado se realizó al siguiente día de la congelación, las muestras ya congeladas se colocan en el equipo liofilizador de inmediato para evitar el descongelamiento de las muestras procediendo a liofilizar a una Presión =  $0.045\text{ mbar}$ , por un tiempo =  $20\text{ h}$  con una temperatura de liofilización  $T^{\circ}\text{liof} = -80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , parámetros adecuados para la elaboración de esta bebida instantánea.

- 12) Triturado: Después de terminar el proceso de liofilizado se obtiene un producto seco con la misma forma y volumen que al inicio así que se procedió a triturar para convertirlo completamente en polvo para una buena disolución y de esta manera facilitar un mejor envasado y traslado del producto.
- 13) Colado 2: El Producto seco y triturado es cernido por una malla fina para separar las partículas grandes y obtener partículas del mismo tamaño ya que esto influye bastante al momento de la rehidratación evitando la formación de grumos y así obtener una completa disolución de la bebida al instante.
- 14) Envasado y Sellado: El producto ya cernido se envasó inmediatamente en bolsas de papel de aluminio sellándose al vacío para evitar cualquier tipo de contaminación y así mantener la calidad del producto.
- 15) Almacenado: El producto ya envasado y sellado se debe mantener en lugares frescos y secos durante su almacenamiento y distribución, el cual tiene una vida útil de 1 año.

#### **4.5.3. Controles Realizados del Producto Final**

La bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde con leche y azúcar se evaluó sensorialmente para encontrar la formulación ideal para este producto, además de los análisis físicos químicos y microbiológicos realizados.

**4.5.3.1. Análisis Sensorial:** La evaluación sensorial se realizó con la participación de un panel de control de 10 personas Semi entrenadas. Utilizando la prueba de ordenamiento y de preferencia para elegir la muestra más aceptada por los consumidores.

**4.5.3.2. Prueba de Ordenamiento:** Mediante esta prueba se evaluaron los atributos de calidad color, olor y sabor, de las 6 muestras (F1, F2, F3, F4, F5 y F6) empleando 10 jueces Semi entrenados y la escala de calificación fue de 1 – 6 (mejor muestra – peor muestra) según el formato que se muestra en el **Anexo N° 01**. Para establecer la mejor muestra para la bebida instantánea como resultado, fueron sometidos a análisis de varianza (ANVA) **ver Anexo N° 03** y prueba de tukey a un nivel de significación de 5%.**ver Anexo N° 04.**

**4.5.3.3. Prueba de Preferencia:** Las 3 fórmulas seleccionadas fueron evaluadas en cuanto al grado de preferencia empleando 10 jueces Semi entrenados y la escala de calificación de 1 – 3 de mayor a menor preferencia respectivamente según el formato que se muestra en el **Anexo N° 05**. Para determinar la fórmula ideal de la bebida con mayor preferencia, los resultados fueron sometidos a ANVA y prueba de Tukey a un nivel de significancia de un 5%.

**4.5.3.4. Análisis Físico – Químico:** Al igual que la materia prima, se realizó la evaluación físico-química de la bebida instantánea liofilizada determinando los siguientes componentes:

- Carbohidratos
- Proteínas
- Fibra
- Humedad
- Cenizas
- Grasa Total.

**4.5.3.5. Análisis Microbiológico**

La bebida instantánea liofilizada como producto final estuvo sujeta al control microbiológico para determinar la presencia de cualquier microorganismo indeseable que pueda alterar la calidad del producto realizándose de esta manera el análisis de Escherichia Coli, Bacillus cereus, Staphylococcus

Aureus (UFC/g), Aerobios Mesófilos (UFC/g), Salmonella sp (en 25 g), de acuerdo a lo establecidos para productos liofilizados. Según NTS N° 071 MINSA/ DIGESA-V.01 RM. N° 591-2008/ Minsa para productos deshidratados (Liofilizados, concentrados, mezclas) de uso instantáneo, que no requieren cocción.

#### 4.5.4. Diseño Estadístico Utilizado

Se usó el Diseño completamente aleatorizado con 3 tratamientos y 10 repeticiones para cada uno de los tratamientos.

Se diseñó 2 pruebas sensoriales utilizadas para describir objetivamente la calidad organoléptica, al igual que para poder obtener un nivel de calidad satisfactorio y constante realizado por el grupo de panelistas semi entrenados:

1.- En la primera prueba se evaluó comparativamente los atributos de calidad organoléptica de la bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde, leche y azúcar más o menos estandarizados, considerando la existencia de 3 tratamientos para un tipo de producto.

2.- En la segunda prueba se evaluó comparativamente los atributos de calidad organoléptica de la bebida instantánea liofilizada a base de harina de plátano, leche y azúcar, también más o menos estandarizados, considerando la existencia de 3 tratamientos para un tipo de producto.

A consecuencia de los 2 diseños, se han realizado diversos análisis de varianza entre los tratamientos, los mismos que indican si las discrepancias anotadas entre los tratamientos para ambas pruebas son significativas o se deben al azar.

Estos análisis se realizaron en base al puntaje emitido por los panelistas al evaluar el color, olor y sabor, por cada producto.

Del mismo modo con el objeto de lograr un análisis detallado de estos resultados, se hizo la prueba de amplitud límite de significación de Tukey.

En el anexo nº 02, se podrán observar las calificaciones de la evaluación sensorial por un grupo de panelistas Semi entrenados de las 2 bebidas instantáneas liofilizadas, considerando para tal propósito simbologías F1, F2, F3, F4, F5 y F6 respectivamente.

#### 4.5.5. Formulaciones Definitivas

Los procedimientos seguidos para la determinación de parámetros tecnológicos para la elaboración de la bebida instantánea fueron la presión de liofilización, la temperatura de congelación y el tiempo de liofilización, para lo cual se realizaron 3 formulaciones para cada materia prima con el fin de encontrar la fórmula que reúna todas las características necesarias para esta bebida y que sea de agrado al consumidor.

Cuadro Nº 07: Formulaciones Definitivas para la elaboración de la bebida instantánea a base de pulpa de plátano verde, leche y azúcar.

Materia Prima e Insumos (%)	Formulaciones		
	F1	F2	F3
	$P_{\text{liof}} = 0.045 \text{ mbar}$ $T_{\text{cong}} = -20^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{liof}} = 20 \text{ h}$	$P_{\text{liof}} = 0.120 \text{ mbar}$ $T_{\text{cong}} = -25^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{liof}} = 10 \text{ h}$	$P_{\text{liof}} = 0.200 \text{ mbar}$ $T_{\text{cong}} = -32^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{liof}} = 30 \text{ h}$
Materia prima	13.53	11.11	9.09
Azúcar	18.15	13.66	13.73
Agua	13.66	37.61	38.59
Leche fresca	54.66	37.61	38.59
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

De acuerdo al análisis sensorial realizado a los panelistas por la prueba de ordenamiento las que obtuvieron mayor aceptación en cuanto al color, olor y sabor, fueron las 3 formulaciones a base de pulpa de plátano verde (F1, F2 y F3).

## V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1. De La Materia Prima e Insumos

El estado de la materia prima al igual que los insumos es de fundamental importancia para elaborar un producto de calidad comprobada.

Siendo uno de los insumos más representativos dentro de la formulación para la bebida instantánea el plátano en estado verde, debe ser la variedad "inguiri"; con el 3% de sólidos solubles, 0.00832 % de acidez, pulpa de color blanco marfil, sabor poco astringente y con la cascara de color verde acentuado. Igualmente la leche, debe ser fresca con un pH de 6.6 y una acidez de 16 a 18 °D.

El azúcar, debe ser blanca refinada preferentemente con las siguientes características: apariencia- granulada, color blanco, olor incoloro, sabor dulce, textura dura granulada, no debe presentar impurezas.

El agua tratada debe ser fresca y limpia, no tener olor ni sabor más que el peculiar, no contener materia orgánica ni en suspensión ni en disolución.

### 5.2. Controles Realizados en la Materia Prima e Insumos

#### 5.2.1. Análisis Físico- Químico

##### 5.2.1.1. Del Plátano

En el cuadro N° 08, se muestra los resultados de los análisis físico químicos realizados al plátano en estado verde de la variedad inguiri (*Musa paradisiaca L.*) por ser la variedad más consumida y de mayor accesibilidad para la población por el menor valor económico que este posee..

Cuadro N° 08: Composición Química del plátano verde variedad "inguri" (*Musa paradisiaca* L.)

Componentes	Resultado
Energía (Kcal/100 g)	129.00
Carbohidratos (%)	27.68
Proteínas (%)	2.42
Potasio (%)	0.4
Fibra (%)	9.52
Humedad (%)	58.34
Cenizas (%)	1.09
Grasa total (%)	0.95
Sólidos solubles (%)	3.00

Fuente: Laboratorio de Análisis y Composición de Alimentos (ANACOMPA).

- De acuerdo al análisis físico químico realizado al plátano verde variedad inguri obtuvimos el valor calórico de este producto 129 kcal/100g a diferencia según **Agapito 2010** considera 152 kcal/100g, esta diferencia posiblemente es por la variedad de plátano verde que éste autor considera.
- Con respecto a la cantidad de proteínas presentes en la variedad inguri se obtuvo 2.42 % y según **Agapito 2010** considera 4 g existiendo una notable diferencia, así como también en la cantidad de fibra, en la variedad inguri con 9.52 % y según **Agapito 2010** considera 0.8 g, con respecto a la humedad no existe mucha diferencia y demás componentes.
- Estas diferencias presentes entre la variedad inguri y las bibliografías revisadas se deben al tipo de variedad de cada plátano ya que a nivel nacional como mundial existen múltiples variedades de plátano tanto en estado verde para cocer y como fruta para ser consumido en forma directa.

- La diferencia de resultados que se observan en el proyecto de investigación sobre la composición química de la materia prima como plátano verde se debe a la variedad del plátano, ya que los autores revisados estudian al plátano verde en forma global a la especie *Musa paradisiaca* L. (considerados los plátanos verdes para el consumo en cocción que es el que se evaluó), y como *Musa cavendish* a todos los plátanos que se consumen directamente en su estado maduro.

#### 5.2.1.2. De la Leche

El análisis físico químico realizado a la leche fresca se muestra en el cuadro N° 09, siendo uno de los ingredientes muy indispensables e importantes en la elaboración de esta bebida instantánea.

Cuadro N° 09: Composición Química de la Leche Fresca, contenidos en 100 g de muestra analizada.

Componente	Leche de Vaca (g)
Humedad	88,0
Proteína	3,6
Grasa	3,0
Carbohidrato	4,9
Fibra	0,0
Cenizas	7,0

Fuente: Laboratorio de Análisis y Composición de Alimentos (ANACOMPA).

#### 5.2.1.3. Del Agua

Para la elaboración de la bebida instantánea se utilizó agua tratada realizándose el análisis físico químico el cual se observa en el cuadro N° 10.

El Agua de bebida, proveniente del abastecimiento público, tratada a través de un sistema de filtración, para convertirla en

un producto inocuo para consumo humano, que se comercializa envasada en cilindros de plásticos o envases de 20 L de capacidad adecuados, que cumplen con las exigencias reglamentarias del código alimentario.

Cuadro N° 10: Características Físico Químicas del Agua Tratada

Parámetros	Límite máximo permisible
Olor y sabor	Aceptable
Color (UCV escala Pt/Co)	15
Turbiedad (UNT)	5
pH	8.5

Fuente: Informe de ingeniería. "propuesta de plan de análisis de riesgos y peligros y puntos críticos de control en la planta de tratamiento de agua de la facultad de ingeniería agroindustrial de la universidad nacional de San Martín.

### 5.2.2. Cálculo del Rendimiento

En el cuadro N° 11 se puede observar el cálculo del rendimiento del plátano verde variedad inguiri de 1 racimo que por lo normal trae 8 gajos, y cada gajo compuesto por 8 unidades promedio.

Cuadro N° 11: Cálculo del Rendimiento del Plátano Verde variedad inguiri en base a 1 racimo (8 gajos y cada gajo de 8 Unidades.)

Materia Prima	Cantidad	
	Peso (kg)	%
Plátano verde (1 racimo )	10.0	100
Cáscara y tallo	2.90	29
Pulpa neta	7.10	71

- Como se puede observar en el Cuadro N° 11, el rendimiento obtenido como pulpa neta fue determinada en 71% para el plátano verde variedad inguiri (*Musa paradisiaca L*).

### 5.3. Del Producto Final

- El producto presenta un color blanco marfil de consistencia viscosa, elaborada a base de pulpa de plátano verde variedad inguiri, leche fresca, agua tratada y azúcar al gusto, homogenizada, congelada y desecada por liofilización.
- La formulación F1 compuesta por pulpa de plátano verde = 13.53 %, azúcar = 18.15 %, agua = 13.66 %, y leche fresca = 54.66 %, que corresponde a la dilución (1:6) siendo esta la que gustó más a los consumidores por las mejores características organolépticas que posee como un buen sabor, olor, y color del producto. Los resultados de ésta evaluación se pueden observar en el **Anexo N° 06**.
- De lo que se puede destacar que la formulación F1, obtuvo una calificación de 1.2 puntos como primer puesto, atribuida a una mejor presentación y preferencia por los panelistas al término de la evaluación de cada uno de los atributos de calidad de la bebida instantánea.

#### 5.3.1. Análisis físico químico

En el cuadro N° 12 se muestran los resultados del análisis físico químico de la bebida instantánea a base de plátano verde variedad inguiri (*Musa paradisiaca L.*) con leche y azúcar, correspondiente a la formulación N° 01; por haber calificado con una puntuación de 1.2 puntos considerándose el primer puesto en preferencia.

Cuadro N° 12: Análisis Físico - Químico de la bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde con leche y azúcar.

COMPONENTES	(%)
Humedad	3.0
Ceniza	1.63
Fibra	0.29
Proteína	4.71
Potasio	0.3
Grasa	2.39
Carbohidratos	87.98

Fuente: Laboratorio de Análisis y Composición de Alimentos (ANACOMPA).

- Como se puede observar en el análisis físico químico de la bebida instantánea tiene un 87.98% en carbohidratos con un 4.71 % en proteínas.
- Además con un 0.29% de fibra indispensable para una buena digestión del alimento. La humedad del 3 % es un valor óptimo para la rehidratación de este tipo de producto ya que según las bibliografías revisadas la humedad necesaria de un producto liofilizado es 3% o menores según el tipo de producto, no menos importante con un 0.3 % de Potasio el mineral de mucha importancia por estar presente en el plátano, con importantes funciones a nivel del músculo y del sistema nervioso

### 5.3.2. Análisis Microbiológico

El análisis microbiológico se realizó con el fin de determinar la presencia de grupos y concentraciones de microorganismos que puedan dañar o alterar la calidad del producto. Los resultados pueden verse en el Cuadro N° 13:

Cuadro N° 13: Análisis microbiológico de la bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde con leche y azúcar, correspondiente a la fórmula N° 01.

DETERMINACIONES	PERMISIBLE	RESULTADO
Numeración E. Coli (UFC/g)	$10^2$	Ausencia/ 25 g
Numeración Mohos (UFC/g)	$10^2$	< 2
Staphylococcus Aureus (UFC/g)	$10^2$	Ausencia/ 25 g
Bacillus cereus (UFC/g)	$10^3$	Ausencia/ 25 g
Salmonella sp en 25g	---	Ausencia/ 25 g

Fuente: Laboratorio de Referencia Regional- Dirección Regional de Salud- San Martín (2013)

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis microbiológico del producto final se puede observar que el producto está dentro de los límites permisibles aceptables para su consumo de acuerdo a la **NTS N° 071 MINSA/ DIGESA-V.01 RM. N° 591-2008/ Minsa** para productos deshidratados (Liofilizados, concentrados, mezclas) de uso instantáneo, que no requieren cocción.

### 5.3.3. Preparación del Producto

Para consumir la bebida liofilizada en forma instantánea se procede de la siguiente manera con las respectivas medidas para su preparación: 6 cucharaditas pequeñas equivalente a 42 gramos en 200 ml de agua hervida, mezclar hasta homogenizar la bebida y servir.

## VI. CONCLUSIONES

- Para la elaboración de la bebida instantánea liofilizada, se seleccionó la variedad inguiri (*Musa paradisiaca L.*) en estado verde por ser la variedad que cumple con las exigencias del producto y preferencia del público consumidor.
- La elaboración de la bebida instantánea liofilizada, exige, que el plátano debe estar en estado verde, libre de daños fitosanitarios, daños mecánicos y físicos, libre de infección microbiana y de impurezas.
- El plátano verde, variedad inguiri, como materia prima base para la bebida instantánea, tiene un rendimiento en pulpa aprovechable del 71.43 % y pérdida en cáscara de 28.57% respectivamente.
- Los parámetros tecnológicos para la obtención de la bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde variedad inguiri con leche y azúcar son temperatura de congelación (-20°C) presión de liofilización (0.045 mbar) y el tiempo de liofilización (20 horas), destacando que los mismos son de exclusividad para este producto.
- La bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde variedad inguiri con leche y azúcar presenta un 3 % de humedad, 4.71 % de proteínas, 0.3% de potasio, 87.98 % de carbohidratos, 0.29 % de fibra, 2.39 % de grasa y 1.3 % de cenizas, notándose un incremento del valor nutricional de esta bebida.
- Según los resultados de los análisis físico- químicos y microbiológicos se puede confirmar que el producto es confiable y de buena calidad para el consumo humano. Por tanto se puede afirmar que son factibles de ser industrializados y comercializados.
- Es factible conservar ésta bebida instantánea a base de plátano verde con leche y azúcar mediante el secado por liofilización debido a que conservan sus propiedades organolépticas simulando la frescura del producto, confiriendo de esta forma un gran valor agregado a éste alimento.

- Los análisis de varianza y la prueba de tuckey de las evaluaciones sensoriales de la bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde, leche y azúcar, demuestran que para un nivel de significancia del 5% existe diferencia significativa de preferencia entre las formulaciones y por tipo de materia prima base, siendo este en el orden siguiente: F1, F2, F3 de mayor a menor preferencia.
- Según los resultados microbiológicos y la vida en anaquel del producto se puede afirmar que la vida útil de la bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde, leche y azúcar es de 1 año.

## VII. RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos en el presente trabajo, se recomienda lo siguiente:

- Incentivar la industrialización del plátano en sus diferentes presentaciones debido a la diversidad de variedades que existen en la selva y la gran aceptación y consumo diario por la población.
- Estudiar la posibilidad de enriquecimiento de este producto con otros nutrientes y diferentes sabores (chocolate, vainilla, etc) para incrementar el valor nutricional y propiedades organolépticas dada la gran demanda que posee por el público consumidor.
- Mantener las formulaciones establecidas por cada materia prima base empleada, para obtener productos estandarizados y uniformes en cuanto a sus atributos de calidad.
- Considerar opciones alternativas de combinación de secado con la liofilización y conservación para la elaboración de este producto con la finalidad de reducir costos, debido a que la liofilización es un método muy caro pero muy bueno para la conservación de los alimentos.
- Motivar la inversión de las industrias para realizar estudios de pre- factibilidad para la instalación de una unidad productiva procesadora de bebida instantánea liofilizada a base de plátano en nuestra región.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- AGAPITO FRANCIA, TEODORO (2010). Tabla de Composición Química de los Alimentos. Editorial Isabel.
- ARISTIZABAL, J.J; RUIZ, L.A. (1989), "Plátano verde pelado empacado al vacío "Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.70p
- BALLENA CHUMIOQUE, PEDRO. (1998). Métodos Estadísticos.
- BANFI, E Y QUATTROCCHI, U (1997). Guía de Plantas Tropicales Silvestres. Barcelona –Grijalbo, [En línea]: consultado el 15 de agosto del 2013, disponible en: (<http://www.botanical-online.com/platanos.htm>).
- BARRETO B, H F. (1966). Liofilización un método de secado para alimentos, Lima – Perú. [En línea]: consultado el 10 de octubre del 2013, disponible en: (<http://books.google.com>).
- BARRIE, W. R. BUCK, V. Members, N. J. TURLAND, Secretary of the Editorial Committee: International Code of Botanical Nomenclature (Melbourne Code) adoptado por el Eighteenth International Botanical Congress Melbourne, Australia, julio de 2011. Publ. 2012. Regnum Vegetabile 154. A.R.G. Gantner Verlag KG. ISBN 978-3-87429-425-6, [En línea]: consultado el 15 de marzo del 2014, disponible en: <http://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php>
- CHEESMAN, E. E. (1948). «Classification of the Bananas. III. Critical Notes on Species. c. *Musa paradisiaca* L. and *Musa sapientum* L.». *Kew Bulletin*2 (3). pp. 145–153.
- HERNÁNDEZ J, MARTÍNEZ G. Y TREMONTA (2004). Manual Técnico para la Propagación de Musáceas. CENIAP/INIA. UNEFM, Facultad de Agronomía. Coro INIA/CIAE. Yaracuy - San Felipe. [En línea]: ([http://www.cadenahortofruticola.org/manual\\_tecnico\\_propagación.musaceas.pdf](http://www.cadenahortofruticola.org/manual_tecnico_propagación.musaceas.pdf)).

- FELLOWS, P. J. (2009). Food processing technology Principles and practice. Third edition. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- LOVATO y AGAPITO P.E.S (2010). Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Escuela Politécnica Nacional, [En línea]: (<http://es.scribd.com/>).
- MEDINA I., SUAREZ J. J., MARTINEZ J. L. (1994). "Aromas alimentarios (1 y 2), Alimentación , Equipos y Tecnología"
- NIELSEN S. (2003); Food Analysis Laboratory Manual; Kluwer Academic/Plenum. Publishers, Nueva York.
- NOLLET, L. M. L (1996).; Handbook of Food Analysis; M. Dekker, Nueva York.
- Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (NTS N° 071 MINSA/ DIGESA-V.01 RM. N° 591-2008/ Minsa). [En línea]: (<http://totalconsultingperu.com/file/higiene/criterios%20microbiologicos%20R.M.591-2008-MINSA.pdf>).
- Oficina de Estadística y Estudios Económicos Estadísticos - OEEE (2012). [En línea]: <http://www.minag.gob.pe/portal>.
- Organización de la Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas - Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT (2012). [En línea]: (<http://faostat.fao.org>).
- PARRA, C. A.; HERNANDEZ H. J.(2005). " Fisiología Postcosecha de Frutas y Hortalizas". Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- PARRY, R. T. (1995). "Envasado de los alimentos en atmósfera modificada". España: Ed. Madrid.
- PARZANESE, M. (1998). Tecnologías para la Industria Alimentaria. Liofilización de alimentos Ficha N° 3 Téc. Alimentos Argentinos – MinAgri Pág. 1 de 12. [En línea]: ([www.alimentosargentinos.gob.ar](http://www.alimentosargentinos.gob.ar)).
- PEARSON. D. (1993). Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos; Acribia, S.A. Zaragoza - España.

- SANCHEZ REYES C. (2011). "Cultivo y Producción de Plátanos" Ediciones Ripalme E.I.R.L. Lima-Perú.
- RAMÍREZ NAVAS, J. S. (2006). Liofilización, Estado del Arte. Universidad del Valle Programa Doctoral en Ingeniería. Ingeniería de Alimentos. Cali – Colombia. [On line]: ([www.ingenieriaquimica.net](http://www.ingenieriaquimica.net)).
- ROJAS V. y VIVANCO M.M (1991). Alimentación ¿Qué hacer?, Editado por Asociación Prodemu- convenio de cooperación recíproca PEHCBM/ PMA- PRODEMU, Tarapoto – Perú.
- UREÑA PERALTA M. O; D' ARRIGO; GIRON MOLINA O.(1999). Evaluación Sensorial de Alimentos. Aplicación Didáctica, Ed. Agraria , Lima- Perú
- VARGAS R. (2009). [En línea]: (<http://www.monografias.com/antecedentes-banano-platano>).

## IX. ANEXOS

### ANEXO N° 01: Formato de Evaluación Sensorial: Prueba de Ordenamiento

PRODUCTO: Bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde con leche y azúcar

NOMBRE: .....

FECHA: .....HORA: .....

#### INSTRUCCIONES:

A usted se le está presentando 6 muestras diferentes de una bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde con leche y azúcar. Observe de izquierda a derecha y evalúe cuidadosamente el color, olor y sabor de estas muestras y ordénelas de acuerdo a su agrado, considerando 1= la muestra que tiene mejor sabor, color y olor y 6 = la muestra que tiene peor sabor, color y olor.

Muestras:	891	123	359	256	673	465
Orden (color):	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Orden (olor):	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Orden (sabor):	_____	_____	_____	_____	_____	_____

#### OBSERVACIONES:

---



---



---

Muchas Gracias

**ANEXO N° 02: Resultados de la Prueba de Ordenamiento para la Bebida Instantánea Liofilizada a base de Plátano Verde con Leche y Azúcar.**

F1, F2 y F3 = Masa Fresca de Plátano Verde.

F4, F5 y F6 = Harina de Plátano Verde.

Cuadro N° 14: Prueba de Ordenamiento para la bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde con leche y azúcar con los Parámetros ( $P_{\text{liof}} = 0.045 \text{ mbar}$   
 $T_{\text{cong}} = -20^{\circ}\text{C}$   $t_{\text{liof}} = 20 \text{ h}$ )

Jueces	Sabor						Color						Olor					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	F6
1	1	2	3	6	5	4	1	2	3	5	4	6	1	2	3	4	5	6
2	1	2	3	6	5	4	2	1	4	5	3	6	1	2	4	3	6	5
3	2	1	3	6	5	4	2	1	4	5	3	6	1	2	4	3	6	5
4	1	2	3	5	4	6	1	2	4	6	3	5	2	1	3	4	6	5
5	1	2	3	6	5	4	1	2	3	4	5	6	2	1	3	4	5	6
6	1	2	3	6	5	4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	6	5
7	1	2	4	5	3	6	1	2	3	4	6	5	1	2	3	4	6	5
8	1	2	3	4	5	6	1	2	3	5	4	6	1	2	4	3	6	5
9	1	2	4	3	6	5	1	2	3	4	5	6	1	2	4	3	6	5
10	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>19</b>	<b>32</b>	<b>51</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>33</b>	<b>46</b>	<b>43</b>	<b>58</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>57</b>	<b>53</b>
<b>N° observ</b>	<b>10</b>																	
<b>Promedio</b>	<b>1.1</b>	<b>1.9</b>	<b>3.2</b>	<b>5.1</b>	<b>4.8</b>	<b>4.9</b>	<b>1.2</b>	<b>1.8</b>	<b>3.3</b>	<b>4.6</b>	<b>4.3</b>	<b>5.8</b>	<b>1.2</b>	<b>1.8</b>	<b>3.4</b>	<b>3.6</b>	<b>5.7</b>	<b>5.3</b>

Sabor:

$$TC = \frac{(11 + 19 + 32 + 51 + 48 + 49)^2}{60} = 735$$

$$SCT_{\text{tos}} = \frac{(11)^2 + (19)^2 + (32)^2 + (51)^2 + (48)^2 + (49)^2}{10} - 735 = 146.2$$

$$SC_{\text{total}} = (1)^2 + (1)^2 + (2)^2 + \dots + (6)^2 - 735 = 175$$

$$SC_{\text{error}} = 175 - 146.2 = 28.8$$

Cuadro N° 15: Análisis de Varianza (ANVA) para la bebida instantánea liofilizada a ( $P_{\text{liof}} = 0.045 \text{ mbar}$   $T_{\text{cong}} = -20^{\circ}\text{C}$   $t_{\text{liof}} = 20 \text{ h}$ ).

FUENTES DE VARIACION	SABOR					COLOR					OLOR				
	S.C	G. L	C.M	Fcal.	Ftab	S.C	G. L	C.M	Fcal.	Ftab	S.C	G. L	C.M	Fcal.	Ftab
Tratamientos (A)	146.2	5	29.24	30.46	2.53*	153.6	5	30.72	43.27	2.53*	162.8	5	32.56	79.41	2.53*
Error (AxB)	28.8	30	0.96			21.4	30	0.71			12.2	30	0.41		
Total	175.0	35				175.0	35				175	35			

$$5/3 = 2.53 \text{ (tabla F de Snedecor)}$$

Tukey

$$Sx = \sqrt{\frac{CM_{\text{error}}}{n^{\circ} \text{ observ}}} = \sqrt{\frac{0.96}{10}} = 0.31$$

Si  $p = 6$

$N_y = 30$

$$q_{\alpha} = q(0.05; 6; 30) = 4.30$$

$$W = 4.30 \times 0.31 = 1.33$$

Cuadro N° 16: Prueba de Tukey para la bebida instantánea liofilizada a ( $P_{\text{liof}} = 0.045 \text{ mbar}$   $T_{\text{cong}} = -20^{\circ}\text{C}$   $t_{\text{liof}} = 20 \text{ h}$ ).

Sabor			Color			Olor		
Comparación	Diferencia Absoluta	A.E.S. (W)	Comparación	Diferencia Absoluta	A.E.S. (W)	Comparación	Diferencia Absoluta	A.E.S. (W)
5.1 - 1.1	4.0	1.33*	5.8 - 1.2	4.6	1.16*	5.7 - 1.2	4.5	0.86*
5.1 - 1.9	3.2	1.33*	5.8 - 1.8	4.0	1.16*	5.7 - 1.8	3.9	0.86*
5.1 - 3.2	1.9	1.33*	5.8 - 3.3	2.5	1.16*	5.7 - 3.4	2.3	0.86*
5.1 - 4.8	0.3	1.33**	5.8 - 4.3	1.5	1.16*	5.7 - 3.6	2.1	0.86*
5.1 - 4.9	0.2	1.33**	5.8 - 4.6	1.2	1.16*	5.7 - 5.3	0.4	0.86**
4.9 - 1.1	3.8	1.33*	4.6 - 1.2	3.4	1.16*	5.3 - 1.2	4.1	0.86*
4.9 - 1.9	3.0	1.33*	4.6 - 1.8	2.8	1.16*	5.3 - 1.8	3.5	0.86*
4.9 - 3.2	1.7	1.33*	4.6 - 3.3	1.3	1.16*	5.3 - 3.4	1.9	0.86*
4.9 - 4.8	0.1	1.33**	4.6 - 4.3	0.3	1.16**	5.3 - 3.6	1.7	0.86*
4.8 - 1.1	3.7	1.33*	4.3 - 1.2	3.1	1.16*	3.6 - 1.2	2.4	0.86*
4.8 - 1.9	2.9	1.33*	4.3 - 1.8	2.5	1.16*	3.6 - 1.8	1.8	0.86*
4.8 - 3.2	1.6	1.33*	4.3 - 3.3	1.0	1.16**	3.6 - 3.4	0.2	0.86**
3.2 - 1.1	2.1	1.33*	3.3 - 1.2	2.1	1.16*	3.4 - 1.2	2.2	0.86*
3.2 - 1.9	1.3	1.33**	3.3 - 1.8	1.5	1.16*	3.4 - 1.8	1.6	0.86*
1.9 - 1.1	0.8	1.33**	1.8 - 1.2	0.6	1.16**	1.8 - 1.2	0.6	0.86**

Cuadro N° 17: Prueba de Ordenamiento para la bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde con leche y azúcar con los Parámetros ( $P_{\text{liof}} = 0.120 \text{ mbar}$   
 $T_{\text{cong}} = -25^{\circ}\text{C}$   $t_{\text{liof}} = 10 \text{ h}$ )

Jueces	Sabor						Color						Olor					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	F6
1	1	2	4	3	5	6	1	2	3	5	4	6	1	2	3	4	5	6
2	2	1	3	4	6	5	2	1	4	5	3	6	1	2	4	3	6	5
3	2	1	4	3	5	6	2	1	4	5	3	6	1	2	3	5	6	4
4	1	2	4	3	5	6	2	1	4	6	3	5	2	1	3	4	6	5
5	1	2	3	4	6	5	1	2	3	4	5	6	2	1	3	4	5	6
6	1	2	3	6	4	5	1	2	3	4	5	6	2	1	3	4	6	5
7	1	2	3	6	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	4	3	5	6
8	1	2	3	6	4	5	1	2	4	3	6	5	1	2	4	3	5	6
9	1	2	3	6	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	4	3	6	5
10	1	2	3	4	6	5	1	2	3	4	6	5	1	2	3	4	5	6
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>33</b>	<b>45</b>	<b>49</b>	<b>53</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>57</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>37</b>	<b>55</b>	<b>54</b>
<b>N° observ</b>	<b>10</b>																	
<b>Promedio</b>	<b>1.2</b>	<b>1.8</b>	<b>3.3</b>	<b>4.5</b>	<b>4.9</b>	<b>5.3</b>	<b>1.3</b>	<b>1.7</b>	<b>3.4</b>	<b>4.4</b>	<b>4.5</b>	<b>5.7</b>	<b>1.3</b>	<b>1.7</b>	<b>3.4</b>	<b>3.7</b>	<b>5.5</b>	<b>5.4</b>

Cuadro N° 18: Prueba de Ordenamiento para la bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde con leche y azúcar con los Parámetros ( $P_{\text{liof}} = 0.200 \text{ mbar}$   
 $T_{\text{cong}} = -32^{\circ}\text{C}$   $t_{\text{liof}} = 30 \text{ h}$ )

Jueces	Sabor						Color						Olor					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	F6
1	1	2	4	3	5	6	1	2	3	5	4	6	1	2	3	4	5	6
2	2	1	3	4	6	5	2	1	4	5	3	6	1	2	4	3	6	5
3	2	1	4	3	5	6	2	1	4	5	3	6	1	2	3	5	6	4
4	2	1	3	4	5	6	2	1	4	6	3	5	1	2	3	4	5	6
5	2	1	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	2	1	3	4	5	6
6	1	2	3	6	4	5	1	2	3	4	5	6	2	1	3	4	6	5
7	1	2	3	6	4	5	1	2	3	4	5	6	2	1	3	4	5	6
8	1	2	3	6	4	5	2	1	3	4	5	6	2	1	3	4	5	6
9	1	2	3	6	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	6	5
10	1	2	3	4	6	5	1	2	3	4	6	5	1	2	3	4	5	6
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>46</b>	<b>48</b>	<b>54</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>33</b>	<b>45</b>	<b>44</b>	<b>58</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>31</b>	<b>40</b>	<b>54</b>	<b>55</b>
<b>N° bserv</b>	<b>10</b>																	
<b>Promedio</b>	<b>1.4</b>	<b>1.6</b>	<b>3.2</b>	<b>4.6</b>	<b>4.8</b>	<b>5.4</b>	<b>1.4</b>	<b>1.6</b>	<b>3.3</b>	<b>4.5</b>	<b>4.4</b>	<b>5.8</b>	<b>1.4</b>	<b>1.6</b>	<b>3.1</b>	<b>4.0</b>	<b>5.4</b>	<b>5.5</b>

**ANEXO N° 03: Análisis de Varianza (ANVA) de los resultados de la prueba de ordenamiento para la bebida instantánea liofilizada.**

Cuadro N° 19: Análisis de Varianza (ANVA) para la bebida instantánea liofilizada a ( $P_{\text{liof}} = 0.120 \text{ mbar}$   $T_{\text{cong}} = -25^{\circ}\text{C}$   $t_{\text{liof}} = 10 \text{ h}$ )

FUENTES DE VARIACION	SABOR					COLOR					OLOR				
	S.C	G.L	C.M	Fcal.	Ftab.	S.C	G.L	C.M	Fcal.	Ftab.	S.C	G.L	C.M	Fcal.	Ftab.
Tratamientos (A)	144.2	5	28.84	28	2.53*	147.4	5	29.48	32.04	2.53*	157.4	5	31.48	53.36	2.53*
Error (AxB)	30.8	30	1.03			27.6	30	0.92			17.6	30	0.59		
<b>Total</b>	<b>175.0</b>	<b>35</b>				<b>175.0</b>	<b>35</b>				<b>175</b>	<b>35</b>			

$5/3 = 2.53$  (tabla F de Snedecor)

Cuadro N° 20: Análisis de Varianza (ANVA) para la bebida instantánea liofilizada a ( $P_{\text{liof}} = 0.200 \text{ mbar}$   $T_{\text{cong}} = -32^{\circ}\text{C}$   $t_{\text{liof}} = 30 \text{ h}$ )

FUENTES DE VARIACION	SABOR					COLOR					OLOR				
	S.C	G.L	C.M	Fcal.	Ftab.	S.C	G.L	C.M	Fcal.	Ftab.	S.C	G.L	C.M	Fcal.	Ftab.
Tratamiento (A)	146.2	5	29.24	30.46	2.53*	151.6	5	30.32	38.87	2.53*	160.4	5	32.08	65.47	2.53*
Error (AxB)	28.8	30	0.96			23.4	30	0.78			14.6	30	0.49		
<b>Total</b>	<b>175.0</b>	<b>35</b>				<b>175.0</b>	<b>35</b>				<b>175</b>	<b>35</b>			

$5/3 = 2.53$  (tabla F de Snedecor)

**ANEXO N° 04: Prueba de Tukey al 5 % para los resultados de la prueba de ordenamiento para la bebida instantánea liofilizada.**

**Cuadro N° 21: Prueba de Tukey para la bebida instantánea liofilizada a ( $P_{\text{liof}} = 0.120$  mbar  $T_{\text{cong}} = -25^{\circ}\text{C}$   $t_{\text{liof}} = 10$  h)**

Sabor			Color			Olor		
Comparación	Diferencia Absoluta	A.E.S. (W)	Comparación	Diferencia Absoluta	A.E.S. (W)	Comparación	Diferencia Absoluta	A.E.S. (W)
5.3 - 1.2	4.1	1.38*	5.7 - 1.3	4.4	1.29*	5.5 - 1.3	4.2	1.03*
5.3 - 1.8	3.5	1.38*	5.7 - 1.7	4.0	1.29*	5.5 - 1.7	3.8	1.03*
5.3 - 3.3	2.0	1.38*	5.7 - 3.4	2.3	1.29*	5.5 - 3.4	2.1	1.03*
5.3 - 4.5	0.8	1.38**	5.7 - 4.4	1.3	1.29*	5.5 - 3.7	1.8	1.03*
5.3 - 4.9	0.4	1.38**	5.7 - 4.5	1.2	1.29**	5.5 - 5.4	0.1	1.03**
4.9 - 1.2	3.7	1.38*	4.5 - 1.3	3.2	1.29*	5.4 - 1.3	4.1	1.03*
4.9 - 1.8	3.1	1.38*	4.5 - 1.7	2.8	1.29*	5.4 - 1.7	3.7	1.03*
4.9 - 3.3	1.6	1.38*	4.5 - 3.4	1.1	1.29**	5.4 - 3.4	2.0	1.03*
4.9 - 4.5	0.4	1.38**	4.5 - 4.4	0.1	1.29**	5.4 - 3.7	1.7	1.03*
4.5 - 1.2	3.3	1.38**	4.4 - 1.3	3.1	1.29*	3.7 - 1.3	2.4	1.03*
4.5 - 1.8	2.7	1.38*	4.4 - 1.7	2.7	1.29*	3.7 - 1.7	2.0	1.03*
4.5 - 3.3	1.2	1.38**	4.4 - 3.4	1.0	1.29**	3.7 - 3.4	0.3	1.03**
3.3 - 1.2	2.1	1.38*	3.4 - 1.3	2.1	1.29*	3.4 - 1.3	2.1	1.03*
3.3 - 1.8	1.5	1.38*	3.4 - 1.7	1.7	1.29*	3.4 - 1.7	1.7	1.03*
1.8 - 1.2	0.6	1.38**	1.7 - 1.3	0.4	1.29**	1.7 - 1.3	0.4	1.03**

**Cuadro N° 22: Prueba de Tukey para la bebida instantánea liofilizada a ( $P_{\text{liof}} = 0.200$  mbar  $T_{\text{cong}} = -32^{\circ}\text{C}$   $t_{\text{liof}} = 30$  h)**

Sabor			Color			Olor		
Comparación	Diferencia Absoluta	A.E.S. (W)	Comparación	Diferencia Absoluta	A.E.S. (W)	Comparación	Diferencia Absoluta	A.E.S. (W)
5.4 - 1.2	4.2	1.33*	5.8 - 1.4	4.4	1.20*	5.5 - 1.4	4.1	0.95*
5.4 - 1.6	3.8	1.33*	5.8 - 1.6	4.2	1.20*	5.5 - 1.6	3.9	0.95*
5.4 - 3.2	2.2	1.33*	5.8 - 3.3	2.5	1.20*	5.5 - 3.1	2.4	0.95*
5.4 - 4.6	0.8	1.33**	5.8 - 4.4	1.4	1.20*	5.5 - 4.0	1.5	0.95*
5.4 - 4.8	0.6	1.33**	5.8 - 4.5	1.3	1.20*	5.5 - 5.4	0.1	0.95**
4.8 - 1.2	3.6	1.33*	4.5 - 1.4	3.1	1.20*	5.4 - 1.4	4.0	0.95*
4.8 - 1.6	3.2	1.33*	4.5 - 1.6	2.9	1.20*	5.4 - 1.6	3.8	0.95*
4.8 - 3.2	1.6	1.33*	4.5 - 3.3	1.2	1.20**	5.4 - 3.1	2.3	0.95*
4.8 - 4.6	0.2	1.33**	4.5 - 4.4	0.1	1.20**	5.4 - 4.0	1.4	0.95*
4.6 - 1.2	3.4	1.33*	4.4 - 1.4	3.0	1.20*	4.0 - 1.4	2.6	0.95*
4.6 - 1.6	3.0	1.33*	4.4 - 1.6	2.8	1.20*	4.0 - 1.6	2.4	0.95*
4.6 - 3.2	1.4	1.33*	4.4 - 3.3	1.1	1.20**	4.0 - 3.1	0.9	0.95**
3.2 - 1.2	2.0	1.33*	3.3 - 1.4	1.9	1.20*	3.1 - 1.4	1.7	0.95*
3.2 - 1.6	1.6	1.33*	3.3 - 1.6	1.7	1.20*	3.1 - 1.6	1.5	0.95*
1.6 - 1.2	0.4	1.33**	1.6 - 1.4	0.2	1.20**	1.6 - 1.4	0.2	0.95**

**ANEXO N° 05: Formato de Evaluación Sensorial: Prueba de Preferencia**

PRODUCTO: Bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde con leche y azúcar

NOMBRE: .....

FECHA: .....HORA: .....

**INSTRUCCIONES:**

Frente a usted hay tres muestras de una bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde con leche y azúcar que usted debe evaluar de acuerdo a su sabor y ordenar de acuerdo a su preferencia considerando la siguiente escala:

- 1= Primera preferencia
- 2= Segunda preferencia
- 3= Tercera preferencia

**Código de las muestras**

**Orden de preferencia**

**305**

-----

**479**

-----

**287**

-----

**OBSERVACIONES:**

---

---

---

Muchas Gracias

**ANEXO N° 06: Resultado de la prueba de preferencia para la bebida instantánea liofilizada a base de plátano verde con leche y azúcar**

JUEZ	TRATAMIENTOS		
	F1	F2	F3
1	1	2	3
2	2	1	3
3	1	3	2
4	1	3	2
5	1	2	3
6	1	2	3
7	1	2	3
8	1	2	3
9	1	2	3
10	2	1	3
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>28</b>
<b>N° Observaciones</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.2</b>	<b>2.0</b>	<b>2.8</b>

**Análisis de Varianza (ANVA)**

FUENTE DE VARIACION	S.C	G.L	C.M	Fcal.	Ftab.
Tratamientos	12.8	2	6.4	5.33	5.14 *
Error experimental	7.2	6	1.2		
<b>Total</b>	<b>20.0</b>	<b>8</b>			

$$F_{0.95} (2/6) = 5.14$$

**Prueba de Tukey al 5%**

$$Sx = \sqrt{\frac{1.2}{10}} = 0.35$$

$$q_{\alpha} = (0.05; 3; 6) = 4.34$$

$$w = 4.34 \times 0.35 = 1.52$$

COMPARACION	DIFERENCIA ABSOLUTA	A.E.S. (W)
2.8 – 1.2	1.6	1.52*
2.8 – 2.0	0.8	1.52**
2.0 – 1.2	0.8	1.52**

**ANEXO N° 07: Tabla de unidades de medición de vacío.**

Unidades de medición del vacío									
Unidades de presión						Unidades de depresión			
Pascal (Pa)	PSI	Pulgadas De Hg	mm Hg	Atm	mbar	% vacío	mbar depresión	mmHg depresión	Pulgadas de Hg depresión
101300	14.69	30.00	759.75	1.0	1013	0	0	0	0
100000	14.50	29.61	750	0.987	1000	1.3	-13.32	-10.0	-0.39
98100	14.23	29.05	735.75	0.968	981	3.2	-33.32	-25.0	-0.98
90000	13.05	26.85	675	0.888	900	11.1	-113.29	-85.0	-3.35
80000	11.6	23.69	600	0.789	800	21.0	-213.26	-159.9	-6.30
70000	10.15	20.73	525	0.691	700	30.9	-319.09	-239.3	-9.42
60000	8.7	17.77	450	0.592	600	40.8	-416.52	-312.4	-12.30
50000	7.25	14.81	375	0.494	500	50.6	-511.5	-383.6	-15.10
40000	5.8	11.85	300	0.395	400	60.5	-608.8	-456.6	-17.98
30000	4.35	8.864	225	0.296	300	70.4	-704.09	-528.1	-20.79
20000	2.9	5.923	150	0.197	200	80.2	-802.73	-602.00	-23.70
10000	1.45	2.961	75	0.099	100	90.1	-901.38	-676.0	-26.62
9000	1.31	2.665	67.5	0.089	90	91.8	-927.5	-695.6	-27.39
8000	1.16	2.369	60	0.079	80	92.1	-933.02	-699.8	-27.55
7000	1.02	2.073	52.5	0.069	70	93.1	-943.32	-707.5	-27.85
6000	0.870	1.777	45	0.059	60	94.1	-953.7	-715.3	-28.16
5000	0.725	1.481	37.5	0.049	50	95.1	-964.35	-723.3	-28.47
4000	0.580	1.185	30	0.040	40	96.1	-975.12	-731.3	-28.79
3000	0.435	0.8884	22.5	0.030	30	97.0	-087.83	-740.9	-29.17
2000	0.290	0.5923	15	0.020	20	98.0	-999.67	-749.8	-29.52
1000	0.145	0.2961	7.5	0.010	10	99.0	-999.99	-750.0	-29.53
0	0	0	0	0	0	100	-1013	-759.8	-29.91

Fuente: NEWTON, Paul (2010)

