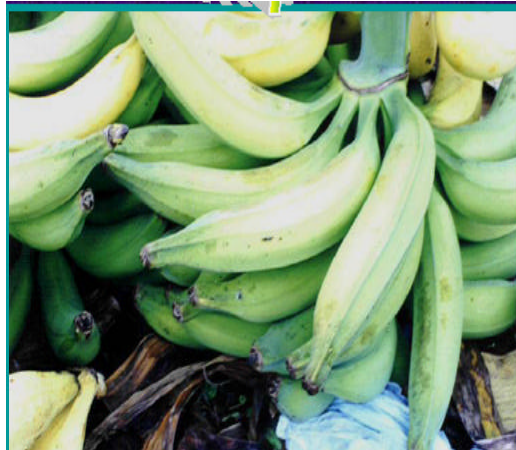


# HARINA Y PRODUCTOS DE PLATANO



Autora

**KARINA ROBLES DÁVILA**

Editor

**JUAN SEBASTIÁN RAMÍREZ NAVAS**  
Ingeniero Químico

Manejo de Sólidos y Fluidos



UNIVERSIDAD DEL VALLE  
TECNOLOGÍA EN ALIMENTOS  
2007

Para consultas o comentarios, ponerse en contacto con:

**Karina Robles Dávila**

e-mail: [karinita8\\_6@hotmail.com](mailto:karinita8_6@hotmail.com)

**IQ. Juan Sebastián Ramírez Navas**

e-mail: [juansebastian\\_r@hotmail.com](mailto:juansebastian_r@hotmail.com)

Las opiniones expresadas no son necesariamente opiniones de la Universidad del Valle de sus órganos o de sus funcionarios.

Edición:

2007 © Manejo de Sólidos y Fluidos.

Cali – Valle – Colombia

e-mail: [juansebastian\\_r@hotmail.com](mailto:juansebastian_r@hotmail.com)

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b>	<b>5</b>
<b>HARINA Y PRODUCTOS DE PLÁTANO</b>	<b>7</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>7</b>
<b>2 ANTECEDENTES</b>	<b>7</b>
2.1 GENERALIDADES BIOLÓGICAS	7
2.1.1 Industrialización	8
2.2 DEFINICIONES	8
2.2.1 Producción mundial de plátano	8
2.2.2 Condiciones Agroecológicas	9
2.2.3 Composición nutricional	9
2.3 REVISIÓN HISTÓRICA	10
<b>3 PROCESO TECNOLÓGICO</b>	<b>11</b>
3.1 ETAPAS DEL PROCESO	11
3.1.1 Diagrama de flujo	11
3.2 EXPLICACIÓN DETALLADA DEL PROCESO	16
3.2.1 Procedimiento para la elaboración de harina de plátano como producto alimentario.	16
3.2.2 Proceso básico para patacones prefritos congelados.	17
3.2.3 Proceso básico para plátano maduro congelado	18
3.2.4 Procedimiento para la elaboración de harina de cáscara de plátano para pienso.	20
3.2.5 Procedimiento para elaboración de hojuelas (CHIPS)	21
3.3 EQUIPOS	23
3.3.1 Equipos requeridos para patacones prefritos congelados	23
3.3.2 Equipo requerido para plátano maduro congelado	23
3.3.3 Equipo de proceso y utensilios para elaboración de hojuelas	23
3.4 PARTES GENERALES DE LOS EQUIPOS	24
3.4.1 Centrífugas	24
3.4.2 Freidoras	30
3.4.3 Molino	30
3.4.4 Balanza	31
3.4.5 Empacadora	32
3.5 INDUSTRIAS DESTACADAS	33
3.6 PROCESO TECNOLÓGICO EN PEQUEÑA ESCALA	33
<b>4 CONCLUSIONES</b>	<b>34</b>
<b>5 BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>34</b>
5.1 CITAS BIBLIOGRÁFICAS	34
5.2 5.2. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34



## RESUMEN

El plátano es un alimento muy completo, con elevados contenidos en azúcares, vitaminas, sales minerales y proteínas, y por tanto muy saludable.

Sin embargo, su consumo a veces se ve penalizado por la estacionalidad de su cultivo y del mercado, lo cual ocasiona variaciones y/o desajustes entre la oferta y la demanda.

Con el fin de dar salida al producto en cualquier época del año, se impone ampliar el consumo del mismo a sectores industriales, ya sea sólo o mezclado con otros productos comestibles, tales como la leche, bien como producto alimenticio para personas o también para su utilización en la alimentación animal.

El plátano es un importante recurso que debemos explotar en nuestro país, por esta razón es indispensable enfocar nuestra atención hacia su utilización como producto alimenticio y aprovechar sus facultades de transformación. Además los productores del plátano están desarrollando nuevas formas de utilización de este producto, investigando sobre sus potenciales y mejorando cada vez su proceso.



# Harina y Productos de Plátano

## 1 INTRODUCCIÓN

A continuación veremos las cualidades del plátano, el procedimiento para elaborar harina de plátano y también conoceremos las distintas formas de alimento que se pueden derivar de este.



Fig. 1. Árbol de Plátano.

## 2 ANTECEDENTES

### 2.1 GENERALIDADES BIOLÓGICAS

Nombre del Producto en Fresco: Plátano (*Musa paradisiaca* L.)

El plátano es un híbrido triploide de *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*. Sus frutos constituyen fuente importante de alimentación en el sur de la India, en algunas partes de África Central y Oriental y en la América Tropical. El tipo más importante es el "Horn Plantain" (AAB) conocido en Costa Rica como "Curarré", posee frutos grandes y racimos medianos con regular cantidad de dedos. El tipo "French Plantain" o "Plátano Dominicano" (AAB) y los clones conocidos como "Guineas" (ABB) se cultivan mucho en América Latina, este último se consume cocido ya sea verdes como bastimento o maduros como postre.

El cultivo del plátano abarca rangos extremos de tolerancia desde condiciones del Bosque Húmedo Templado (12-18 °C; 1000-1200 mm de precipitación), hasta condiciones del Bosque Muy Seco Tropical (más de 24°C; 4000-8000 mm de Precipitación). Es cultivado en África, India, Centro y Sur América, con condiciones de temperatura ideal entre 25- 30°C, la mínima no debe ser inferior a los 15°C, ni la máxima superior a 35°C.

La composición química del plátano caracterizada por la presencia de almidones y escasez de ácidos, lo hace un producto extremadamente sensible al oxígeno al igual que al calor.

Las frutas que son inapropiadas para los muy exactos estándares del mercado de exportación pueden ser procesadas en diferentes formas. Se puede utilizar en su Estado verde o maduro, de ahí la importancia de promocionar sus características culinarias a los comerciantes para educar al consumidor y evitar su confusión con los bananos.

En cuanto a procesos industriales, uno de los pasos que han sido difíciles de agilizar es el pelado, pues por ser de forma alargada, arqueado, blando y de dimensiones variables, han sido obstáculos insuperables en la realización de sistemas mecánicos de pelado.

### 2.1.1 Industrialización

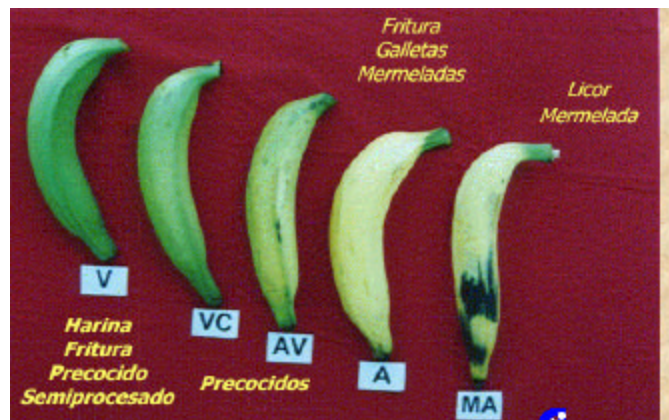
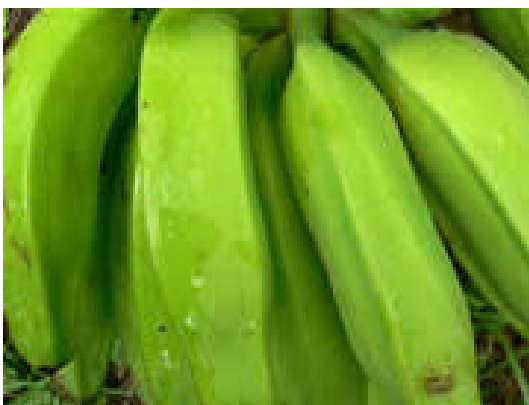


Fig. 2. Plátano Verde.

Existen algunas técnicas para el procesamiento del plátano verde, con el fin de obtener productos como:

- Harina de plátano: mezclas para concentrado animal
- Hojuelas de plátano: secas y/o fritas
- Patacones
- Patacones Congelados
- Plátanos conservado por Frío
- Harinas para consumo humano

## 2.2 DEFINICIONES

### 2.2.1 Producción mundial de plátano

- África 73 %
- Latinoamérica 23%
- Asia y Países del Pacífico 4 %
- Colombia 11 %
- Ecuador 4 %
- Otros (Costa Rica, Venezuela, Perú, México, República Dominicana)

## 2.2.2 Condiciones Agroecológicas

Tabla 1. Condiciones Agroecológicas (clima y suelo).

<b>Condiciones agroecológicas (clima y suelo)</b>			
Variedad	Altitud (m.s.n.m.)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Dominico	1.500 - 2.000	20	2.000
Dominico- Hartón	1.000 - 1.400	22	2.000
Hartón	0 - 1000	25	3.000

## 2.2.3 Composición nutricional

De la pulpa del plátano (100g de parte cruda comestible)

Tabla 2. Composición nutricional de la pulpa del plátano (100g de parte cruda comestible).

<b>Componente</b>	<b>Banano</b>	<b>Plátano</b>
Agua (g)	74.26	65.28
Energía (Kcal)	92	122
Proteína (g)	1.03	1.3
Grasa (g)	0.48	0.37
Carbohidratos (g)	23.43	31.89
Calcio (mg)	6	3
Hierro (mg)	0.31	0.6
Potasio (mg)	396	499
Sodio (mg)	1	4
Vitamina C (mg)	9.1	18.4
Tiamina (mg)	0.045	0.052
Riboflavina (mg)	0.100	0.054
Niacina (mg)	0.540	0.686
Vitamina A (IU)	81	1127
Grasas Saturadas (g)	0.185	0.143
Grasas Monosaturadas (g)	0.041	0.032
Grasas Polin-saturadas (g)	0.089	0.069

### 2.3 REVISIÓN HISTÓRICA

El encuentro europeo con las nuevas especies y espacios americanos en el siglo XVI, complejiza ese universo de percepciones de superioridad occidental frente a mundos que se consideraban más exóticos y menos civilizados. Las descripciones europeas de la naturaleza americana, las primeras imágenes de sus productos alimenticios y especies autóctonas pintadas con los colores del paraíso, el exotismo y la belleza, la fertilidad y la abundancia, ayudarán a conformar una imagen positiva del continente americano. A pesar del original desprecio o indiferencia frente a ciertos alimentos indígenas, con el tiempo estas percepciones cambiarán al convertirse muchos de ellos en salvavidas de las hambrunas mundiales e ingredientes fundamentales de las gastronomías nacionales.

Por ese motivo se vio la necesidad de explorar nuevos alimentos como el plátano el cual era ya utilizado desde hacia mucho tiempo por los indígenas autóctonos de nuestra cultura latina, y fueron ellos los que enseñaron su utilización, su procesamiento y sus virtudes a los europeos.



Fig. 3. Transformación del Plátano.

### 3 PROCESO TECNOLÓGICO

#### 3.1 ETAPAS DEL PROCESO

Las etapas fundamentales del proceso son selección, lavado, fritura, congelación, centrifugación, y otras que veremos con más detalle a continuación.

##### 3.1.1 Diagrama de flujo

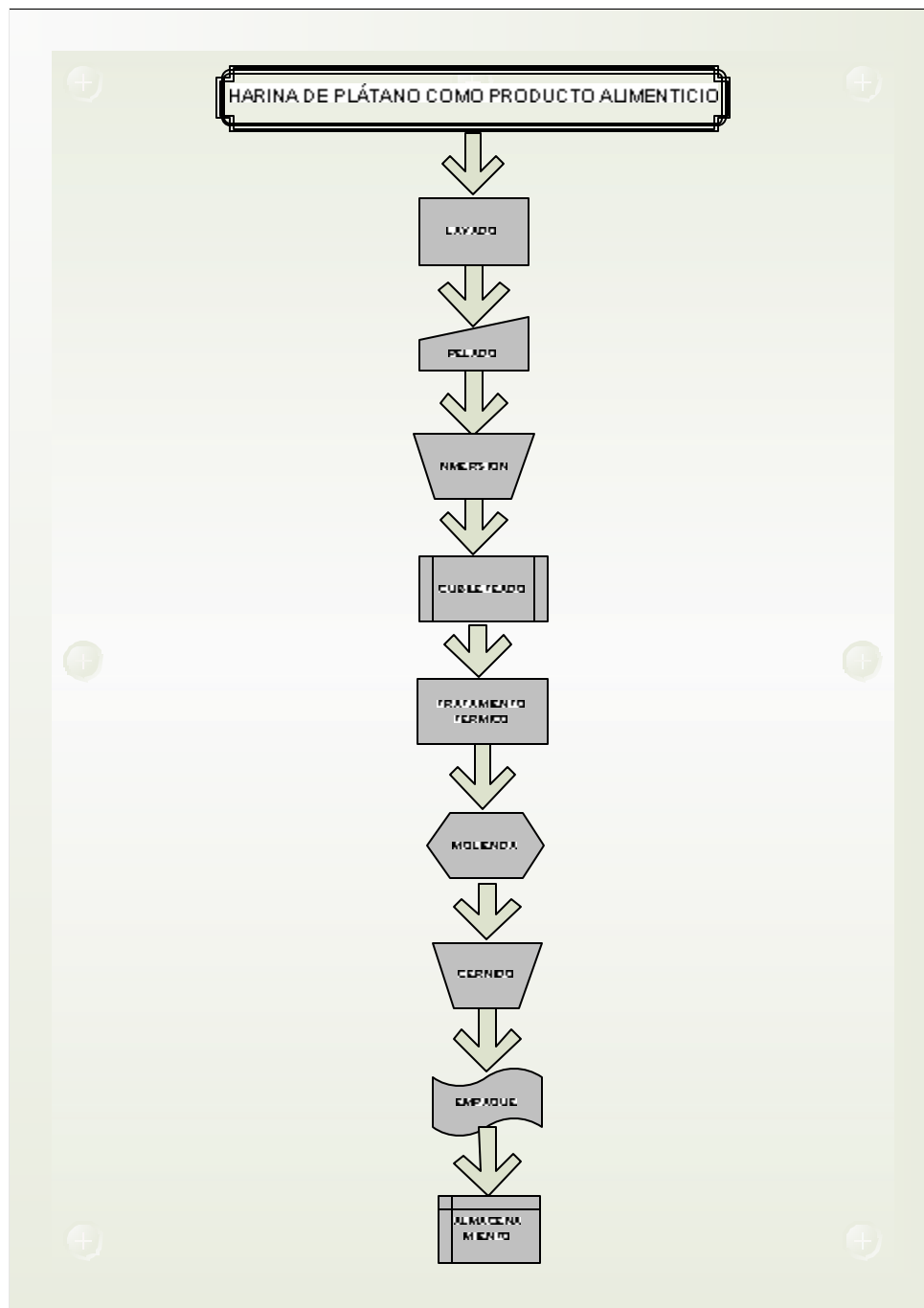


Fig. 4. Diagrama de flujo: Harina de plátano

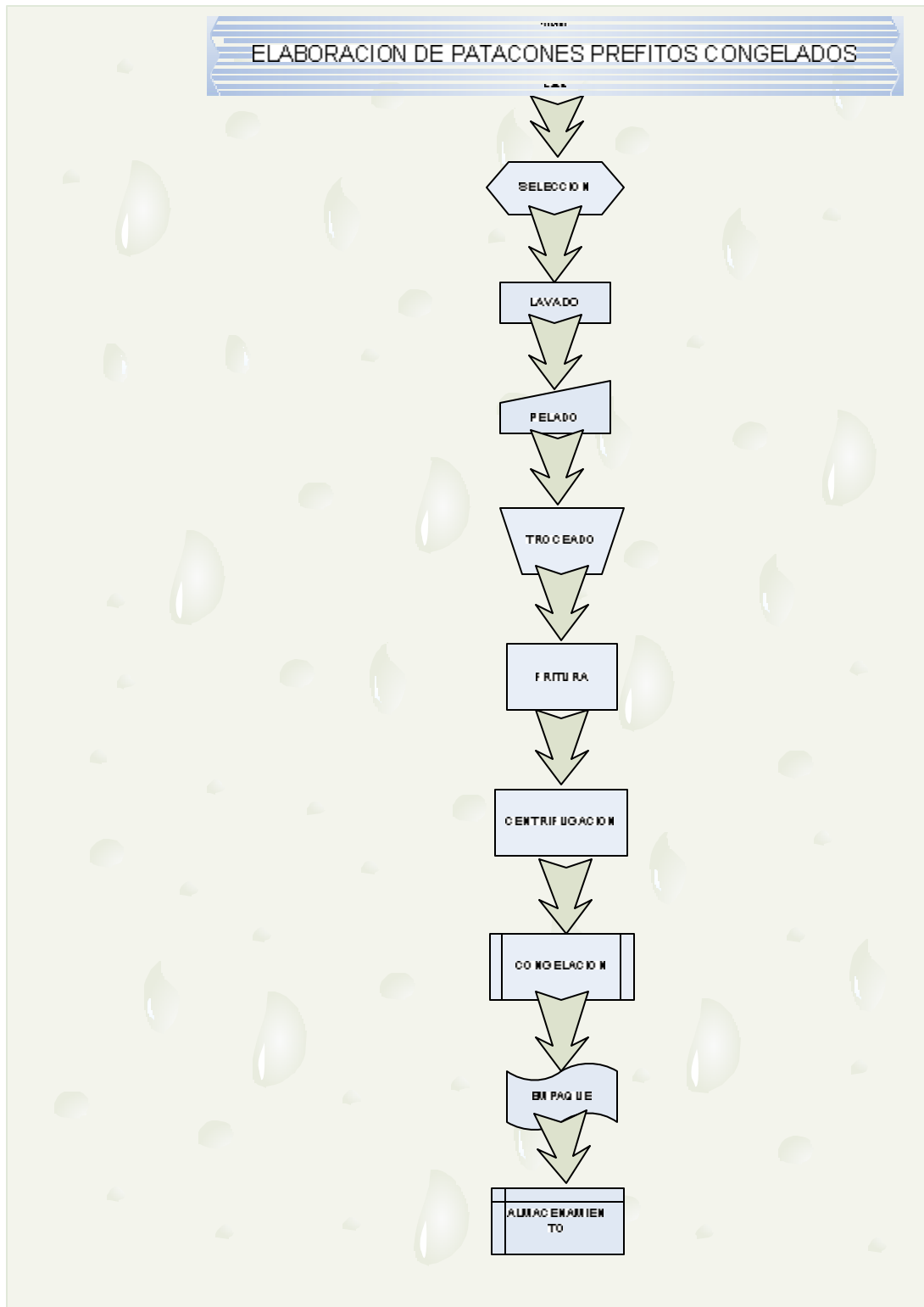


Fig. 5. Diagrama de flujo: Patacones

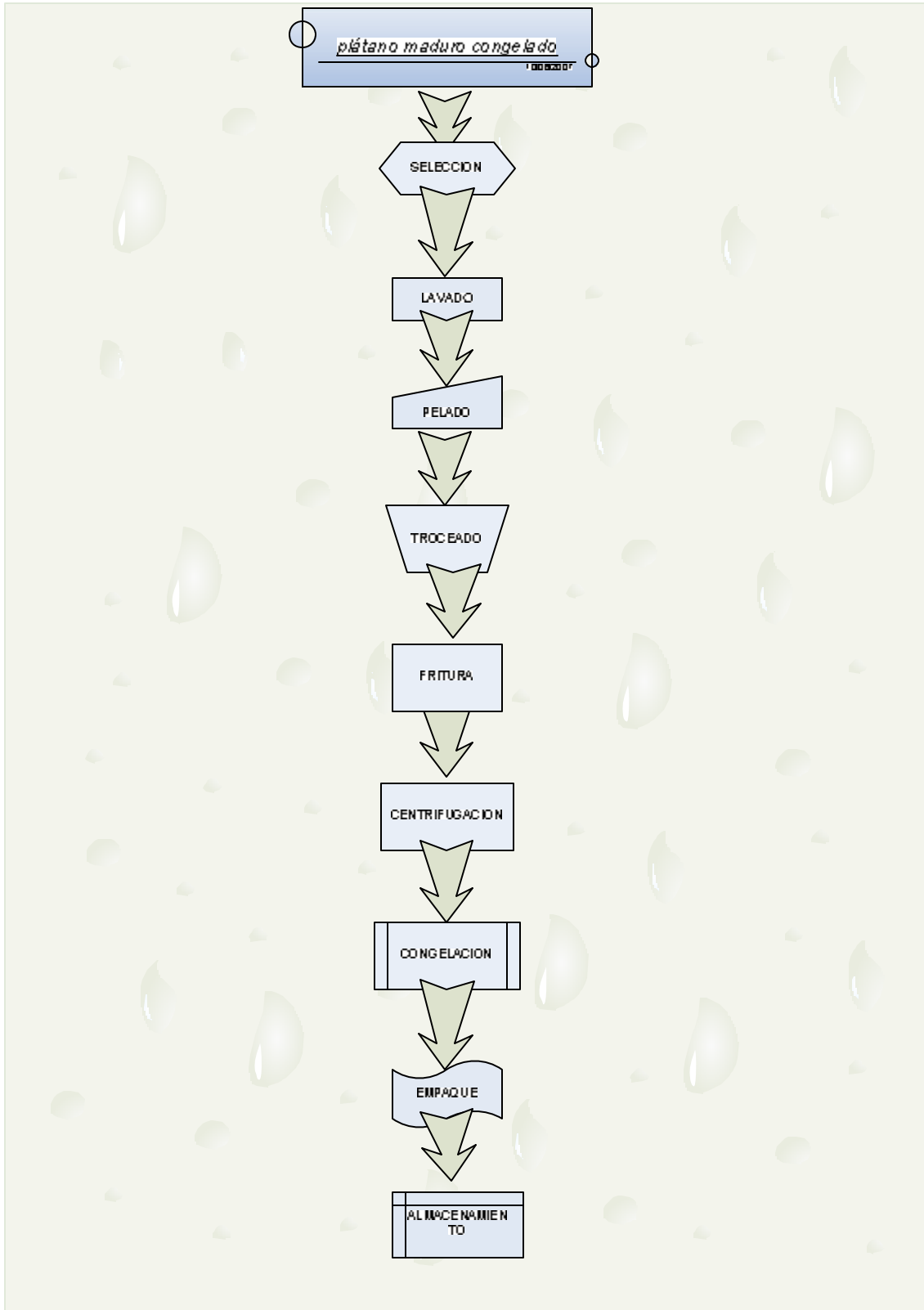


Fig. 6. Diagrama de flujo: Plátano maduro congelado

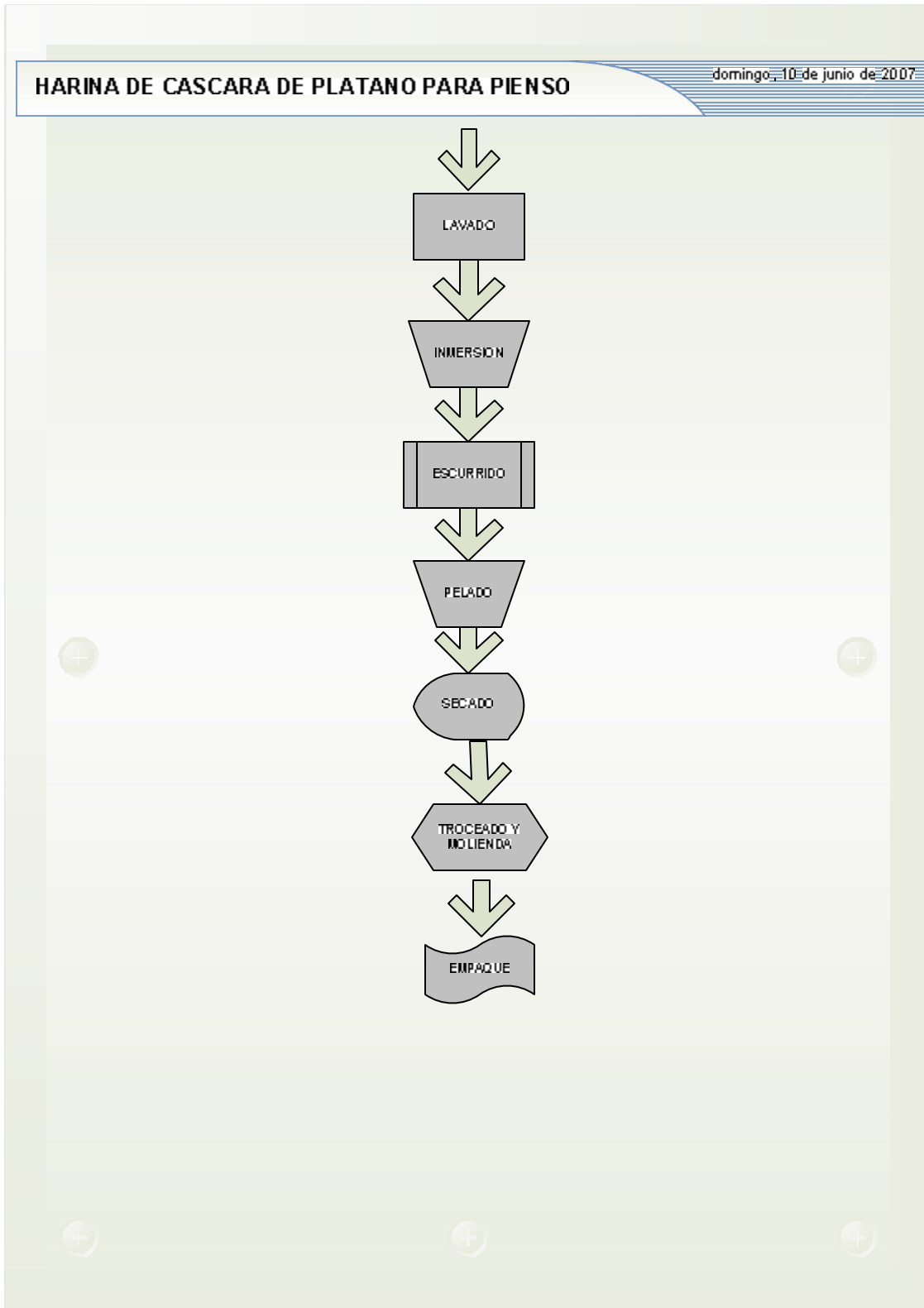


Fig. 7. Diagrama de flujo: Harina de cáscara de plátano

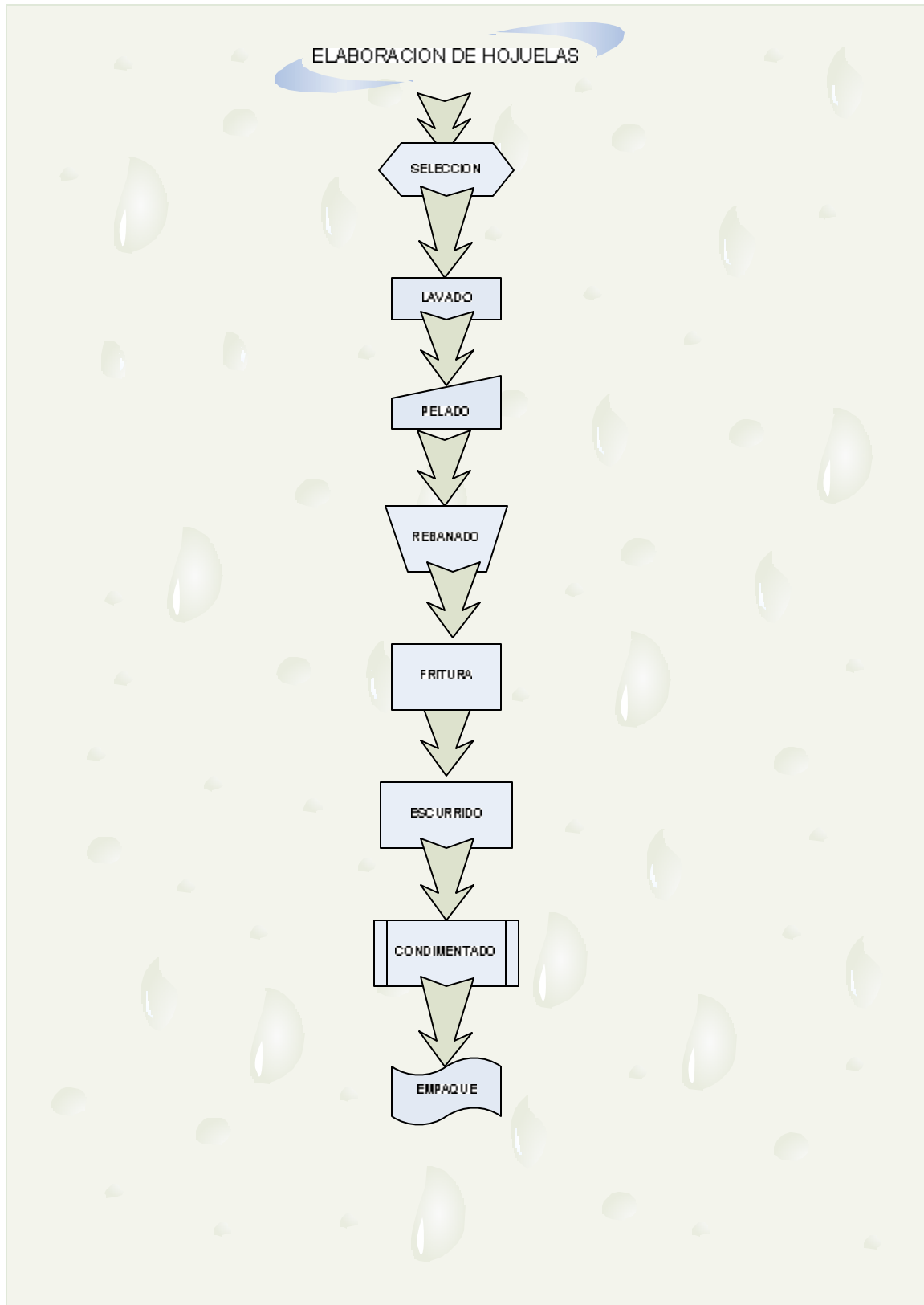


Fig. 8. Diagrama de flujo: Hojuelas de plátano

## 3.2 EXPLICACIÓN DETALLADA DEL PROCESO

### 3.2.1 Procedimiento para la elaboración de harina de plátano como producto alimentario.



Fig. 9. Harina de Plátano

En la figura 9 se observa la harina obtenida mediante el procedimiento para la elaboración de harina como producto alimentario, conservando ésta la mayoría de las propiedades originales del plátano, tales como vitaminas, proteínas y sales minerales.

#### 3.2.1.1 Descripción del proceso

El procedimiento sirve de una manera óptima para la obtención de harina de la pulpa y/o de la cáscara del plátano, conservando prácticamente íntegras sus propiedades originales en cuanto a vitaminas, proteínas y sales minerales, con una disminución de peso a una tercera parte, lo cual supone ventajas en su transporte y almacenamiento, dejando igualmente de depender de la estacionalidad de las cosechas o de las pérdidas por un exceso de maduración. Además, su forma pulverulenta facilita enormemente su manipulación industrial.

El procedimiento comprende las siguientes etapas:

- **LAVADO:** Lavar las piñas y/o manojos de plátanos con agua a presión, con el fin de eliminar las adherencias y otras impurezas que pudiesen contaminar la harina de plátano obtenida posteriormente, y desmanizar (separar) los plátanos de las piñas y/o manojos.
- **PELADO:** El pelado se realiza de forma manual. Se puede considerar que se necesitan de 8 a 10 obreros para preparar cerca de 1000 Kg. de materia prima.
- **INMERSIÓN:** Esta inmersión en solución de dióxido de azufre al 1%, por cinco minutos, se hace con el fin de evitar la oxidación del plátano y los posteriores cambios de color no deseados que se podrían dar.
- **CUBILETEADO:** Los plátanos ya pelados se cortan con cuchillo o con máquinas troceadoras cuyo eje gira a 500 revoluciones por minuto, para obtener trozos más pequeños que pueden ser en forma de cubos o rodajas. Este paso es necesario para aligerar el proceso de secado.
- **TRATAMIENTO TÉRMICO:** Este tratamiento se hace con el fin de extraer humedad. La deshidratación se lleva a cabo en secadores de bandejas.

- **MOLIENDA:** Se puede utilizar un molino de martillos, por el cual se pasan los trozos de producto seco para ser finamente divididos hasta partículas pequeñas, Formándose así la harina. Eje del molino gira a 500 revoluciones por minuto.
- **CERNIDO:** La harina que se obtiene tiene diferentes tamaños de partícula y partículas extrañas, por lo que la totalidad del producto se debe hacer pasar por un tamiz para obtener las diferentes fracciones por separado. De esta forma se llega a obtener un producto más fino.
- **EMPAQUE:** Una vez lista la harina se puede empacar en bolsas, preferiblemente de polipropileno o celofán. Las cantidades a colocar en cada empaque y el tipo del mismo, dependen del tipo de cliente, y de las condiciones de almacenamiento.
- **ALMACENAMIENTO:** Una vez listas las bolsas, se sellan debidamente para evitar que entre humedad del medio al producto y también que se vaya a contaminar con insectos o materias extrañas.

### **3.2.2 Proceso básico para patacones prefritos congelados.**

#### **3.2.2.1 Descripción del Producto**

Producto elaborado a partir de trozos de plátano verde los cuales se someten a fritura, se prensan o forman y posteriormente se vuelven a freír obteniéndose un producto de color amarillo dorado, de textura crujiente.

#### **3.2.2.2 Materias primas**

- **PLATANO (Musa paradisíaca):** estado de maduración verde, desarrollado fisiológicamente, coloración verde de la cáscara y firmeza del producto.
- **GRASA:** Grasa de origen vegetal, con bajo punto de fusión, resistente al oscurecimiento, a la hidrólisis y a la oxidación, no debe formar espuma y debe tener alto punto de humo. Debe ser reutilizable.

#### **3.2.2.3 Proceso**

- **SELECCIÓN:** En esta operación deberá separarse todo el producto que presente grados de maduración diferentes al establecido y que presente defectos que impidan su procesamiento tales como roturas o daños por bacterias, hongos, etc. Así mismo deberá eliminarse todas aquellas unidades magulladas.
- **LAVADO:** Se realiza con el fin de eliminar todo tipo de material extraño o contaminante. Puede llevarse a cabo por inmersión o por aspersión.
- **PELADO:** Su objetivo es eliminar la cáscara. Se utilizan dos métodos:

- **Manual:** Se realiza con cuchillos, cortando primero los extremos y luego efectuando un corte poco profundo a lo largo, procurando no cortar la pulpa o mesocarpio. Finalmente, con la ayuda de un cuchillo sin filo se debe levantar la cáscara. En el producto maduro la remoción de la cáscara se facilita.
- **Calor:** Someter el producto a un escaldado en agua caliente o vapor (95 °C) por 2-3 minutos para facilitar la remoción de la cáscara. Proceder según lo descrito en el Pelado manual.
- **TROCEADO:** Consiste en cortar transversalmente el producto en trozos de ½ a 1 cm. de ancho.
- **FRITURA:** Su objetivo es cocinar el interior del vegetal. En términos generales los trozos se sumergen en la grasa caliente a una temperatura de 150-160 °C por un tiempo determinado según el grado de cocción que se le desee dar al producto y que no ocasione una caramelización excesiva del producto. Según el tipo de freidor y la relación grasa-producto, el tiempo y la temperatura pueden variar. Es importante que el proceso de fritura se lleve a cabo de forma adecuada, debido a que si la temperatura es elevada puede haber deterioro de las grasas y si la misma es muy baja aumenta el tiempo de cocción y hay mayor absorción de Grasa.
- **CENTRIFUGACIÓN:** Su objetivo es eliminar el exceso de grasa superficial del producto, con el fin de recuperar la mayor cantidad de grasa posible y de obtener un producto con el mínimo de grasa superficial posible.
- **CONGELACIÓN:** El producto ya formado deberá ser congelado rápidamente para favorecer la formación de pequeños cristales de hielo y evitar el daño a la estructura física del producto y la liberación de agua en el proceso de fritura final.
- **EMPAQUE:** El producto ya congelado deberá empacarse en bolsas de polietileno o en bolsas de empaque al vacío.
- **ALMACENAMIENTO:** El producto ya empacado deberá mantenerse congelado a temperaturas inferiores a los 18°C durante su almacenamiento y distribución con el fin de mantener su calidad.

### **3.2.3 Proceso básico para plátano maduro congelado**

#### **3.2.3.1 Descripción del producto**

Producto elaborado a partir de trozos de plátano maduro los cuales se someten a fritura, obteniéndose un producto blando y de color oscuro debido a la caramelización de los azúcares, el cual se congela después de la fase de fritura, y es el consumidor final el que le dará un último proceso de cocción (fritura) o de calentamiento previo su consumo.

#### **3.2.3.2 Materias primas**

- **PLATANO (Musa paradisíaca):** estado de maduración maduro, desarrollado fisiológicamente y presentando los cambios propios del completo estado de maduración tales como cambio en la coloración de la cáscara amarillo y/o café, suavidad al tacto, aumento en el contenido de sólidos solubles, la acidez y la Humedad entre otros.

- GRASA: Grasa de origen vegetal, con bajo punto de fusión, resistente al oscurecimiento, a la hidrólisis y a la oxidación, no debe formar espuma y debe tener alto punto de humo. Debe ser reutilizable.



Fig. 10. Plátano congelado

### 3.2.3.3 Proceso

- SELECCIÓN: en esta operación deberá separarse todo el producto que presente grados de maduración diferentes al establecido y que presente defectos que impidan su procesamiento tales como roturas o daños por bacterias, hongos, etc. Así mismo deberá eliminarse todas aquellas unidades magulladas.
- LAVADO: Se realiza con el fin de eliminar todo tipo de material extraño o contaminante. Puede llevarse a cabo por inmersión o por aspersion.
- PELADO: Su objetivo es eliminar la cáscara. Se utilizan dos métodos:
  - Manual: Se realiza con cuchillos, cortando primero los extremos y luego efectuando un corte poco profundo a lo largo, procurando no cortar la pulpa o Mesocarpio. Finalmente, con la ayuda de un cuchillo sin filo se debe levantar la Cáscara. En el producto maduro la remoción de la cáscara se facilita.
  - Calor: Someter el producto a un escaldado en agua caliente o vapor (95 °C) por 2-3 minutos para facilitar la remoción de la cáscara. Proceder según lo descrito en el Pelado manual.
- TROCEADO: Consiste en cortar transversalmente el producto en trozos de ½ a 1 cm. de ancho.
- FRITURA: Su objetivo es cocinar el interior del vegetal. En términos generales los trozos se sumergen en la grasa caliente a una temperatura de 150-160 °C por un tiempo determinado según el grado de cocción que se le desee dar al producto y que no ocasione una caramelización excesiva del producto. Según el tipo de freidor y la relación grasa-

producto, el tiempo y la temperatura pueden variar. Es importante que el proceso de fritura se lleve a cabo de forma adecuada, debido a que si la temperatura es elevada puede haber deterioro de las grasas y si la misma es muy baja aumenta el tiempo de cocción y hay mayor absorción de Grasa.

- **CENTRIFUGACIÓN:** Su objetivo es eliminar el exceso de grasa superficial del producto, con el fin de recuperar la mayor cantidad de grasa posible y de obtener un producto con el mínimo de grasa superficial posible.
- **CONGELACIÓN:** El producto ya formado deberá ser congelado rápidamente para favorecer la formación de pequeños cristales de hielo y evitar el daño a la estructura física del producto y la liberación de agua en el proceso de fritura final.
- **EMPAQUE:** El producto ya congelado deberá empacarse en bolsas de polietileno o en bolsas de empaque al vacío.
- **ALMACENAMIENTO:** El producto ya empacado deberá mantenerse congelado a temperaturas inferiores a los 18°C durante su almacenamiento y distribución con el fin de mantener su calidad.

### **3.2.4 Procedimiento para la elaboración de harina de cáscara de plátano para pienso.**

En la actualidad se emplean piensos de distintos orígenes para la alimentación de animales, tales como los procedentes de cereales, o de subproductos de la industria alimentaria como los tristemente famosos piensos de origen animal, en ya en desuso.

Precisamente la eliminación de estos piensos de origen animal, y la necesidad de encontrar piensos sustitutivos a los mismos, de alto poder energético, supone La ventaja de la elaboración de nuevos piensos procedentes de la cáscara del Plátano con el procedimiento de la invención.

El procedimiento sirve de una manera óptima para la obtención de pienso para la alimentación de animales, teniendo el pienso obtenido una constitución rica en fibra que lo hace especialmente adecuado para la alimentación de aves y también de caracoles. Igualmente el pienso de la invención puede usarse mezclado con otros piensos y/o productos alimenticios para adecuarse a las necesidades de nutrición de cada momento.

#### **3.2.4.1 Proceso tecnológico**

- **LAVADO:** lavar las piñas y/o manojos de plátanos con agua a presión, con el fin de eliminar adherencias e impurezas que pudiesen contaminar el pienso obtenido, y desmanizar (separar) los plátanos de las piñas y/o racimos.
- **INMERSIÓN:** sumergir en agua hirviendo los plátanos, para producir el desprendimiento interno entre la pulpa y la cáscara, durante un tiempo aproximado de 4 minutos.
- **ESCURRIDO:** retirar los plátanos del baño de agua hirviendo y dejar escurrir a temperatura ambiente.

- PELADO: desprender la cáscara de la pulpa del plátano preferentemente mediante la realización de una incisión longitudinal y dos incisiones extremas.
- SECADO: dejar secar las cáscaras del plátano al aire libre.
- TROCEADO Y MOLIENDA: molturar y trocear las cáscaras de plátano secas, idealmente en un molino de martillos de velocidad de su eje de giro de 800 revoluciones por minuto, hasta obtener un gránulo reducido.
- EMPAQUE: envasar el producto en recipientes y/o envases adecuados.

### 3.2.5 Procedimiento para elaboración de hojuelas (CHIPS)



Fig. 11. Plátano en hojuelas

#### 3.2.5.1 Proceso tecnológico

- INSPECCIÓN Y SELECCIÓN: se debe inspeccionar para determinar el grado de Contaminación o impurezas que contenga la unidad de transporte y deberán Seleccionarse de acuerdo con el criterio pre-establecido (madurez fisiológica, etc.)
- LAVADO: se realiza para eliminar la suciedad, tierra, látex (en caso de los plátanos). Se pueden utilizar dos métodos: inmersión en agua, también bajo un chorro de agua.
- PELADO: la eliminación de la cáscara constituye uno de los procesos más importantes dentro del procesamiento de plátanos verdes, debido a la adherencia de ésta a la pulpa y a la presencia del látex en la cáscara. Se utilizan en general varios métodos, pero si se considera el proceso para una planta pequeña de artesanal a semi-industrial, el más indicado es el manual: éste se debe realizar con cuchillos o un pelador de papas con suficiente filo.

- **REBANADO:** Es importante saber el tipo de hojuela que se desea ofrecer al consumidor, dependiendo del producto, en caso de los tubérculos serán esféricos, pero en caso del plátano podrán ser tanto esféricos como de forma alargada. Según pruebas realizadas con diferentes tubérculos se recomiendan utilizar los siguientes grosores de hojuelas

**Tabla 3.** Grosor para fritura.

Producto	Tiquisque	Name	Nampí	Plátano
Grosor (mm)	1.0	2.0	1.5	2.0

El proceso de rebanado debe realizarse directamente sobre las canastas del freidor, pues de esta manera se evita que se adhieran unas con otras.

- **FRITURA:** Las hojuelas se someten a la acción del aceite caliente, a una temperatura de 150-160°C por 3 a 4 minutos. Sin embargo, el tiempo y la temperatura que se utilizan van a estar definidas por el tipo de freidor y su eficiencia, así como por la relación aceite-producto.
- **ESCURRIDO:** El exceso de aceite se debe eliminar mediante el escurrido del mismo, se puede utilizar una mesa con doble fondo, de manera que el aceite pueda escurrir, recogerse y luego reutilizarse. Se puede también utilizar algún equipo que gire sobre un eje, como una lavadora, de esta manera se facilita el escurrido del aceite.
- **CONDIMENTADO:** Es la operación en la cual a la hojuela ya lista se le aplica un condimento específico para darle un sabor definido, como por ejemplo, aplicarle sabor a cebolla, sabor a barbacoa etc. Esta práctica es de suma importancia para efectos de diferenciación del producto ante el consumidor y ante la gran competencia que existe hoy día en este tipo de producto.
- **EMPAQUE:** Las hojuelas ya fritas deben estar a la temperatura ambiente para Empacarlo en bolsas plásticas adecuadas (polipropileno, celofán. etc.). Una vez Colocado en producto en la bolsa, se procede a sellar la bolsa tratando de dejar la Menor cantidad de oxígeno (aire) dentro de ella, ya que produce oxidaciones de la grasa.

### 3.2.5.2 Otras consideraciones importantes

Existen además algunas condiciones que es necesario tomar en cuenta durante el Proceso de las frituras:

- **Temperatura:** a mayor temperatura la cocción es más rápida, sin embargo a temperaturas muy altas hay deterioro de las grasas. A temperaturas bajas hay mayor adsorción de grasa.
- **Los rendimientos para la obtención de chips son variables pero para efectos de cálculo se puede considerar un rendimiento de 25% con base en la materia prima inicial, esto quiere decir que de 100 Kg. de raíces o tubérculos se obtienen 25 Kg. de fritura.**
- **Relación aceite-producto:** esta relación debe ser tal que permita que la temperatura del aceite no baje tanto que se alargue el proceso de fritura provocando un enfriamiento que provoca una mayor absorción de grasa en el producto, es específica para cada proceso según el producto.

- La fuente de calor y la distribución del mismo debe permitir la recuperación rápida de la temperatura de cocción.
- Mantener la calidad del aceite: puede ser por filtración o reposición del mismo.
- En caso de necesitarse puede considerarse el uso de sustancias químicas antioxidantes para evitar el deterioro de la grasa que queda incorporada en la hojuela, tratando de alargar así la vida útil del producto.

Otra opción es el uso de empaques que eviten la exposición del producto a la luz, ya que este factor ayuda al deterioro de la grasa (oxidación).

### **3.3 EQUIPOS**

#### **3.3.1 Equipos requeridos para patacones prefritos congelados**

- Mesas de selección
- Tanques o mesas de lavado con aspersores
- Mesas de pelado, escaldador o marmita
- Tablas y cuchillos con y sin filo
- Freidor y campana de extracción
- Centrífuga
- Formadores manuales o sistema semi-automático de prensado
- Túnel de congelación IQF
- Selladora de bolsas normal o al vacío.
- Cámara de mantenimiento

#### **3.3.2 Equipo requerido para plátano maduro congelado**

- Mesas de selección
- Tanques o mesas de lavado con aspersores
- Mesas de pelado, escaldador o marmita
- Tablas y cuchillos con y sin filo
- Freidor y campana de extracción
- Centrífuga
- Túnel de congelación IQF
- Selladora de bolsas corriente o al vacío.
- Cámara de mantenimiento

#### **3.3.3 Equipo de proceso y utensilios para elaboración de hojuelas**

El equipo básico necesario para la elaboración de frituras es el siguiente:

- Pila de lavado
- Mesa de preparación (pelado)
- Balanzas: peso de producto fresco, peso de aditivos
- Rebanadora
- Freidora
- Selladora
- Mesa de empaque

- Tinajas
- Cuchillos
- Baldes

### 3.4 PARTES GENERALES DE LOS EQUIPOS

#### 3.4.1 Centrífugas

Definición del equipo: Una centrífuga es un aparato que aplica una fuerza centrífuga sostenida (esto es, una fuerza producida por rotación) para impeler la materia hacia afuera del centro de rotación. Este principio se utiliza para separar partículas en un medio líquido por sedimentación.

##### 3.4.1.1 Tipos de separador mecánico

Materiales separados	Separadores
Líquido de líquido	Tanques de sedimentación, ciclones líquidos, decantadores centrífugos, coalescedores.
Gas de líquido	Tanques fijos, deaeradores, rompedores de espumas.
Líquido de gas	Cámaras de sedimentación, ciclones, precipitadores electroestáticos, separadores de choque.
Sólido de líquido	Filtros, filtros centrífugos, clarificadores, espesadores, centrífugas de sedimentación, ciclones líquidos, criba húmeda, separadores magnéticos.
Líquido de sólido	Prensas, extractores centrífugos.
Sólido de gas	Cámaras de sedimentación, filtros de aire, filtros de bolsa, ciclones.
Sólidos de sólidos	Cribas, clasificadores neumáticos y húmedos, clasificadores centrífugos.

La fuerza centrífuga se genera dentro del equipo estacionario mediante la introducción de un fluido con alta velocidad tangencial a una cámara cilindro cónica, formando un vórtice de considerable intensidad. Los ciclones que se basan en este principio extraen gotas líquidas o partículas sólidas de los gases con diámetros hasta de 1 a 2  $\mu\text{m}$ . Unidades más pequeñas, llamadas ciclones líquidos, separan las partículas sólidas de los líquidos.

La alta velocidad que requiere un líquido a la entrada de estos se obtiene con bombas estándar. En los equipos giratorios se genera una fuerza centrífuga mucho mayor que en los equipos estacionarios (tazones o canastas operados en forma mecánica, normalmente de metal, giran en el interior de una carcasa estacionaria). Al rotar un cilindro a alta velocidad, se induce un esfuerzo de tensión considerable en la pared del mismo. Esto limita la fuerza centrífuga, que puede generarse en una unidad de tamaño y material de construcción dados. Por lo tanto, solamente pueden desarrollarse fuerzas muy intensas en centrífugas pequeñas.

La base física de la separación es la acción de la fuerza centrífuga sobre las partículas en rotación, que aumenta con el radio del campo rotacional y con la velocidad de rotación. La velocidad de sedimentación se determina por la densidad de las partículas. Las partículas densas sedimentan primero, seguida de las partículas más ligeras. En función de las condiciones existentes, las partículas muy ligeras pueden incluso permanecer en suspensión.

La fuerza centrífuga relativa guarda relación con el número de revoluciones del rotor por minuto conforme a la fórmula:

$$FCR = 1,118 \times 10E-6 \times r \times n^2 \quad \text{EC (1).}$$

en donde

FCR = fuerza centrífuga relativa (g)

r = radio en milímetros desde el pivote de la centrifugadora hasta la punta del punto, y

n = número de revoluciones por minuto

#### 3.4.1.2 Descripción del equipo:

- La centrífuga consiste en una canasta cilíndrica y de las mallas. El canasto cilíndrico de la centrífuga, que está suspendido de una flecha o "huso" tiene sus costados perforados y forrados de tela metálica; entre el forro y el costado hay láminas de metal que contienen de 400 a 600 perforaciones por pulgada cuadrada (62 a 93 perforaciones por cm.2)
- La canasta: está diseñada para recibir la masa cocida por tratar y colocada en un eje vertical en cuyo extremo superior se encuentra el motor o la toma de fuerza que mueve a la máquina.
- Las mallas: la amplitud del esparcimiento no permite que la canasta esté guarnecida por una simple lámina perforada o una simple malla perforada o una simple malla: la mayor parte de las perforaciones caerían sobre la pared lisa de la canasta y no dejarían escapar las mieles.

#### 3.4.1.3 Tipos De Centrifugas

Existen 2 grandes tipos de centrifugas:

##### 1) Centrífuga de Sedimentación:

Esta contiene un cilindro o un cono de pared sólida que gira alrededor de un eje horizontal o vertical. Por fuerza centrífuga, una capa anular de líquido de espesor fijo se sostiene contra la pared. A causa de que esta fuerza es bastante grande comparada con la de la gravedad, la superficie del líquido se encuentra esencialmente paralela al eje de rotación, independientemente de la orientación de la unidad. Las fases densas "se hunden" hacia fuera y las fases menos densas se levantan hacia dentro. Las partículas pesadas se acumulan sobre la pared y deben retirarse continua y periódicamente.

##### 2) Centrífugas de Filtro:

Estas operan como el tambor de rotación de una lavadora doméstica. La pared de la canasta está perforada y cubierta con un medio filtrante, como una tela o una rejilla fina, el líquido pasa a través de la pared impelido por la fuerza centrífuga dejando una torta de sólidos sobre el medio filtrante. La rapidez de filtración se incrementa con esta fuerza y con la permeabilidad de la torta sólida. Algunos sólidos compresibles no se filtran bien en una centrífuga a causa de la deformación que sufren las partículas por la acción de la fuerza centrífuga, por lo que la permeabilidad de la torta se ve reducida considerablemente. La cantidad de líquido que se

adhiera a los sólidos después que éstos se han centrifugado depende también de la fuerza centrífuga aplicada; en general, el líquido retenido es considerablemente menor que el que queda en la torta que producen otros tipos de filtros.

#### 3.4.1.4 Clasificación

Dependiendo del mecanismo utilizado para realizar su trabajo, las centrífugas se clasifican en:

##### 1) Centrífugas Hidráulicas

Para este tipo de centrífuga es necesario un litro de agua por segundo para un H.P. Cuando la presión se aplica con una bomba centrífuga, ésta tiene generalmente, un rendimiento propio de 0.65 a 0.80. Las bombas bien construidas, llegan fácilmente a 0.75.

Ventajas:

- Su conservación es simple; las piezas que más se desgastan son las boquillas, que se reemplazan fácilmente.
- En algunos países se ha llegado a hacerlas girar muy rápidamente, aumentando la presión del agua y la potencia de las bombas.

Desventajas:

- Tienen un alto consumo de potencia por el bajo rendimiento de la rueda Pelton.
- El problema anterior se acentúa más si se les hace trabajar con compresores de acción directa, que consumen de 35 a 40-Kg. por H.P.
- Su arranque es relativamente lento.

##### 2) Centrífugas De Banda

Este tipo de centrífugas se reúne en baterías movidas por un eje longitudinal común que, a su vez, es mandado por un motor. Los ejes de las centrífugas son verticales y por lo tanto, la transmisión necesita poleas locas para el regreso de la banda. El eje longitudinal gira comúnmente a una velocidad de aproximadamente un tercio de la de las máquinas. El cálculo de las centrífugas de banda, se hace a partir del par y de la aceleración angular, pudiendo considerarse ésta como constante durante el período de arranque.

Ventajas:

- Son las baratas de instalar.
- Son simples y su conservación es fácil.
- Causan al motor pocas cargas intempestivas y dar una marcha suave y regular.

Desventajas:

- El desgaste de las bandas es considerable
- Las necesidades de potencia sin ser tan altas como las de las centrífugas hidráulicas, son mayores que las de las centrífugas con mando eléctrico directo.
- Han perdido terreno en favor de las centrífugas con mando eléctrico.

### 3) Centrífugas De Mando Eléctrico

Estas máquinas se manejan con un motor eléctrico vertical, cuyo eje es continuación del eje de la centrífuga. El mando de la máquina se efectúa por medio de un embrague de fricción consistente en dos zapatas de material flexible provistas de dos balatas de fricción y convenientemente cargado. Las zapatas están fijadas al eje del motor y giran dentro de un tambor que a su vez está fijo al eje de la centrífuga, resbalan al principio, arrastrando la centrífuga que gira más y más rápidamente y al fin de determinado tiempo las zapatas se adhieren completamente. La rapidez de aceleración puede modificarse considerablemente, modificando el peso de carga de las zapatas o cambiando el grueso de la banda flexible de que están hechas.

Ventajas:

- Cada máquina centrífuga es independiente, es decir, forma una unidad separada.
- Por esta ventaja se economizan correas y tuberías.
- Si algún motor se descompone, sólo se para una máquina y ésta es una ventaja contra la pérdida de tiempo.
- El motor individual es el arreglo que permite las más altas capacidades, la mejor calidad del azúcar y el uso más completo del equipo.
- Necesidades de mano de obra son mínimas.
- La conservación es simple; las descomposturas, las paradas y las reparaciones de los motores, son raras.

Desventajas:

- Este tipo de centrífugas son bastante caras.
- Su motor disminuye el factor potencia.

### 4) Centrífugas Baches

Las partes más importantes de este tipo de centrífugas son:

- Canasto: también llamado "drum". La porción cilíndrica está perforada con hoyos de 1/8" – 1/4". La parte superior tiene un labio sólido el cual fija el espesor de la masa, normalmente oscila entre 7 y 10 pulgadas.
- Tumbador: es un mecanismo de descarga que actúa neumáticamente que posee una cuchilla que raspa el sólido en el canasto.
- Eje: el canasto se une al eje central en el fondo. El eje conecta el canasto con el motor.
- Bearing: Toda la parte rotativa está soportada sobre los bearings.
- Switch
- Envoltorio
- Cedazos

Ventajas:

- Ofrece un buen lavado de la masa cocida.
- Bajo consumo de energía.

Desventajas:

- Requerimientos de mantenimiento considerables.
- Costo de operación y capital altos.

5) Centrífugas Continuas:

Este tipo de centrífuga gira a velocidad constante, por tal razón usa menos controles. Esto hace que el costo de mantenimiento sea menor. El canasto es cónico con ángulos entre 30 y 34 grados. Este ángulo permite al cristal de azúcar subir y ser descargado en la parte superior del canasto debido a la fuerza centrífuga.

La alimentación debe colocar el flujo de masa en el centro del canasto y producir una capa uniforme en la parte inferior del canasto.

Los cedazos son similares a los de las centrífugas bache pero tienen las siguientes diferencias:

- El cedazo debe estar fijo al canasto.
- El tamaño de los hoyos es diferente.

Ventajas:

- Bajo requerimiento de personal para su manejo.
- Poca necesidad de mantenimiento.
- Bajo costo de capital y operacional.

Desventajas:

- Alto consumo de energía eléctrica.
- Pobre lavado de masa cocida.
- Alta rotura de cristales.
- Dependiendo de sí la centrífuga o su parte giratoria tenga una pared sólida, una pared perforada o una combinación de ambas, estas se clasifican en:
  - Tipo botella
  - Tubulares
  - Tipo disco
  - Tipo vacuum

1) Centrífuga Tipo Botella:

Es un separador tipo lote, el cual es usado primordialmente para investigaciones, pruebas o controles. La separación toma lugar en un tubo de ensayo o en un envase tipo botella, el cual es simétricamente montado en una vara vertical. La vara de una centrífuga de este tipo está usualmente dirigida por un motor eléctrico, turbo-gas, o por un mecanismo de tren dirigido manualmente localizado encima o debajo del rotor.

En la mayoría de los casos, las botellas son sostenidas por envases de metal bastante fuertes, de tal modo que su eje sea perpendicular al eje de rotación, y algunas centrífugas tipo botella,

los tubos de ensayo o botellas están inclinadas a un ángulo de 37° al eje de rotación, a fin de reducir la distancia a la que el material debe ser colocado.

Este tipo de centrífugas es un equipo estándar para la mayoría de los laboratorios biológicos, químicos o médicos. Son usados para separar materiales sólidos en suspensión o para clarificar líquidos cuando las precipitaciones no suceden en un tiempo razonable en el campo gravitatorio.

## 2) Centrífugas Tubulares:

Las centrífugas tubulares son usadas mayormente para la separación continua de líquidos de otros líquidos o de partículas muy finas de líquidos. En general, son usadas cuando se requieren altos requerimientos de centrifugación. El tazón rotatorio de una centrífuga tubular consiste en un largo tubo hueco.

Para separación continua, el material a centrifugar es introducido en el extremo cerca del eje. En muchos casos la separación no es completa y se debe pasar el material varias veces a la máquina.

Estas centrífugas son movidas por un motor de alta velocidad o una turbina de aire o vapor. La sedimentación toma lugar como un fluido que fluye desde un extremo del tubo al otro. Cuando el material consiste en pequeñas partículas o moléculas y la concentración es muy baja, el material sólido es usualmente dejado depositarse en la pared. En este caso, la máquina es operada como una centrífuga por lote.

Las centrífugas tubulares se usan en un sinnúmero de aplicaciones, tales como: purificación de vacunas (vacunas no centrifugadas contienen gran cantidad de materiales no esenciales y dañinos; purificación de aceites de lubricación e industriales; clarificación y purificación de productos alimenticios tales como aceites esenciales, extractos y jugos de fruta; separación de líquidos inmiscibles que no pueden ser separados por gravedad.

## 3) Centrífugas Tipo Disco:

Consiste en una pila de discos delgados en forma de conos. La sedimentación toma lugar en dirección radial en el espacio entre los conos adyacentes. La centrífuga tipo disco usualmente opera en forma continua. Estas centrífugas son usadas para separación de líquidos en los cuales el sólido o componentes inmiscibles que están en bajas concentraciones. Son usadas para la purificación de aceites combustibles, para el aprovechamiento de aceites usados de motores, y para refinación de aceites vegetales.

## 4) Centrífugas Tipo Canasta:

Estas centrífugas son llamadas a menudo "centrífugas filtro o clarificadores". Tienen una pared perforada y un rotor tubular cilíndrico. En la mayoría de los casos para pared externa la centrífuga consiste en una fina malla metálica o una serie de mallas soportadas por una pesada malla gruesa, la cual a su vez es soportada por un plato.

El líquido pasa a través de la malla, y las partículas muy largas se depositan en esta. Estas centrífugas son empleadas en la manufactura de caña de azúcar, en el secado de ropa en

lavadoras caseras y en el lavado y secado de diferentes tipos de cristales y materiales fibrosos.

### 5) Centrífugas tipo vacuum:

En estas centrífugas, el rotor gira en aire o algún otro gas a presión atmosférica. La fricción gaseosa en el rotor giratorio aumenta a un promedio relativamente alto, tal así que la energía requerida por el motor aumenta también. Esto da como resultado que la temperatura del rotor aumenta drásticamente, algunas veces excediendo el punto de ebullición del agua.

Estas centrífugas pueden ser usadas para la determinación de pesos moleculares de prácticamente todas las sustancias en solución. En centrífugas modernas, los conductores de aire han sido reemplazados por conductores con motores eléctricos más eficientes. Las centrífugas tipo vacuum son utilizadas para purificar muchos materiales biológicos que no pueden ser fácilmente separados por otros métodos.

### 3.4.2 Freidoras

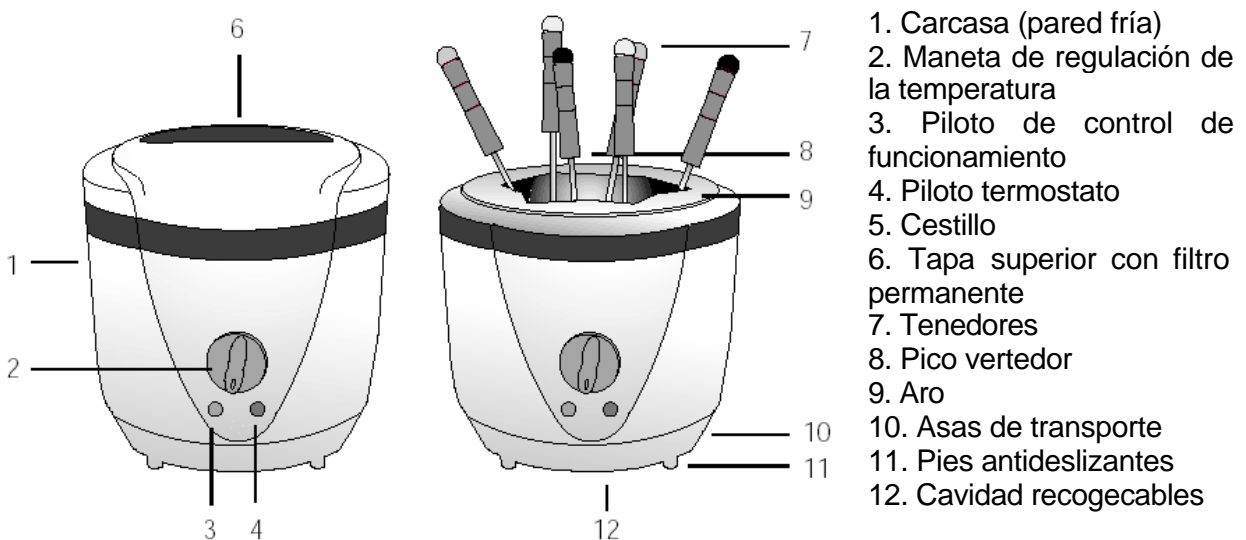


Fig. 12. Freidoras

### 3.4.3 Molino

Una vez que las materias primas han sido almacenadas y se encuentran listas para procesarse, son transportadas al área de molienda, aquí es donde los ingredientes serán fraccionados al tamaño adecuado, dependiendo del tipo de alimento que se desee hacer, de las materias primas y del tipo de molino. Los molinos varían en su capacidad y forma dependiendo de la marca que se utilice, pero en todos los casos, el tamaño de la partícula está relacionado con la potencia del motor, a menor tamaño, se requiere de mayor potencia.

### 3.4.3.1 Tipos de molinos

#### 3.4.3.1.1 Molino de martillos

El molino de martillos es el más utilizado en plantas de alimentos pequeñas, ya que requieren de una baja inversión inicial, son fáciles de operar y no requieren de mucho mantenimiento. Como su nombre lo indica, este tipo de molino utiliza martillos metálicos que giran a gran velocidad para fraccionar los ingredientes, el tamaño de la partícula final depende de la criba por la cual pasa el producto molido. Existen diversos tipos de martillos que se utilizan de acuerdo al tipo de material que se desea moler. Las cribas también son de diferentes diámetros para así obtener partículas de tamaño distinto. Es importante tomar en cuenta la distancia ente el martillo y la criba, así, para obtener una molienda gruesa se recomienda que esta sea de 7/16" a 1/2", y para molienda fina de 3/16" a 7/32". Los fabricantes han puesto una atención particular en el radio de abertura de la criba y los caballos de fuerza (HP) del molino, el radio recomendado para granos es de 55 cm<sup>2</sup>/HP, ya que una insuficiente área de abertura resulta en la producción de calor y puede disminuir la capacidad en mas del 50%. Sin embargo, este tipo de molinos tiene ciertas desventajas, tales como mayor consumo de energía, mayor producción de polvo y ruido y requieren de aspiración periódica ya que el vaciado no es completo.

#### 3.4.3.2 Molino de rodillos

En este tipo, la molienda se lleva a cabo al hacer pasar a los ingredientes por uno o más pares de rodillos (generalmente de metal) montados horizontalmente; al pasar los ingredientes por los rodillos son triturados finamente. La principal desventaja de este tipo de molino es su alto costo, sin embargo el rendimiento de energía eléctrica es mayor que el del molino de martillos, aunque requiere de mayor mantenimiento. La calidad del producto molido es mayor, además produce menos ruido, polvo y no requiere de aspiración.



### 3.4.4 Balanza

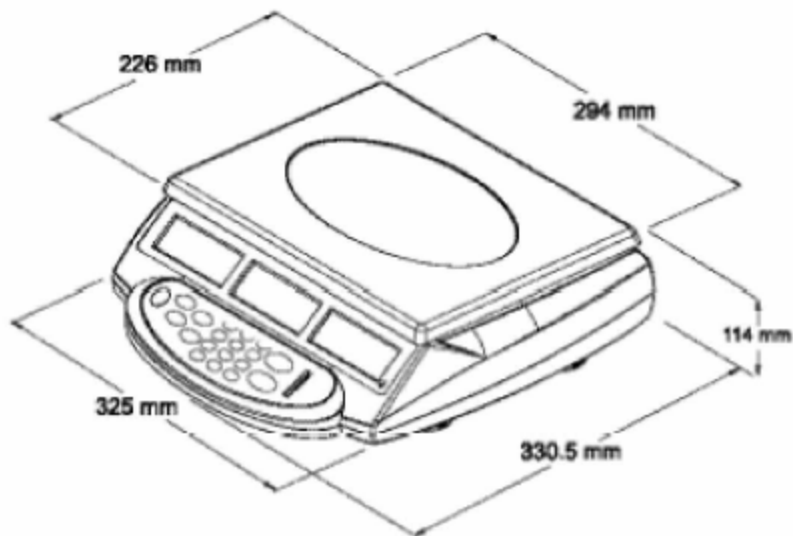


Fig. 13. Balanza

### 3.4.5 Empacadora

#### 3.4.5.1.1 Bolsitas "absorbentes de oxígeno"

Desde hace algún tiempo, la industria de la alimentación y electrónica ha utilizado envases con absorbentes de oxígeno. Últimamente ha comenzado a emplearse en el ámbito de la conservación y preservación de una amplia gama de objetos de valor cultural. Se utiliza en conjunto con recipientes sellados y con barrera de oxígeno al vacío o no. Las bolsitas pueden reducir el nivel de oxígeno en el interior de un recipiente hermético a menos de un 0,01% y consiguen que este nivel se mantenga estable dependiendo de la permeabilidad que presente el material del recipiente al paso del oxígeno.

Los absorbentes de oxígeno también se utilizan junto con las películas barrera para erradicar insectos y plagas.

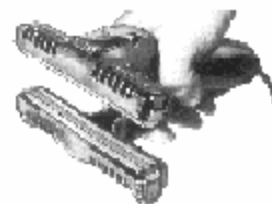
#### 3.4.5.1.2 Tipos de selladoras



SELLADORA S AL VACIO



ArchiPress  
Máquina de sellado al vacío.



SOLDADORES TÉRMICAS  
CXD Criss# Cross@ portátil

Fig. 14. Selladoras

### 3.5 INDUSTRIAS DESTACADAS

En Bogotá esta situada una industria dedicada a la fabricación de harina de plátano y de otros vegetales, además tiene dentro de sus productos una amplia gama de sabores en la harina como, fresa, natural, vainilla, canela, etc.

Nombre de la empresa: Productos alimenticios la cascada - Bogota Colombia.

### 3.6 PROCESO TECNOLÓGICO EN PEQUEÑA ESCALA

Descripción de una realización práctica de harina de cáscara de plátano para pienso.

- **LAVADO:** efectuar un lavado con agua a presión de las piñas y/o manojos de plátanos, por medio preferentemente de lanzas de agua presión o similares, y separar (desmanizar) los plátanos.
- **INMERSIÓN:** sumergir los plátanos en recipientes con agua hirviendo durante 4 minutos.
- **ESCURRIDO:** retirar los plátanos del baño de agua hirviendo y dejar secar a temperatura ambiente.
- **PELADO:** separar la cáscara de la pulpa manualmente idealmente mediante la realización de una incisión longitudinal y dos incisiones extremas.
- **SECADO:** dejar secar las cáscaras al aire libre.
- **TROCEADO Y MOLIENDA:** trocear y, molturar las cáscaras secas, en molino de martillos cuyo eje gira a 800 revoluciones por minuto, hasta obtener un granulo reducido.
- **EMPAQUE:** envasar el pienso obtenido de las cáscaras en recipientes y/o envases adecuados.



Fig. 15. Plátano verde

Para realizar los demás procedimientos es igual solo que cambia la cantidad de materia prima y se pueden hacer manualmente los procesos.

## 4 CONCLUSIONES

El proceso de elaborar productos derivados del plátano no es un algo demasiado complicado, por lo cual debemos como tecnólogos en alimentos prestar atención a productos como este que son propios de América latina y que podemos aprovechar al máximo, ya que además de producir harina como alimento para humanos, podemos diversificar este producto hacia mercados de alimentación animal y de consumo masivo como los alimentos llamados pasabocas que son los patacones, maduritos, etc. que tienen gran aceptación en nuestro país.

## 5 BIBLIOGRAFÍA

### 5.1 CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAYA, O. et al. 1995. Alternativas de industrialización del banano y el plátano. San José, CITA-UCR.
- DIAZ, D.; VILLALOBOS, M.; ALVARADO, D. 1977. Preparación y conservación de productos semi-procesados de plátano en diferentes estados de madurez.. Colombia

### 5.2 5.2. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <http://www.invenia.es/oepm:e03755194>
- [http://www.cadenagramonte.cubaweb.cu/ciencia/siembra\\_de\\_platanos.asp](http://www.cadenagramonte.cubaweb.cu/ciencia/siembra_de_platanos.asp)
- [http://www.mercanet.cnp.go.cr/Desarrollo\\_Agroid/documentospdf/PI%C3%A1tano\\_FTP.pdf](http://www.mercanet.cnp.go.cr/Desarrollo_Agroid/documentospdf/PI%C3%A1tano_FTP.pdf)
- [http://www.tecnipes.com/PDF/EC\\_Cuentapiezas.pdf](http://www.tecnipes.com/PDF/EC_Cuentapiezas.pdf)
- [http://www.cipasla.org/material\\_divulgativo/agroindustria/industrializacion\\_platano](http://www.cipasla.org/material_divulgativo/agroindustria/industrializacion_platano).
- [http://www.mercanet.cnp.go.cr/Desarrollo\\_Agroid/documentospdf/PI%C3%A1tano\\_FTP.pdf](http://www.mercanet.cnp.go.cr/Desarrollo_Agroid/documentospdf/PI%C3%A1tano_FTP.pdf)
- <http://www.arteymemoria.com/oxigen%20free.pdf>
- <http://www.arteymemoria.com/oxigen%20free.pdf>
- <http://www.ual.es/docencia/jfernand/TA/Tema9/Tema9-Congelacion.pdf>
- [http://www.mercanet.cnp.go.cr/Desarrollo\\_Agroid/documentospdf/Hojuelas\\_FTP.pdf](http://www.mercanet.cnp.go.cr/Desarrollo_Agroid/documentospdf/Hojuelas_FTP.pdf)