

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



**“ESTUDIO PROXIMAL COMPARATIVO DE LA CASCARA Y PULPA DEL
PLATANO (*Musa paradisiaca*) PARA SU APROVECHAMIENTO COMPLETO EN LA
ALIMENTACION HUMANA Y ANIMAL”**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR

CLAUDIA ERIKA AYALA TORRES

GEORGINA MARIA RIVAS CORTEZ

CARMEN BERNARDA ZAMBRANA RODRIGUEZ

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADA EN QUIMICA Y FARMACIA

MAYO DE 2003

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA



© 2001, DERECHOS RESERVADOS

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA

DRA. MARIA ISABEL RODRIGUEZ

SECRETARIA GENERAL

LIC. LIDIA MARGARITA MUÑOZ VELA

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANA

LIC. MARIA ISABEL RAMOS DE RODAS

SECRETARIA

LIC. ANA ARELY CACERES MAGAÑA

COMITE DE PROCESOS DE GRADUACION

COORDINADORA GENERAL

LIC. MARIA CONCEPCION ODETTE RAUDA ACEVEDO

COORDINADORA DEL AREA DE CALIDAD AMBIENTAL

LIC. CECILIA HAYDEE GALLARDO DE VELASQUEZ

COORDINADORA DEL AREA DE TOXICOLOGIA Y QUIMICA LEGAL

LIC. MARIA LUISA ORTIZ DE LOPEZ

DOCENTE DIRECTOR

LIC. RENE ANTONIO RODRIGUEZ SORIANO

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso, por permitirnos culminar nuestra carrera con éxito.

A la Dra. Francisca Cañas de Moreno, Lic. Yanira de Linares, y demás personal del Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas; por su valiosa colaboración.

Al Lic. René Antonio Rodríguez Soriano, por la asesoría de nuestro trabajo, por su paciencia, disposición y cariño en todo momento.

Al Comité de Procesos de Graduación, por orientarnos a través de sus evaluaciones a un mejor desarrollo de nuestro trabajo.

A las Licenciadas María Elisa Vivar de Figueroa y Ena Herrera, por su disposición y aporte en la parte experimental de nuestro trabajo.

A los Laboratoristas de la Facultad de Química y Farmacia, por su apoyo, cooperación y tiempo prestado.

A las Profesoras de Tecnología Farmacéutica, Lic. Reina Maribel Galdámez, Lic. Cecilia Monterrosa y Lic. Rossana Brito por su apoyo, paciencia y cariño.

A Lic. Mauricio Carranza, por su disponibilidad y colaboración desinteresada.

Al Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), por facilitarnos la información necesaria para realizar nuestra investigación.

A la Tía Norma, por su disposición a colaborarnos cuando más lo necesitábamos.

Claudia, Georgina y Bernarda.

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO, por ser la fuerza que alimenta mi ser y por haberme dado la sabiduría necesaria para culminar esta meta.

A MIS PADRES, por su esfuerzo y dedicación, por hacer de mí una persona con principios y objetivos definidos, pero especialmente por su amor y comprensión.

A MIS HERMANOS, por su ayuda, aliento y amor brindado a lo largo de mi vida.

A MI FAMILIA, por amarme y apoyarme incondicionalmente en todas las áreas de mi vida.

A MIS HERMANOS DE COMUNIDAD, por sus oraciones y amor fraternal.

A MIS AMIGOS, por su amistad sincera, compañía y consejo oportuno en cada momento compartido.

A MIS COMPAÑERAS DE TESIS, por su perseverancia, dedicación y entrega, pero sobre todo por el cariño brindado.

Claudia Erika Ayala Torres.

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO, por darme vida para realizar uno de mis mayores sueños y sabiduría para hacer buenas elecciones. Gracias por otra oportunidad!!

A MI MADRE, por apoyarme y confiar en mí siempre; por estar en mis momentos difíciles y con tus palabras de aliento cambiar todo el panorama. Gracias por tu amor.

A MI PADRE, por todas tus enseñanzas y todo tu amor. Gracias por cuidarme desde el cielo, yo sé que siempre estás conmigo. Te extraño y te amo.

A MIS ABUELOS, por todo su amor, ternura y comprensión. Gracias por sus oraciones y consejos. Los amo.

A MIS TIOS, por apoyarme y desearme siempre la mejor de las suertes; por compartir mis triunfos. Tía Normita, gracias por todo su tiempo invertido a lo largo de mi carrera; Tía Pil, Tía Mirna, Tía Regina y Tío Mayco gracias por su cariño y apoyo.

A MIS PRIMOS Y SOBRINOS, por ayudarme a distraerme cuando más lo necesitaba, por su cariño y comprensión. Los quiero muchísimo.

A BERNA Y CLAUDIA, mis amigas y compañeras de tesis, por soportarme, quererme y apoyarme. Que Dios las bendiga siempre, éxitos en su vida. Las quiero mucho.

A MIS AMIGOS, Graciela, Beatriz, Triny, Geovanny, Murillo, Karla, Carolina, Max, Mario, René Francisco, Juan Luis, Malcolm y Federico; que en el transcurso de mi carrera me dieron todo su apoyo y cariño. Gracias por todas las "locuras" que vivimos.

Georgina María Rivas Cortez.

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO, por haberme iluminado y fortalecido en cada momento permitiéndome llegar hasta aquí y dejar que siga adelante.

A MIS PADRES, Carmen de Zambrana y Horacio Zambrana, por apoyarme en mis proyectos y durante los años de estudio.

A MI HERMANO, Darío Zambrana, por brindarme cariño al estar en los buenos y malos momentos de mi vida y saber comprenderme.

A MI HERMANA, Juanita Zambrana, por estar presente cuando más la he necesitado y “soportarme” tanto tiempo.

A MIS ABUELOS, Jesús Rodríguez (de grata recordación), Oralia Baires y Juana Rivera Vda. de Zambrana (de grata recordación) por mantenerse en mí vida como un ejemplo a seguir.

A MIS TÍOS, por ayudarme a forjar mis pasos.

A MIS COMPAÑERAS DE TESIS, Georgina Rivas y Claudia Ayala, amigas incondicionales; a pesar de todo, lo logramos.

A MIS AMIGOS, por la solidaridad y honestidad mostrada a lo largo de nuestra amistad.

Carmen Bernarda Zambrana.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
RESUMEN	
INTRODUCCION	
OBJETIVOS	11
CAPITULO I	
FUNDAMENTOS TEORICOS	
1. Frutas	13
2. Generalidades sobre las musáceas	14
3. El plátano	
3.1 Clasificación botánica	15
3.2 Características del fruto	15
3.3 Requerimientos de clima, suelo y siembra	18
3.4 Variedades del plátano	19
3.5 Cosecha	20
3.6 Riego	20
3.7 Plagas	21
4. Componentes básicos de los alimentos	
4.1 Carbohidratos	22

4.2 Proteínas	22
4.3 Grasa	23
4.4 Humedad	23
4.5 Fibra	24
4.6 Otros componentes	24
4.6.1 Minerales	25
4.6.2 Vitaminas	25
5. Definición de harinas	27

CAPITULO II

DISEÑO METODOLOGICO

1. Selección de la muestra	29
2. Harina de plátano: Proceso de obtención	
2.1 Limpieza	30
2.2 Troceado	31
2.3 Presecado	31
2.4 Secado	31
2.5 Molienda	32
2.6 Tamizado	32
3. Método de análisis	
3.1 Humedad	33
3.2 Extracto etéreo	35
3.3 Proteína	37

3.4 Fibra cruda	39
3.5 Cenizas	42
3.6 Carbohidratos	43
CAPITULO III	
RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS	
1. Resultados de la elaboración de harinas de plátano verde	46
2. Resultados de la elaboración de harinas de plátano maduro	50
3. Resultados del análisis químico proximal de las diferentes harinas de plátano	54
4. Tablas de valores nutritivos de las diferentes harinas de plátano	60
CAPITULO IV	
CONCLUSIONES	62
CAPITULO V	
RECOMENDACIONES	65
BIBLIOGRAFIA	67
GLOSARIO	72
ANEXOS	

ANEXOS Y CUADROS

ANEXOS

1. Proceso de obtención de la harina de plátano
2. Material, equipo y reactivos

CUADROS

PAGINA

1. Composición del organismo y de la dieta humana	26
2. Requerimientos que debe cumplir el alimento completo para pollos de engorde	26
3. Requerimientos que debe cumplir el alimento completo para cerdos	27
4. Pulpa verde	46
5. Cáscara verde	47
6. Pulpa con cáscara verde	48
7. Pulpa madura	50
8. Cáscara madura	51
9. Pulpa con cáscara madura	52

ESQUEMA Y FIGURAS

ESQUEMA

PAGINA

- | | |
|---|----|
| 1. Etapas del período de vida del plátano | 16 |
|---|----|

FIGURAS

- | | |
|---|----|
| 1. Inflorescencia en forma de racimo | 14 |
| 2. Fruto del plátano | 17 |
| 3. Limpieza del plátano | 30 |
| 4. Troceado | 31 |
| 5. Presecado | 31 |
| 6. Secado | 31 |
| 7. Molienda | 32 |
| 8. Tamizado | 32 |
| 9. Estufa de vacío utilizada en la determinación de humedad | 34 |
| 10. Aparato de extracción utilizado en la determinación de grasa | 36 |
| 11. Aparato digestor utilizado en la determinación de proteína | 39 |
| 12. Aparato de destilación utilizado en la determinación de proteína | 39 |
| 13. Aparato de digestión utilizado en la determinación de fibra cruda | 41 |
| 14. Muffa utilizada en la determinación de cenizas | 43 |

GRAFICOS Y TABLAS

<u>GRAFICOS</u>	PAGINA
1. Rendimiento del proceso de obtención de harinas de plátano verde a partir de la muestra seca	49
2. Rendimiento del proceso de obtención de harinas de plátano maduro a partir de la muestra seca	53
3. Porcentaje de humedad en las diferentes harinas	54
4. Porcentaje de grasa en las diferentes harinas (base seca)	55
5. Porcentaje de proteína en las diferentes harinas (base seca)	56
6. Porcentaje de fibra cruda en las diferentes harinas (base seca)	57
7. Porcentaje de cenizas en las diferentes harinas (base seca)	58
8. Porcentaje de carbohidratos en las diferentes harinas (base seca)	59
<u>TABLAS</u>	
1. Valores nutritivos de harinas de plátano verde	60
2. Valores nutritivos de harinas de plátano maduro	60

RESUMEN

El plátano es una fruta que pertenece a la familia de las musáceas, se adapta a climas tropicales y subtropicales húmedos desde el nivel del mar hasta 1 200 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura óptima de crecimiento entre 18.5 y 35 °C.

Al pretender determinar el contenido nutricional del plátano mediante un análisis químico proximal e incentivar a su aprovechamiento completo en la alimentación humana y animal, se elaboró artesanalmente harina de plátano verde y maduro a partir de pulpa, cáscara y pulpa con cáscara; el proceso incluye: recolección, limpieza, troceado, presecado al sol, secado en estufa, molienda y tamizado; obteniéndose de esta forma productos con adecuada consistencia harinosa; cabe mencionar que el mayor rendimiento se obtuvo de las muestras verdes.

A las harinas se les realizó el análisis químico proximal; con lo cual se determinó que el mayor valor nutritivo lo poseen las harinas de cáscara de plátano, tanto verde como maduro, ya que presentan porcentajes elevados de humedad, grasa, proteína, fibra cruda y cenizas; no así de carbohidratos, debido a que el mayor porcentaje de estos lo presentan las harinas de pulpa de plátano (verde y maduro).

Con base a los resultados, las harinas de plátano, específicamente las obtenidas a partir de las cáscaras, constituyen una alternativa como suplemento alimenticio al suministrar un alto potencial energético; por lo cual se recomienda realizar estudios

sobre la fabricación de productos alimenticios diversos así como la fortificación de harinas y concentrados animales con las harinas de plátano.

INTRODUCCION

El Salvador es un país que presenta un aumento demográfico elevado y por ende un alto índice de desnutrición, lo anterior impulsa la búsqueda de nuevas alternativas que den paso al aprovechamiento de los recursos disponibles; bajo esta prospectiva se efectuó una investigación que pueda servir como vía alterna para solventar parte de las necesidades nutricionales que afectan a la población, particularmente a la de escasos recursos, tomando en cuenta los problemas relacionados con el aumento de precios en la canasta básica y cómo se afecta la capacidad adquisitiva de productos que influyen en la calidad de alimentación.

El plátano, es una fruta que posee múltiples ventajas: tiene buena aceptación debido a su agradable aroma, es de bajo costo, no requiere extremo cuidado técnico y el país posee las condiciones climáticas y edafológicas que favorecen su siembra; además se encuentra disponible durante todo el año, lo que posibilita su integración al consumo diario; de igual forma, proporciona un alto potencial energético ⁽²¹⁾, ya que en su composición presenta un elevado contenido de agua, carbohidratos, vitaminas y minerales. Es relevante mencionar que la cáscara de plátano, ya sea verde o madura, constituye un subproducto. En el presente trabajo se determinó mediante un estudio proximal comparativo de las harinas de plátano verde y maduro (elaboradas artesanalmente) el contenido nutricional de éstas, y al cotejar los resultados, se estableció que las harinas de cáscara tienen un contenido energético mucho mayor que las de pulpa lo cual se presenta en las tablas de valores nutritivos.

A través de este estudio se comprobó que no sólo se pueden percibir beneficios de la pulpa sino también de la cáscara, por lo cual se incentiva a su aprovechamiento completo en la alimentación humana y animal.

OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL:

Realizar un estudio proximal comparativo de la cáscara y pulpa del plátano (*Musa paradisiaca*) para su aprovechamiento completo en la alimentación humana y animal.

2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

2.1 Obtener harina a partir de la cáscara y pulpa de plátano verde y maduro.

2.2 Realizar análisis proximal a la harina obtenida de la cáscara y pulpa del plátano.

2.3 Comparar los valores nutritivos de las diferentes harinas obtenidas de las cáscaras y pulpas del plátano.

2.4 Elaborar tablas de valores nutritivos de las harinas obtenidas.

CAPITULO I

FUNDAMENTOS TEORICOS



1. Frutas

El valor alimenticio de las frutas se debe a que suministran al organismo cantidades, a veces, apreciables de proteínas, carbohidratos, minerales y vitaminas.

En las frutas frescas, el valor alimenticio es bajo debido a la gran cantidad de agua que contienen, en cambio, las frutas secas son más nutritivas ya que su bajo contenido en agua hace que se concentren los demás componentes, esto relacionándolo por unidad de peso. Además la conservación de las frutas secas es mejor que la de las frescas.

Las concentraciones de componentes en las frutas no procesadas se modifican según: la variedad, la fertilización, la estación de cosecha, el grado de madurez, las condiciones de almacenamiento y el manejo. El contenido de proteínas y grasa es bajo, las calorías provienen principalmente del almidón, la dextrina y los azúcares.

Algunas frutas poseen un valor energético definido, sobre todo el plátano, que tiene la particularidad de contener almidón además de azúcar. Al parecer, dicho almidón se digiere con gran facilidad. Los plátanos contienen poco ácido ascórbico, pero cuando se consumen en cantidad pueden hacer una contribución apreciable a la ingestión total. Las harinas de plátano contienen un 80% de carbohidratos y un 4% de proteínas y se utilizan para ciertas dietas, especialmente en la primera infancia.⁽²³⁾

2. Generalidades sobre las musáceas

Las musáceas (plátano, guineo de seda y guineo majoncho) poseen gran relevancia en la estructura económica de El Salvador, por ser un alimento básico en la dieta alimenticia, siendo el área cultivada de 4 977 Hectáreas. En el país existe una gran demanda interna de este producto, debido a que ésta aumenta en relación directa al crecimiento poblacional; como consecuencia se importan grandes cantidades de plátano y guineo de seda de Honduras y Guatemala.

El plátano, guineo de seda y guineo majoncho pertenecen a la familia de las musáceas y al género *Musa*. Dicho género es originario del Asia meridional donde se cultiva desde tiempos remotos; no es un verdadero árbol sino una hierba gigante, provista de un rizoma del que salen de 10 a 30 hojas, cuyas vainas al superponerse, forman un falso tallo. Las nuevas hojas se desarrollan encima del cilindro formado por las vainas de las hojas viejas.



Figura 1. Inflorescencia en forma de racimo

Luego de formada la última hoja, se desarrolla una inflorescencia en forma de racimo (Fig. 1) en el que se encuentran tres tipos diferentes de flores: femeninas, hermafroditas y masculinas. El número de gajos es diferente para cada variedad al igual que el número de frutos, estos carecen de semillas y se reproduce vegetativamente en forma de brotes que crecen en la base de una planta madre. ⁽⁸⁾

3. El plátano

3.1 Clasificación botánica

Tipo:	Fanerógama
Sub-tipo:	Angiosperma
Clase:	Monocotiledóneas
Sub-clase:	Inferováricos
Familia:	Musáceas
Orden:	Musa
Género:	Musa
Sección:	Eumusa
Especie:	Paradisiaca ⁽¹²⁾

3.2 Características del fruto

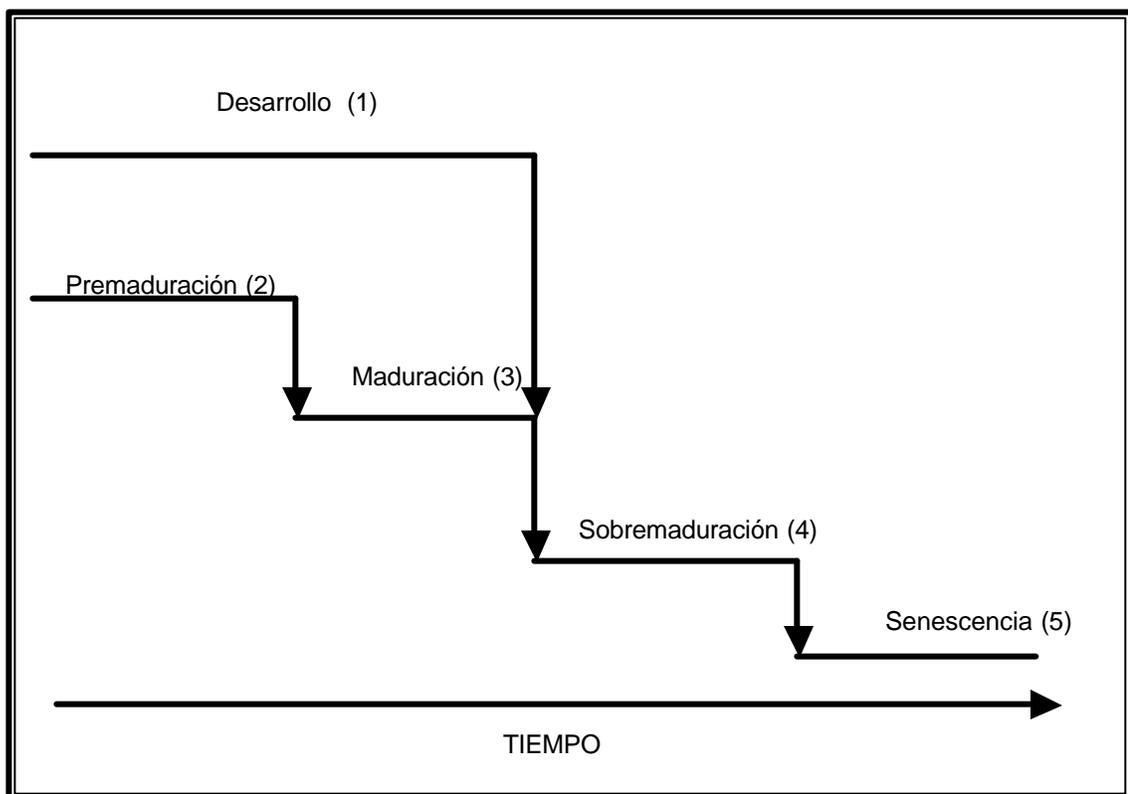


Figura 2.
Fruto del plátano

El plátano (Fig. 2) es una baya carnosa que se encuentra en racimos, posee una cáscara gruesa con aristas en la superficie, la cual lo protege, cuando madura es de color amarillo y las aristas tienden a desaparecer y queda casi lisa; el fruto tiene un tamaño promedio de 20 a 25 cm y un diámetro aproximado de 4 cm, es de sabor dulce cuando está maduro por lo que se come crudo, asado, frito, etc; cuando está verde, no es dulce y se come frito. ⁽⁸⁾

El plátano es una fruta a la que no se le permite madurar en el árbol (fruta climatérica), ya que de hacerlo, estaría sujeta a daños causados por insectos, roedores y otros animales; además, la cantidad de componentes se ven disminuidos por lo que la calidad de la fruta sería inferior que la madurada fuera de la planta.

Las etapas de desarrollo del plátano son determinadas por los cambios físicos y químicos perceptibles que éste sufre, y además se ven afectadas por el período de corta, almacenaje, transporte y tipo de venta del mismo. En el esquema N° 1 se muestran las etapas del período de vida del plátano:



Esquema N° 1. Etapas del período de vida del plátano

1. Etapa de desarrollo:

Esta inicia con la formación de la parte comestible, es decir, el engrandecimiento del fruto y cesa con la terminación del crecimiento natural, incluye las etapas de premaduración y maduración.

2. Etapa de premaduración:

Es el período de máximo engrosamiento y tamaño de la fruta. El plátano no maduro es verde oscuro y las primeras señales visibles del cambio se aprecian en el color de la cáscara (verde claro) y en la consistencia del corazón de la pulpa, ésta adquiere un color más claro y su corazón se ablanda y cambia de un color blanco total a un blanco ligeramente alterado. El ablandamiento de la pulpa avanza hacia fuera, desde el corazón, y desde la punta hasta el pedúnculo, y se puede percibir al tacto. El verde claro de la cáscara pasa a un verde amarillo pálido, y en ese estado toda la pulpa se ha ablandado perceptiblemente. A diferencia de otras frutas, en este período, el plátano se utiliza para el consumo humano y animal.

3. Etapa de maduración:

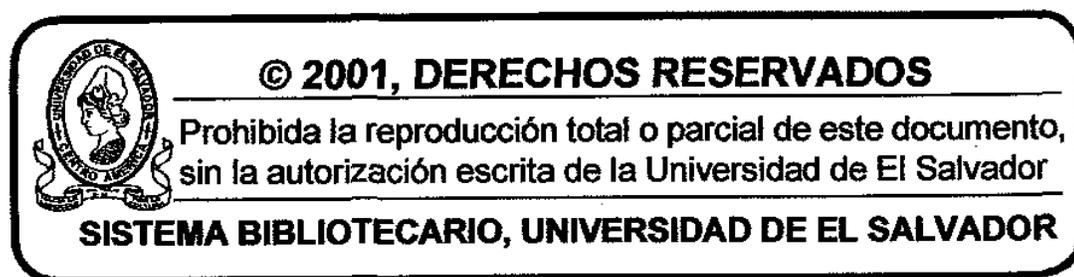
Es la etapa de máxima utilidad para consumo. Aquí, la fruta es de color amarillo intenso, habiendo desaparecido ya toda traza de verde, excepto en el ápice y en el pedúnculo. El ápice verde persiste incluso cuando la fruta ha amarilleado totalmente; a medida que desaparece el color verde de las puntas, el color amarillo se oscurece un tanto, diciéndose de la fruta que está “madura para comer”, la pulpa en ese estado, es de textura suave y color amarillento.

4. Etapa de sobremaduración:

Esta etapa se define como la secuencia de cambios de color, sabor y textura, que conlleva al estado en el cual la fruta es aún aceptable para comer a pesar de que se hayan suscitado dichos cambios. En el caso del plátano, la pulpa se “aguachenta” y en la cáscara ocurren alteraciones degenerativas, en su mayor parte causadas por infecciones fúngicas.

5. Etapa de senescencia:

En esta etapa el plátano pierde calidad, presenta desordenes fisiológicos y enfermedades inducidas por hongos. En el plátano, las primeras señales de esos cambios consisten en manchas pardas, que finalmente coalescen hasta que la cáscara se torna parda, estado en el cual la pulpa todavía se puede comer. Por último la cáscara adquiere un color pardo oscuro y la intensa infección de hongos es evidente, lo que indica el fin de utilidad para el consumo. ⁽⁹⁾



3.3 Requerimientos de clima, suelo y siembra

El plátano se adapta a climas tropicales y subtropicales húmedos, desde el nivel del mar hasta 1 200 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura óptima de crecimiento entre 18.5 y 35 °C, a temperaturas menores, se retarda el desarrollo fisiológico de la planta, retrasando así la cosecha; existen otros factores climáticos como la luz y el viento, que influyen en el cultivo de plátano. En el caso de la luz, al disminuir su intensidad el ciclo vegetativo de la planta se alarga; con respecto al viento, si la velocidad de éste es superior a 20 Km/h causa problemas de volcamiento o daño foliar de las plantas.

Los suelos ideales para el cultivo de plátano son los Francos, (franco arenoso, franco arcilloso-limoso), profundos, fértiles, el pH óptimo varía de 5.5 a 7.0 , bien drenados y de topografía plana o casi plana; los suelos demasiado pesados como los arcillosos no deben utilizarse por que no le permiten a la raíz del plátano una buena aireación, lo que favorece el crecimiento de hongos y se afecta el sistema radicular y rizoma; los suelos arenosos tampoco se recomiendan por su poca fertilidad natural y la baja capacidad de retención de humedad.

El plátano se puede sembrar durante todo el año, siempre y cuando se tenga un adecuado suministro de agua, especialmente en la época seca.

3.4 Variedades del plátano

Las principales variedades de plátanos recomendadas para el país son:

- a. Plátano Hembra: Es una variedad de mediana altura, pero produce los racimos más grandes.
- b. Plátano Enano: Es la variedad de menor altura y presenta la característica de ser resistente al volcamiento causado por el viento.
- c. Plátano Usulután: Esta variedad es de origen nacional, y se caracteriza por alcanzar hasta 4 metros de altura.

20

3.5 Cosecha

La cosecha inicia entre los 11 y los 13 meses después de la siembra, dependiendo de las condiciones climáticas y edáficas tomando como indicadores principales la apariencia del fruto y la fecha de floración.⁽⁸⁾

Se debe señalar que la evolución del almidón en azúcares solubles se efectúa mal cuando el racimo permanece en la planta; los plátanos siguen engrosando y concluyen por agrietarse o hendirse y la pulpa se hace harinosa.

Al momento de la cosecha, el racimo y los frutos deben presentar un tamaño normal de la variedad; la superficie del plátano maduro debe estar casi completamente redondeada, desapareciendo las aristas.

En buenas condiciones de vegetación y clima, el intervalo de tiempo que separa la emisión de la inflorescencia y el estado normal medio de recolección para el comercio de exportación es de 80 a 95 días, dependiendo de la variedad. ⁽⁹⁾

3.6 Riego

Para obtener una mayor producción es recomendable regar durante la época seca si las condiciones lo permiten; en las primeras etapas de la plantación se debe ²¹ regar cortos y frecuentes a intervalos de 8 a 10 días, en plantaciones adultas los riegos pueden efectuarse cada 15 ó 25 días dependiendo principalmente de la textura del suelo y clima, ya que la producción se reduce y puede llegar a suspenderse debido a la sequía durante el verano.

3.7 Plagas

El plátano es atacado por diversos insectos; en el país el picudo del banano es la plaga que causa los mayores daños, cuando las infestaciones son muy fuertes puede disminuir el rendimiento e incluso hacer perder las plantaciones. ⁽⁸⁾

4. Componentes básicos de los alimentos

Los componentes principales de los alimentos son carbohidratos, proteínas, grasa, humedad, fibra, material mineral y vitaminas.

Las cantidades de alimentos que se deben consumir son variables, pero no el tipo de nutrientes que se requieren bajo circunstancias comunes. Estas cantidades dependen del Hombre y del animal (edad, sexo, peso, raza, estado de salud y en el animal además de lo anterior, la especie), de su actividad y de la eficacia con la que son utilizados por el organismo una vez se han absorbido.

Una mayor necesidad de alimento debe cubrirse con un aumento proporcional en todos los factores y nutrientes.⁽¹⁰⁾

22

4.1 Carbohidratos

Los carbohidratos son derivados aldehídicos o cetónicos de alcoholes polihídricos. Son compuestos orgánicos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno.

Los carbohidratos llenan una gran diversidad de funciones en los seres vivos, las más importantes son: energéticas, de reserva y estructurales.

Desde el punto de vista energético, uno de los carbohidratos más sencillos, la glucosa, representa la sustancia más común y abundante para satisfacer las necesidades energéticas en la mayoría de los organismos.

Como materiales de reserva, existen en el reino vegetal en forma de almidones y en el reino animal como glucógenos; ambos son susceptibles de convertirse en glucosa para ser utilizados. ⁽⁵⁾

4.2 Proteínas

Las proteínas son polipéptidos de elevado peso molecular. Las proteínas simples contienen sólo aminoácidos, mientras que las complejas poseen además materiales diferentes como el grupo hem, derivados vitamínicos, lípidos o carbohidratos. ⁽¹⁸⁾

23

Entre las funciones de las proteínas está el suministrar aminoácidos esenciales, que las plantas sintetizan fácilmente, y deben ser consumidos por el hombre y los animales en su dieta.

4.3 Grasa

La grasa es un componente necesario de los tejidos vivos y es esencial en la nutrición humana y animal.

Debido a que puede almacenarse y distribuirse, es el principal material de reserva corporal. Es un constituyente importante de la alimentación no sólo por su elevado valor energético, sino también para asegurar el aporte de las vitaminas liposolubles (A, D, E y K) y los ácidos grasos esenciales.

En el proceso de digestión estas sustancias son transformadas en sustancias semejantes, pero características del organismo que las ingiere, por eso se consideran precursores dietéticos. ⁽⁵⁾

4.4 Humedad

En el caso de harinas que deben almacenarse, el contenido de agua es crítico pues a niveles de 8 al 12% se puede favorecer el crecimiento de hongos, que producen sustancias tóxicas llamadas aflatoxinas. ⁽⁵⁾

24

Los valores energéticos varían inversamente al contenido de agua, es decir, a medida que el agua aumenta, las proteínas, grasa y carbohidratos que contribuyen al valor energético de los alimentos disminuye en forma proporcional. ⁽¹⁰⁾

4.5 Fibra

La fibra está representada por los componentes de la pared celular de los vegetales, que no puede ser digerida por las enzimas del Hombre y de la mayoría de los animales.

En esta fracción se encuentra comúnmente: celulosa, lignina, pentosanas, suberina, cutina, alginatos y pectinas. ⁽¹⁹⁾

En los animales monogástricos, incluido el Hombre, la mayor parte de la fibra no es digerible, pues no poseen las enzimas adecuadas para degradarlas convirtiéndola así en un vehículo del alimento a través del intestino. Los animales poligástricos degradan la celulosa transformándola en ácidos grasos de cadena corta que sirven con fines energéticos.

Aunque la fibra no posee un valor nutritivo apreciable, una alimentación rica en fibra ejerce efectos benéficos porque ayuda a la retención de agua durante el paso de los alimentos por el intestino y en consecuencia aumenta el volumen de las materias fecales y estimula el peristaltismo intestinal. ⁽⁵⁾

25

4.6 Otros componentes

Además de los carbohidratos, proteínas y grasas, existen otras sustancias que se encuentran en cantidades muy pequeñas, pero que desempeñan un papel muy importante en la nutrición humana y animal; estas sustancias son el material mineral y las vitaminas.

4.6.1 Material Mineral

La naturaleza y calidad de las variadas combinaciones minerales que se encuentran en las plantas alimenticias, son difíciles de determinar aún cuando el resultado de la incineración del material permite una orientación sobre su cantidad aproximada, puesto que en el proceso cambia la naturaleza de las combinaciones originales debido a la distribución de la materia orgánica.

En general las cenizas se componen de carbonatos originados en la materia inorgánica y no propiamente originales de la muestra. ⁽⁵⁾

4.6.2 Vitaminas

Las vitaminas son componentes orgánicos requeridos en cantidades pequeñas para numerosas funciones y en general no pueden sintetizarse en el cuerpo, y, por tanto, deben de adquirirse de los alimentos.

Las vitaminas se clasifican en dos grupos principales: hidrosolubles (complejo B y vitamina C) y liposolubles (A, D, E y K). ⁽¹⁹⁾

En el siguiente cuadro se presentan las cantidades de nutrientes que el Hombre debe ingerir diariamente:

Cuadro N° 1. Composición del organismo y de la dieta humana ⁽¹⁵⁾

Componentes	Porcentaje en el organismo	Ingestión dietética diaria	Calorías proporcionadas
Agua	70.0	2 L	--
Proteína	17.0	80 g	320
Lípidos	8.5	90 g	810
Carbohidratos	0.3	380 g	1520
Sustancias orgánicas (vitaminas, etc)	0.2	trazas	--
Sustancias inorgánicas	5.0	10 g	--

En el siguiente cuadro se presentan las cantidades de nutrientes que los pollos de engorde deben ingerir diariamente:

Cuadro N° 2. Requerimientos que debe cumplir el alimento completo para pollos de engorde ⁽⁵⁾

Requerimientos	Iniciación		Engorde		Finalización	
	Mínimo %	Máximo %	Mínimo %	Máximo %	Mínimo %	Máximo %
Proteína	14.0	--	14.0	--	14.0	--
Grasa	2.5	--	--	--	2.5	--
Fibra	--	6.0	--	6.0	--	8.0
Cenizas	--	10.0	--	15.0	--	12.0
Humedad	--	13.0	--	13.0	--	13.0
Calcio	2.5	--	3.0	--	--	--
Fósforo	0.8	--	0.6	--	--	--

En el siguiente cuadro se presentan las cantidades de nutrientes que el cerdo debe ingerir diariamente:

Cuadro N° 3. Requerimientos que debe cumplir el alimento completo para cerdos⁽⁵⁾

Requerimientos	Proteína	Grasa	Fibra	Cenizas	Calcio	Fósforo
	Mínimo %	Máximo %	Mínimo %	Máximo %	Mínimo %	Máximo %
Preiniciación	22.0	3.0	--	10.0	0.8	0.6
Iniciación	19.0	3.0	--	10.	0.7	0.6
Levante	16.0	3.0	7.0	9.0	0.6	0.5
Engorde	14.0	3.0	8.0	9.0	0.6	0.5
Gestación	12.0	3.0	12.0	9.0	0.75	0.6
Lactancia	14.0	3.0	8.0	9.0	0.75	0.6
Reproducción	14.0	3.0	8.0	9.6	0.75	0.6
Finalización	12.5	3.0	8.0	9.0	0.75	0.6

5. Definición de harinas

Polvo al que se reducen algunas materias sólidas. ^{(20) (28)}

Material suave, finamente molido y cernido, obtenido de la molienda de los cereales, otras semillas o productos. ⁽¹⁷⁾

CAPITULO II
DISEÑO METODOLOGICO



1. Selección de la muestra

Universo: Zona metropolitana de San Salvador.

Población: Plátanos verdes y maduros (*Musa paradisiaca*).

Muestra: 75 plátanos verdes y maduros (*Musa paradisiaca*) de la zona norte del área metropolitana de San Salvador.

Tipo de muestreo: Se realizó un muestreo no probabilístico ⁽⁶⁾.

La selección de la muestra fue de acuerdo a las siguientes características definidas con base a criterios propios:

Clase: *Musa paradisiaca*

Tamaño: Grande (20-25 cm)

Forma: Lisa

Color: Verde y amarillo

Recolección de la muestra: Se realizó en los mercados Zacamil y San Miguelito. El período de recolección de la muestra fue de acuerdo a la fecha en que se realizó el análisis químico proximal de los plátanos verdes y maduros procurando que estos fueran del mismo gajo. ⁽⁶⁾

2. Harina de Plátano: Proceso de Obtención

Se desarrollaron dos técnicas para la elaboración de las harinas de plátano:

- La primera se efectuó fraccionando y secando en estufa las muestras, de ésta no se obtuvieron productos de consistencia harinosa.
- La segunda se realizó fraccionando, presecando al sol y secando en estufa, de la cual se obtuvieron productos con una adecuada consistencia harinosa; la técnica se explica a continuación:

2.1 Limpieza



Figura 3. Limpieza del plátano

La limpieza del plátano tiene como fin eliminar la suciedad y residuos de plaguicidas que éste pueda tener.

Para ello se sumerge el fruto en una solución de agua con detergente al 2%; frotándolo con un mascón lavaplatos, y luego eliminando los residuos con agua destilada. (Fig. 3)

2.2 Troceado



Figura 4. Troceado

El troceado del plátano se realiza cortándolo en rodajas delgadas de 3-4 mm. aproximadamente para facilitar su manipulación (Fig. 4)

2.3 Presecado



Figura 5. Presecado

Mediante el presecado al sol del plátano, se extrae parcialmente el agua contenida en el fruto, y este proceso se efectúa colocando las muestras en bandejas metálicas cubiertas con papel aluminio (Fig. 5)

2.4 Secado



Figura 6. Secado

En el secado bajo condiciones controladas de temperatura y tiempo, se extrae el agua que no fue eliminada en el presecado; provocando cambios mínimos en el mismo.

El propósito es alargar su vida útil, reducir su peso, volumen y desarrollar nuevos productos.

Las muestras se colocan sobre parrillas cubiertas de papel aluminio en una estufa a temperatura controlada (80-90 °C), garantizando que el secado sea siempre uniforme (Fig. 6).

2.5 Molienda

Después del secado se procede a moler la materia prima, utilizando un molino de disco, con el objeto de triturar y obtener un producto de consistencia harinosa. (Fig. 7)



Figura 7. Molienda

2.6 Tamizado

Este proceso se realiza con el objeto de uniformizar el tamaño de las partículas y así determinar la granulometría de las mismas (se utiliza un tamiz número 31).

(Fig. 8) (Ver anexo N° 1)



Figura 8. Tamizado

3. Método de Análisis

Análisis Químico Proximal

El análisis químico proximal proporciona una idea de la composición química media de un alimento destinado al consumo humano o animal, comprende: humedad, grasa (extracto etéreo), proteína, fibra cruda, cenizas y carbohidratos.

3.1 Humedad 14.004. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC ⁽³⁾

La determinación de humedad o sustancias volátiles a 105 °C se basa en la pérdida de peso que sufre el alimento al calentarlo a dicha temperatura. Este valor incluye además del agua propiamente dicha, las sustancias volátiles que contiene el alimento. Se determina por evaporación, en estufa, hasta peso constante.

Este análisis da una idea de la cantidad de agua que posee el plátano y de su gran importancia ya que los seres vivos sin ésta no pueden sobrevivir, además sirve como un medio de disolución y transporte de sustancias alimenticias.

Procedimiento de Humedad ⁽³⁾

1. Limpiar las cápsulas de aluminio con solvente orgánico.
2. Colocar las cápsulas en estufa a 105 °C por una hora.

3. Colocar las cápsulas en un desecador por media hora y pesarlas en balanza analítica. Llevarlas a peso constante.
4. Pesar 10 g de muestra en la cápsula.
5. Llevar a 105 °C y 5 atm. de presión en una estufa de vacío por 5 horas. (Las cápsulas se colocan sin tapa)
6. Sacar las cápsulas de la estufa, taparlas y colocarlas en un desecador por media hora y pesarlas en balanza analítica.

Cálculos:

$$\% \text{ de Humedad total} = \frac{\text{Pérdida de peso} \times 100}{\text{Peso de muestra}}$$

Ejemplo:

$$\% \text{ de Humedad total de Harina de pulpa verde} = \frac{0.3818 \text{ g} \times 100}{10.0004 \text{ g}} = 3.8179$$



Figura 9.
Estufa de vacío utilizada para la
determinación de Humedad.

3.2 Extracto Etéreo 30-20. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS APPROVED METHODS-AACC ⁽²⁾

La extracción con éter de petróleo o éter etílico de una muestra previamente secada determina el grupo de nutrientes llamados grasa cruda o lípidos. Este grupo incluye sustancias tales como glicéridos, fosfolípidos, esteroides, ácidos grasos libres, pigmentos carotenoides y clorofílicos y vitaminas liposolubles.

Las grasas representan una forma de reserva calórica tanto para el Hombre como para animales y cumplen múltiples funciones en la dieta.

Además de su elevado valor energético contienen ácidos grasos esenciales y actúan como vehículos de las vitaminas liposolubles.

Procedimiento de Extracto Etéreo (grasa) ⁽²⁾

1. Secar los balones de destilación fondo plano por una hora a 105 °C.
2. Enfriarlos en desecador por media hora y pesarlos en balanza analítica. Llevarlos a peso constante.
3. Pesar 2 g de muestra, que previamente ha sido secado en estufa a 95-100 °C por más o menos 1 hora.
4. Agregar la muestra a un dedal de cartón de asbesto y tapar con algodón.
5. Colocar el dedal más 200 mL de éter de petróleo en una corneta.

6. Extraer durante 6 horas: 1 hora a 95 °C y 5 horas a 105 °C.
7. Secar el extracto en estufa a 95-100 °C por una hora.
8. Enfriar en desecador por media hora y luego pesarlos.

Cálculos:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{A - B \times 100}{C}$$

Donde:

A = Peso del balón después de la extracción

B = Peso del balón antes de la extracción

C = Peso de la muestra

Ejemplo:

$$\% \text{ Grasa de Harina de pulpa verde} = \frac{107.9870 \text{ g} - 107.9414 \text{ g} \times 100}{2.0000 \text{ g}} = 2.2800$$

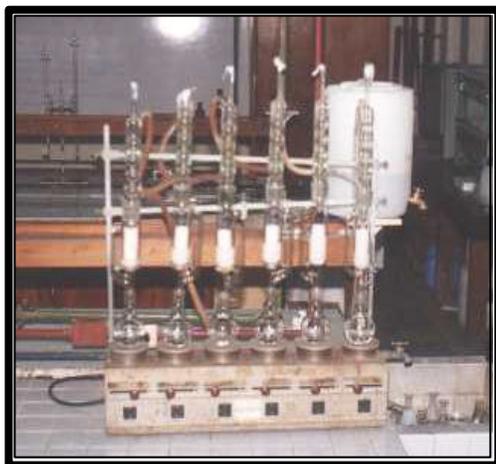


Figura 10.
Aparato de extracción utilizado en la
determinación de Grasa

3.3 Proteína 46-13. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS APPROVED

METHODS-AACC ⁽²⁾

Este termino se aplica a gran número de compuestos nitrogenados, clasificados como alimentos plásticos. Estructuralmente son polímeros cuyas unidades básicas son aminoácidos unidos por un enlace característico que recibe el nombre de enlace peptídico. Todos los animales incluyendo el Hombre, deben tener una fuente adecuada de proteínas en su alimentación para crecer y conservarse de manera autónoma, ya que son un elemento formativo indispensable para todas las células corporales.

Procedimiento de Proteína ⁽²⁾

1. Pesar en papel filtro más o menos 0.10 g de muestra y colocarlo en el balón para micro Kjeldahl de 100 mL.
2. Agregar al balón 1.5 g de Sulfato de Potasio, 0.1 g de Oxido de Mercurio y 6.0 mL de Acido Sulfúrico.
3. Agitar durante 5 minutos y colocar los balones en el micro-digestor, los primeros 5 minutos en nivel 3 de temperatura, al cabo de los cuales aumentarlo a nivel 6.
4. Remover los balones constantemente (por medio de rotación).
5. Continuar la digestión. Después que cambie a color verde claro, digerirlas media hora más.
6. Enfriar, agregar la mínima cantidad de agua destilada para disolución de sólidos remanentes (hasta la mitad del bulbo).

7. Agregar 3.5 mL de solución de Tiosulfato de Sodio al 8%, perlas de vidrio y zinc en granallas y 25 mL de solución de Hidróxido de Sodio al 50%.
8. Recibir el destilado en un erlenmeyer de 125 mL, el cual debe contener 15 mL de solución de Acido Bórico al 4% y 2 gotas de solución indicadora. Colocarlos nuevamente en el aparato.
9. Destilar aproximadamente 50 mL, dejar enfriar y titular con Acido Clorhídrico 0.1N hasta primera aparición de viraje de color.

Cálculos:

$$\% N = \frac{(\text{mL gastados de HCl en muestra} - \text{mL gastados de HCl en blanco}) \times 0.014007 \times 100}{m}$$

Donde:

%N = Nitrógeno total

n = concentración de ácido clorhídrico (0.1127 N)

m = Peso de muestra en g

% Proteína = % N x 6.25

Ejemplo:

$$\% N = \frac{(0.6 \text{ mL} - 0.2 \text{ mL}) \times 0.014007 \times 0.1127 \times 100}{0.1000} = 0.6311$$

$$\% \text{ Proteína de Harina de pulpa verde} = 0.6311\% \times 6.25 = 3.9444$$



Figura 11.
Aparato digestor utilizado en la
determinación de Proteína.

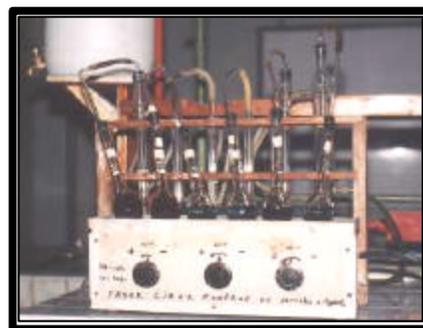


Figura 12.
Aparato de destilación utilizado
en la determinación de Proteína.

3.4 Fibra Cruda 10.179 ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC ⁽³⁾

El método empleado para la determinación consiste en efectuar dos digestiones. La primera con Acido Sulfúrico y la segunda con Hidróxido de Sodio. La finalidad del método es la de eliminar las proteínas, carbohidratos solubles, residuos de grasas, vitaminas y otros compuestos diferentes que interfieren en su determinación. El fundamento del método es asemejar este proceso al que desempeña el organismo en su función digestiva. ⁽⁵⁾

En la fracción fibra cruda se encuentran comúnmente: celulosa, pentosanas, lignina, suberina, cutina, alginatos y pectinas. ⁽¹⁸⁾

Procedimiento de Fibra Cruda ⁽³⁾

1. Colocar la muestra previamente desengrasada en un beaker de 600 mL, agregar 0.5 g de fibra de asbesto preparada, 200 mL de solución de Acido Sulfúrico 0.255N ebuliendo y 10 gotas de n-octanol.
2. Colocar los beakers en el aparato de digestión, dejar ebulir exactamente 30 minutos, girándolos cada 5 minutos para evitar que las partículas sólidas se adhieran a las paredes del recipiente.
3. Retirar los beakers del aparato de digestión al terminar los 30 minutos; filtrar a través de la tela especial colocada en el embudo y recibir las aguas de lavado en un beaker limpio.
4. Lavar el residuo que queda sobre la tela con agua destilada ebuliendo, hasta que las aguas de lavado no den reacción ácida, lo que se comprueba con Cloruro de Bario.
5. Colocar el residuo en los beakers originales y agregar 200 mL de solución de Hidróxido de Sodio 0.313 N ebuliendo y 10 gotas de n-octanol.
6. Colocar nuevamente en el aparato de digestión, dejar ebulir exactamente 30 minutos, girándolos cada 5 minutos, filtrar y lavar con agua destilada ebuliendo y comprobar la ausencia de reacción alcalina con indicador fenolftaleína.
7. Pasar el residuo cuantitativamente a un crisol de Gooch que contenga una capa uniforme de asbesto, colocarlo en el frasco kitasato.
8. Agregar 15 mL de Alcohol Etílico y filtrar aplicando succión.

9. Secar el crisol de Gooch y su contenido en una estufa a una temperatura de 105 °C durante toda una noche, colocarlos en un desecador por media hora y luego pesarlos. (F₁)
10. Calcinar a 550 °C durante 1 hora, poner en desecador, enfriar y pesar. (F₂)

Cálculos:

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{F_1 - F_2 \times 100}{F}$$

Donde:

F₁= peso inicial después de calentar a 105 °C

F₂= peso final después de calcinar

F= peso de muestra usada en la determinación de extracto etéreo

Ejemplo:

$$\% \text{ Fibra Cruda de Harina de pulpa verde} = \frac{16.9523 \text{ g} - 16.9202 \text{ g} \times 100}{2.0000 \text{ g}} = 1.6050$$



Figura 13.
Aparato de digestión utilizado en la
determinación de Fibra Cruda

3.5 Cenizas 08-03. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS APPROVED METHODS-AACC ⁽²⁾

Se tiene conocimiento que las cenizas obtenidas por medio de este análisis contienen calcio, fósforo, potasio, manganeso, hierro y demás elementos que tienen significado en alimentación humana y animal. ⁽⁵⁾

Procedimiento de Cenizas ⁽²⁾

1. Calentar los crisoles vacíos durante dos horas a 500 °C en una mufla.
2. Apagar la mufla y esperar que llegue a unos 150 – 200 °C, sacar los crisoles de la mufla, luego colocarlos en el desecador por media hora.
3. Pesar los crisoles en balanza analítica. Llevarlos a peso constante.
4. Pesar aproximadamente 2.0000 g de muestra en el crisol de porcelana.
5. Calentar los crisoles con muestra a 550 °C por 1 hora.
6. Apagar la mufla y esperar que llegue a unos 150 – 200 °C.
7. Sacar los crisoles y luego colocarlos en el desecador por media hora.
8. Pesar los crisoles en balanza analítica.

Cálculos:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{Pérdida del residuo} \times 100}{\text{Peso de muestra}}$$

Ejemplo:

$$\% \text{ Ceniza de Harina de pulpa verde} = \frac{0.0526 \text{ g} \times 100}{2.0000 \text{ g}} = 2.6300$$



Figura 14.
Mufra utilizada en la
determinación de Cenizas.

3.6 Carbohidratos

Constituyen la fuente más importante de energía, son de fácil digestión y mantienen los elementos de oxidación y reserva que los músculos voluntarios e involuntarios necesitan para funcionar. ⁽¹¹⁾

Se determinan por diferencia después de que se han completado los análisis de humedad, extracto etéreo, proteína, fibra cruda y cenizas.

Cálculos:

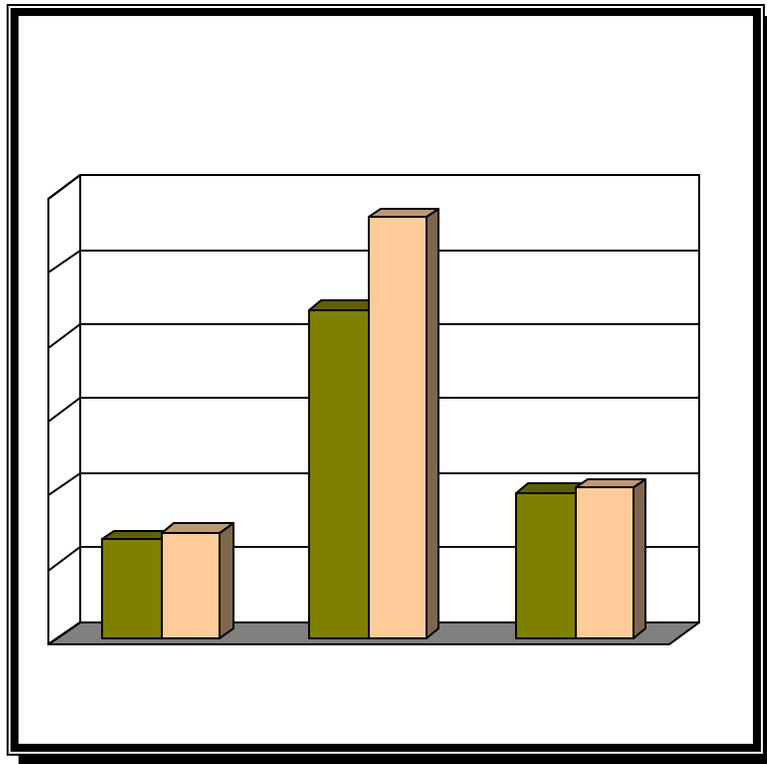
$$\% \text{Carbohidratos} = 100 - (\% \text{humedad} + \% \text{grasa} + \% \text{proteína} + \% \text{fibra cruda} + \% \text{cenizas})$$

Ejemplo:

$$\% \text{Carboh. de Harina} = 100 - (3.8179 + 2.2800 + 3.9444 + 1.6050 + 2.6300) \% = 85.7227$$

de pulpa verde

CAPITULO III
RESULTADOS Y
ANALISIS DE RESULTADOS



1. Resultados de la elaboración de Harinas de Plátano verde

Los porcentajes de los procesos de presecado y secado, así como los rendimientos y pérdidas en el proceso de obtención de harina de plátano verde se presentan en los siguientes cuadros:

Cuadro N° 4. PULPA VERDE

PULPA FRESCA	g. de muestra tomada	722.8	722.8
PRESECADO	Pulpa (g)	272.0	310.5
	Pulpa (%)	37.6	42.9
	Tiempo (h)	35	35
SECADO	Pulpa (g)	260.0	266.7
	Pulpa (%)	36.0	36.9
	Tiempo (h) y Temperatura (°C)	1.42 80-90 °C	1.42 80-90 °C
RENDIMIENTO	Harina (g)	252.3	257.4
	Harina (%)	34.9	35.6
	% Rendimiento	97.0	96.5
PERDIDA DE HUMEDAD	% Agua	64.0	63.1

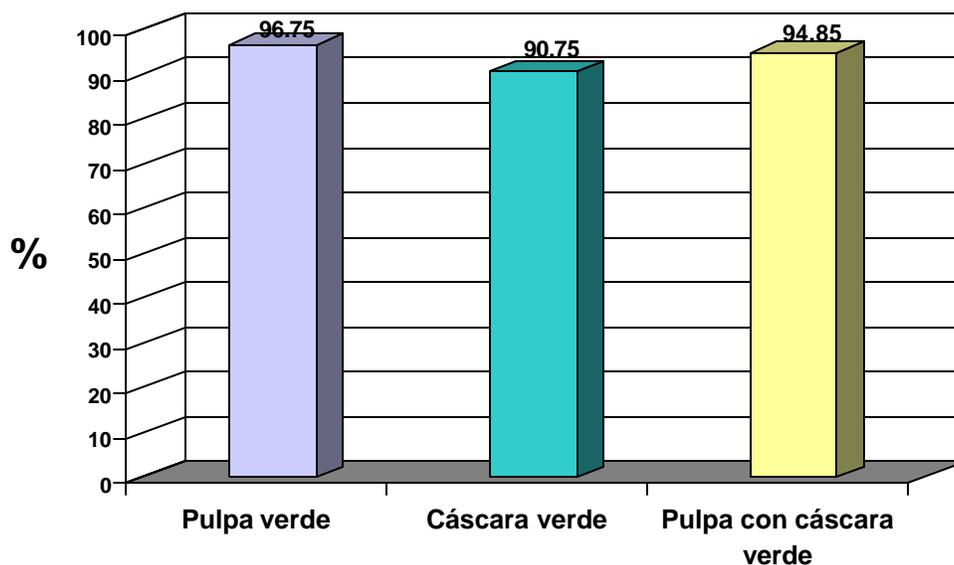
Cuadro N° 5. CASCARA VERDE

CASCARA FRESCA	g. de muestra tomada	283.7	283.7
PRESECADO	Cáscara (g)	42.7	49.0
	Cáscara (%)	15.1	17.3
	Tiempo (h)	35	35
SECADO	Cáscara (g)	41.5	42.0
	Cáscara (%)	14.6	14.8
	Tiempo (h) y Temperatura (°C)	1.42 80-90 °C	1.42 80-90 °C
RENDIMIENTO	Harina (g)	37.9	37.9
	Harina (%)	13.4	13.4
	% Rendimiento	91.3	90.2
PERDIDA DE HUMEDAD	% Agua	85.4	85.2

Cuadro N° 6. PULPA CON CASCARA VERDE

PULPA CON CASCARA FRESCA	g. de muestra tomada	588.4	588.4
PRESECADO	Pulpa con Cáscara (g)	168.4	194.5
	Pulpa con Cáscara (%)	28.6	33.1
	Tiempo (h)	35	35
SECADO	Pulpa con Cáscara (g)	162.6	172.0
	Pulpa con Cáscara (%)	27.6	29.2
	Tiempo (h) y Temperatura (°C)	1.42 80-90 °C	1.42 80-90 °C
RENDIMIENTO	Harina (g)	152.8	164.6
	Harina (%)	26.0	28.0
	% Rendimiento	94.0	95.7
PERDIDA DE HUMEDAD	% Agua	72.4	70.8

Gráfico 1. Rendimiento del proceso de obtención de Harinas de Plátano verde a partir de la muestra seca



El porcentaje de rendimiento de la harina de pulpa verde es de 96.75%. Se puede observar en el gráfico N° 1 que este valor presenta cierta similitud con el porcentaje de rendimiento de la harina de pulpa con cáscara verde que es de 94.85%.

La harina de cáscara verde presenta un porcentaje de rendimiento de 90.75%, comparándola con las otras dos, ésta presenta un valor menor de rendimiento.

2. Resultados de la elaboración de Harinas de Plátano maduro

Los porcentajes de los procesos de presecado y secado, así como los rendimientos y pérdidas en el proceso de elaboración de harina de plátano maduro se presentan en los siguientes cuadros:

Cuadro N° 7. PULPA MADURA

PULPA FRESCA	g. de muestra tomada	492.1	661.5
PRESECADO	Pulpa (g)	195.4	247.4
	Pulpa (%)	39.7	37.4
	Tiempo (h)	24	24
SECADO	Pulpa (g)	134.0	226.3
	Pulpa (%)	27.2	34.2
	Tiempo (h) y Temperatura (°C)	6 80-90 °C	6 80-90 °C
RENDIMIENTO	Harina (g)	50.2	87.4
	Harina (%)	10.2	13.2
	% Rendimiento	37.5	38.6
PERDIDA DE HUMEDAD	% Agua	72.6	65.8

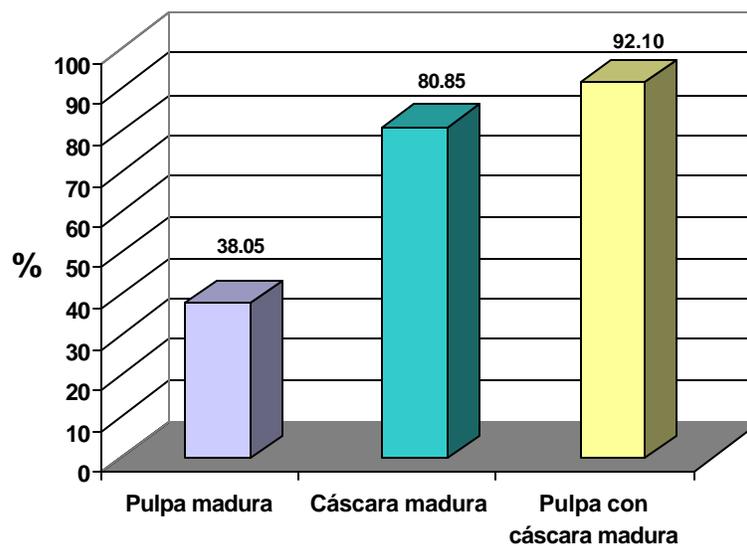
Cuadro N° 8. CASCARA MADURA

CASCARA FRESCA	g. de muestra tomada	205.6	364.7
PRESECADO	Cáscara (g)	30.4	54.1
	Cáscara (%)	14.8	14.8
	Tiempo (h)	24	24
SECADO	Cáscara (g)	29.3	51.0
	Cáscara (%)	14.3	14.0
	Tiempo (h) y Temperatura (° C)	7.25 80-90° C	7.25 80-90° C
RENDIMIENTO	Harina (g)	24.0	40.7
	Harina (%)	11.7	11.2
	% Rendimiento	81.9	79.8
PERDIDA DE HUMEDAD	% Agua	85.8	86.0

Cuadro N° 9. PULPA CON CASCARA MADURA

PULPA CON CASCARA FRESCA	g. de muestra tomada	518.0	606.4
PRESECADO	Pulpa con Cáscara (g)	161.9	180.7
	Pulpa con Cáscara (%)	31.2	19.8
	Tiempo (h)	24	24
SECADO	Pulpa con Cáscara (g)	148.0	166.3
	Pulpa con Cáscara (%)	28.6	27.4
	Tiempo (h) y Temperatura (° C)	16.58 80-90° C	16.58 80-90° C
RENDIMIENTO	Harina (g)	137.7	151.6
	Harina (%)	26.6	25.0
	% Rendimiento	93.0	91.2
PERDIDA DE HUMEDAD	% Agua	73.4	72.6

Gráfico 2. Rendimiento del proceso de obtención de Harina de Plátano maduro a partir de la muestra seca.

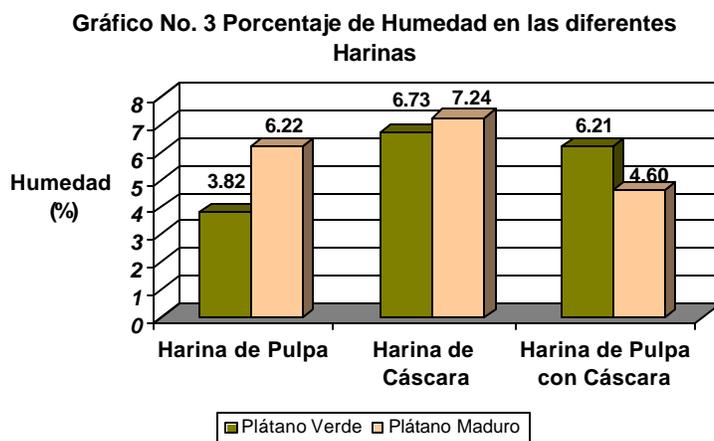


El porcentaje de rendimiento de la harina de pulpa madura es de 38.05%. Se puede observar en el gráfico N° 2 que ésta presenta una gran diferencia con el porcentaje de rendimiento de la harina de cáscara madura (80.85%).

La harina de pulpa con cáscara madura presenta un porcentaje de rendimiento de 92.10%, comparándola con las otras dos harinas, ésta presenta un valor mayor de rendimiento.

3. Resultados del Análisis Químico Proximal de las diversas Harinas de Plátano

HUMEDAD



El porcentaje de humedad en las diferentes harinas de plátano verde y maduro se muestra en el gráfico N° 3.

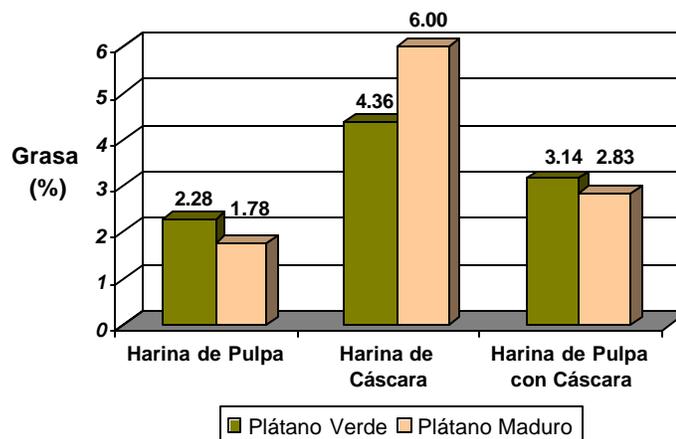
El porcentaje de humedad en la harina de pulpa verde es de 3.82% y el de pulpa madura es de 6.22%.

En las harinas de cáscara existe cierta similitud en los valores, siendo el de la harina de cáscara verde de 6.73% mientras que el de la harina de cáscara madura es de 7.24%.

Con respecto al porcentaje de humedad en las harinas de pulpa con cáscara, presenta un valor mayor la harina de pulpa con cáscara verde (6.21%) que la de harina de pulpa con cáscara madura (4.60%).

De los seis tipos de harina, la que presenta el mayor valor de humedad es la harina de cáscara madura.

Gráfico No. 4 Porcentaje de Grasa en las diferentes Harinas (base seca)



GRASA

En el gráfico N° 4 se presentan los porcentajes de grasa en las diferentes harinas de plátano verde y maduro.

El porcentaje de grasa en la harina de pulpa verde es de 2.28%, presentando cierta similitud con el valor de la harina de pulpa madura (1.78%).

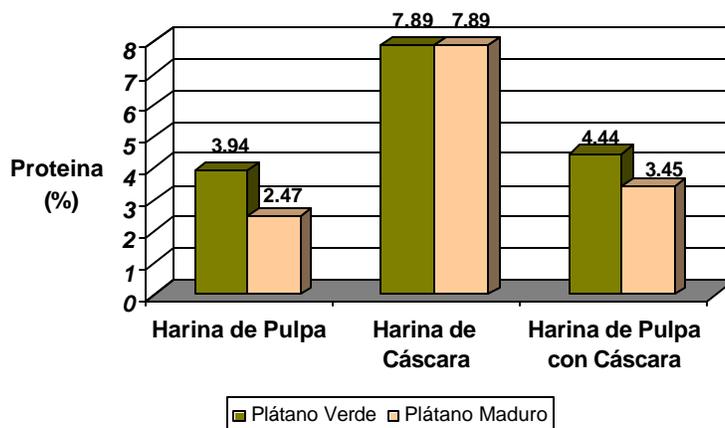
La harina de cáscara verde presenta un porcentaje de grasa de 4.36%, puede observarse en el gráfico N° 4 que dicho valor es inferior al de la harina de cáscara madura (6.00%).

Las harinas de pulpa con cáscara presentan cierta similitud en sus valores, siendo el de la harina de pulpa con cáscara verde de 3.14% y el de la harina de pulpa con cáscara madura de 2.83%.

El mayor porcentaje de grasa de los diferentes tipos de harina lo presenta la harina de cáscara madura.

PROTEINA

Gráfico No. 5 Porcentaje de Proteína en las diferentes Harinas (base seca)



Los porcentajes de proteína en las diferentes harinas de plátano verde y maduro se presentan en el gráfico N° 5.

La harina de pulpa verde presenta un valor de 3.94% de proteína, mientras que la harina de pulpa madura presenta un valor menor (2.47%).

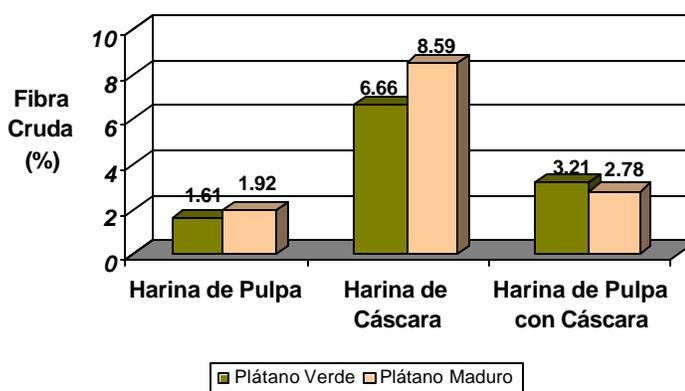
En las harinas de cáscara, ambas presentan igual porcentaje de proteína, siendo éste de 7.89%.

Con respecto a las harinas de pulpa con cáscara, la harina de pulpa con cáscara verde presenta un valor de 4.44%, el cual es mayor que el que presenta la harina de pulpa con cáscara madura (3.45%).

De los seis tipos de harina el mayor valor lo presentan las harinas de cáscara.

FIBRA CRUDA

Gráfico No. 6 Porcentaje de Fibra Cruda en las diferentes Harinas (base seca)



En el gráfico N° 6 pueden observarse los porcentajes de fibra cruda en las diferentes harinas de plátano verde y maduro.

El porcentaje de fibra cruda en las harinas de pulpa presenta cierta similitud en sus valores, siendo el de la harina de pulpa verde de 1.61% y el de la harina de pulpa madura de 1.92%.

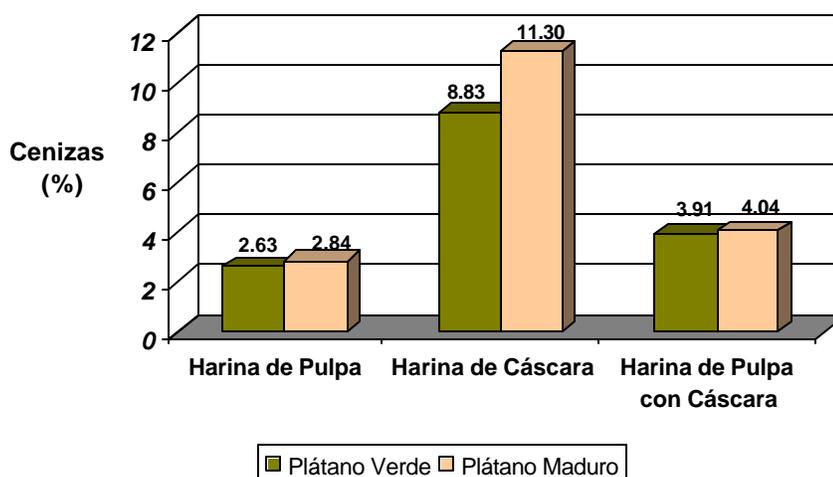
La harina de cáscara verde presenta un valor de 6.66%, siendo éste menor que el que presenta la harina de cáscara madura (8.59%).

La harina de pulpa con cáscara verde presenta un valor de 3.21% puede observarse en el gráfico N° 6 que este valor posee cierta similitud con el de la harina de pulpa con cáscara madura (2.78%)

De los diferentes tipos de harina, la que presenta un mayor porcentaje de fibra cruda es la harina de cáscara madura.

CENIZAS

**Gráfico No. 7 Porcentaje de Cenizas en las diferentes Harinas
(base seca)**



Los porcentajes de cenizas que presentan las harinas de pulpa son similares siendo la de harina de pulpa verde de 2.63% y la de harina de pulpa madura 2.84%.

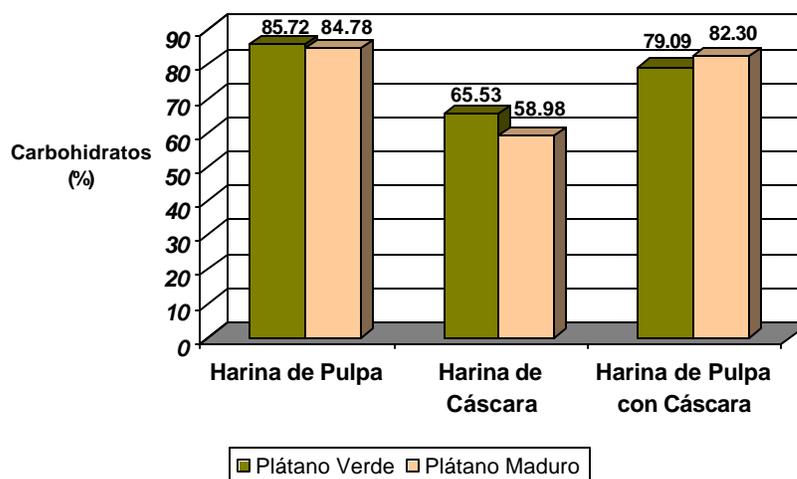
La harina de cáscara verde presenta un valor de 8.83% siendo menor que el que presenta la harina de cáscara madura (11.30%).

En el gráfico N° 7, el porcentaje de cenizas de la harina de pulpa con cáscara verde es 3.91% y el de la harina de pulpa con cáscara madura es 4.04%.

De los 6 tipos de harina, el mayor porcentaje de cenizas lo presenta la harina de cáscara madura.

CARBOHIDRATOS

Gráfico No. 8 Porcentaje de Carbohidratos en las diferentes Harinas (base seca)



En el gráfico N° 8 se presentan los porcentajes de carbohidratos en las diferentes harinas de plátano verde y maduro.

El porcentaje de carbohidratos que presenta la harina de pulpa verde (85.72%) es mayor que el que presenta la harina de pulpa madura (84.78%); igual es el caso de las harinas de cáscara, siendo el valor de la harina de cáscara verde de 65.53% y el de la harina de cáscara madura de 58.98%.

Caso contrario sucede con las harinas de pulpa con cáscara, siendo el valor de la harina de pulpa con cáscara verde de 79.09% mientras que el de la harina de pulpa con cáscara madura es de 82.30%.

El mayor porcentaje de carbohidratos de los diferentes tipos de harina lo presenta la harina de pulpa verde.

4. Tablas de valores nutritivos de las diferentes Harinas de Plátano

Los contenidos de humedad, grasa, proteína, fibra cruda, cenizas y carbohidratos de las diversas harinas pueden observarse en las tablas No.1 y No.2

Tabla No.1 Valores Nutritivos de Harinas de Plátano verde

Parámetro %	Harina de Pulpa	Harina de Cáscara	Harina de Pulpa con Cáscara
Humedad	3.8178	6.7276	6.2119
Grasa	2.2775	4.3625	3.1394
Proteína	3.9444	7.8888	4.4375
Fibra Cruda	1.6050	6.6625	3.2120
Cenizas	2.6325	8.8297	3.9050
Carbohidratos	85.7228	65.5289	79.0942

Tabla No.2 Valores Nutritivos de Harinas de Plátano maduro

Parámetro %	Harina de Pulpa	Harina de Cáscara	Harina de Pulpa con Cáscara
Humedad	6.2185	7.2415	4.5957
Grasa	1.7775	6.0025	2.8250
Proteína	2.4653	7.8888	3.4513
Fibra Cruda	1.9225	8.5850	2.7800
Cenizas	2.8392	11.3000	4.0442
Carbohidratos	84.7770	58.9822	82.3038

CAPITULO IV
CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- De las técnicas experimentadas para la obtención de harinas de plátano, la que presenta resultados satisfactorios es la que se efectúa fraccionando, presecando al sol y secando en estufa las diferentes muestras. El presecado al sol presenta la ventaja de ahorrar tiempo de secado en la estufa, por lo que disminuye el consumo de energía, y a la vez mejora las características de la muestra dándole facilidad de manejo para los procesos consecutivos.
- En el presecado se dificulta controlar las condiciones de humedad y temperatura, ya que varían durante el transcurso del día, debido a que es un proceso artesanal; a diferencia del tiempo de exposición que se mantuvo constante para cada tipo de muestra.
- Según el procedimiento utilizado, se determinó que la temperatura óptima para el proceso de secado se encuentra en el rango de 80-90 °C, con un tiempo específico para cada muestra. De esta forma se obtienen las características deseadas para la elaboración de las diferentes harinas.
- En el proceso de elaboración de harinas de plátano se obtiene un mayor rendimiento de las muestras verdes, ya que los carbohidratos presentes específicamente el almidón, que se encuentra en mayor porcentaje, facilita los procesos para la obtención de las harinas.

- La elaboración de harinas de plátano maduro se limita por la presencia de azúcares fermentables como glucosa, fructosa y sacarosa en el fruto, que se invierten en presencia de calor, modificando las características físicas requeridas para este proceso.
- El porcentaje de humedad que presentan las harinas de plátano es el adecuado, debido a que durante su almacenamiento no se observó alteración alguna en sus propiedades organolépticas.
- El mayor valor nutritivo lo presentan las harinas de cáscara de plátano, tanto verde como maduro, ya que poseen porcentajes elevados de humedad, grasa, proteína, fibra cruda y cenizas.
- Los mayores porcentajes de carbohidratos los presentan las harinas de pulpa de plátano, tanto verde como maduro. Por lo tanto, éstos tienen una relación inversa con los demás nutrientes.
- Desde el punto de vista nutricional, el plátano (pulpa y cáscara) constituye una alternativa como suplemento alimenticio, debido a que proporciona un alto potencial energético, es de bajo costo, no requiere extremo cuidado técnico y se encuentra disponible durante todo el año.

CAPITULO V

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

- Realizar una investigación para cuantificar el contenido mineral y vitamínico presente en las harinas de plátano, especialmente en las harinas de cáscara, que contienen altos porcentajes de cenizas.
- Desarrollar una técnica de elaboración de harina de plátano a nivel industrial, en la que, controlando los diversos factores, se obtengan rendimientos mayores a los de la técnica artesanal.
- Efectuar un estudio sobre la fortificación de harinas o concentrados animales con las harinas de plátano, específicamente con las harinas de cáscara que presentan mayor cantidad de nutrientes y generalmente son desechadas, ya que según el estudio realizado poseen un alto valor nutritivo; por lo cual podrían utilizarse como suplemento en alimentos humanos y animales.
- Realizar una investigación sobre la factibilidad técnica y económica de fabricar productos diversos como atol, pan dulce y tortillas, a partir de las harinas de plátano.
- Practicar un estudio de estabilidad físico-químico y microbiológico en las diferentes harinas de plátano para comprobar la permanencia de sus características organolépticas, su contenido nutricional y la ausencia de aflatoxinas.

- Desarrollar una fórmula a partir de las harinas de plátano verde considerando mejorar su sabor y de esta manera aumentar su aceptabilidad.
- Almacenar las harinas de plátano en envases herméticos de vidrio con tapadera de PVC para mantener sus características y evitar así la proliferación de microorganismos.
- Promover la siembra de plátano, ya que el país reúne las condiciones necesarias para su cultivo y obtener así una fruta que supla ciertas necesidades nutricionales.

BIBLIOGRAFIA

1. AGRAZ G. Abraham A.; FLORES M. Jorge A., "Enciclopedia Técnica del Ganado Porcino". 1^{ra} Edición, Editorial Limusa, México, 1987. Pág. 56
2. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS APPROVED METHODS (AACC). 1968. Physicochemical test. De. 7°. St. Paul, Minnesota. American Association of Cereal Chemist. I.N.C.
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC), "Official Methods of analysis". Ed. 14. Arlington, Virginia.1984. Pág. 160, 161, 213, 249
4. BARRIGA VILLALBA, Antonio María, "Análisis Químico del plátano. Descripción Botánica". Imprenta Nacional, Colombia, 1931. Pág. 18-22
5. BERNAL, Inés, "Análisis de alimentos". 1^{ra} Edición, Editorial Guadalupe, Colombia, 1993. Pág. 1-3, 6, 11, 18
6. CANALES, F.H; y otros, "Metodología de la Investigación. Manual para el desarrollo de personal de salud". 1^{ra} Edición, OPS, 1986.Pág. 145-155
7. CARDEÑOSA BARRIGA, Ricardo, "El género Musa en Colombia - Plátanos, Bananos y Afines". 1^{ra} Edición, Editorial Pacifico, Colombia, 1955. Pág. 59, 62-68

8. CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y FORESTAL (CENTA),
“Prógrama de frutales: Musáceas”. Guía Técnica, El Salvador, 1993. Pág. 1-4, 7, 11
9. CHAMPION, Jean, “El Plátano”. 1^{ra} Edición, Editorial Blume, España, 1968.
Pág. 225-231
10. DESROSIER, Norman, “Elementos de Tecnología de Alimentos”, 5^a Impresión,
Editorial Continental, México, 1987. Pág.123, 125, 131
11. ENTON, William, Enciclopedia Barsa. Tomo II, Estados Unidos, 1973. Pág. 44, 45
12. FIGUEROA, Ramón E.,”Cultivo de Musáceas: Guineos, Plátanos y Majonchos”. 1^{ra}
Reimpresión, Proyecto CENTA/BID, El Salvador, 1989. Pág. 9, 20
13. FLORES, Marina, “Tabla de Composición de Alimentos”. 4^a Edición, Instituto de
Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), Guatemala, 1996. Pág. 29
14. GUZMAN, David J.,”Especies útiles de la flora salvadoreña”. 3^a Edición, Ministerio
de Educación: Dirección de Publicaciones, El Salvador, 1975. Pág. 456-459
15. LAGUNA, José, “Bioquímica”, 4^{ta} Edición, Ciencia y Cultura Latinoamérica, S.A. de
C.V., México, 1995. Pág 52, 166

16. LOPEZ ZADA, Mateo, "El Plátano". Editorial Pueblo y Educación, Cuba, 1989.
Pág 7-9, 23
17. LORIN, E; HARRIS, B. S., "Compilación de datos analíticos y biológicos en la preparación de cuadros de composición de alimentos para uso en los trópicos de América Latina". Centro para la Agricultura Tropical, U.S.A, 2001. Pág. 20
18. MARQUEZ MACHADO, María Celina, "Manual Práctico de Control de Calidad para el procesamiento de frutas y hortalizas". El Salvador, 1996. Pág. 73
19. MURRAY, Robert; y otros; "Bioquímica de Harper". 12^{ava} Edición, Editorial El Manual Moderno S.A. de C.V., México, 1992. Pág. 40, 125, 135, 579-587
20. NUEVO DICCIONARIO ILUSTRADO SOPENA DE LA LENGUA ESPAÑOLA, 1^a Edición, Editorial Ramón Sopena S.A. España, 1986. Pág. 548
21. SASTRI, B.N., "On banana amylase". 1934. Pág. 79
22. SIMMONDS, N.W., "Los Plátanos". 1^{ra} Edición, Editorial Blume, España, 1973. Pág. 269-290
23. THORPE, William; y otros, "Bioquímica". 1^{ra} Edición, Editorial Continental, España, 1975. Pág. 498, 499

24. QUNHA, T.J., "Alimentación del cerdo". 1^{ra} Edición, Editorial Acribia. España, 1985.

Pág. 127, 134

25. www.aprifel.com/products_composentts/caract_prod.php?index=8-60K

26. www.botany.hawaii.edu/faculty/carr/images/musa_x.jpg

27. www.mapya.es/linfo/pags/anuar_99/cap14_frutos_no_citricos/38platano.html

28. www.microsoft.com.es

GLOSARIO

AGUACHENTA: Aplicase a lo que pierde su jugo y sales por estar muy impregnado de agua. Dícese especialmente de los frutos.

APICE: Extremo superior o punta de alguna cosa.

COALESCENCIA: Propiedad de unirse las cosas.

CONDICIONES EDAFOLOGICAS : Condiciones propias del suelo

GAJOS: Rama de árbol, sobre todo cuando está desprendida del tronco. Racimo apiñado de cualquier fruta.

GRUPO HEM: Compuesto cíclico formado por la unión de cuatro anillos pirrólicos enlazados por puentes de metileno, cuya propiedad característica es la de formar complejos con el ión hierro.

INFLORESCENCIA: Comenzar a florecer. Conjunto de flores. Orden o forma con que aparecen colocadas las flores al brotar en las plantas.

MONOGASTRICOS: Dícese del animal que posee un estómago para llevar a cabo su proceso de digestión.

PEDUNCULO: Cabillo de las flores. Rabillo que sostiene la hoja, la flor o el fruto en las plantas.

PERISTALTISMO: Que tiene la propiedad de contraerse. Movimiento de contracción del esófago y los intestinos para favorecer la deglución y la digestión y expeler los excrementos.

POLIGASTRICOS: Dícese del animal que posee más de un estómago para llevar a cabo su proceso de digestión.

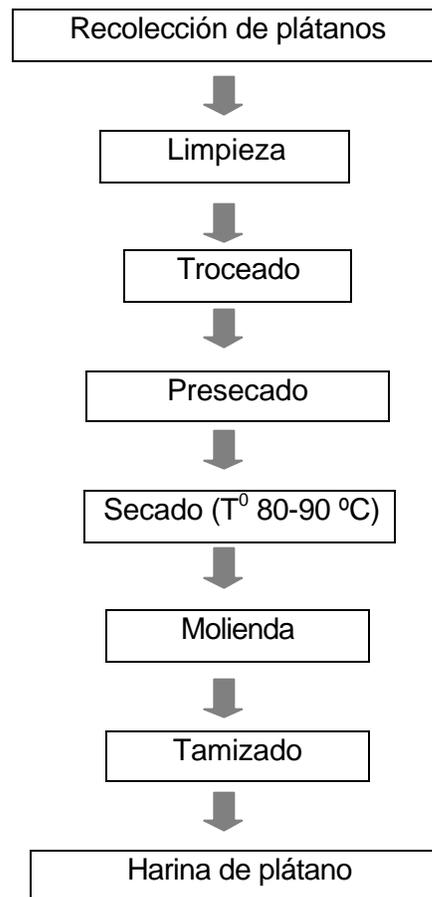
SENESCENCIA: Que envejece.

SUBPRODUCTOS: Materiales producidos como desperdicios en la industria de los alimentos, que pueden usarse como alimento.

ANEXOS

ANEXO N° 1

Proceso de obtención de la Harina de Plátano



ANEXO N° 2

Material, equipo y reactivos

1. Material

Balones de 100 mL para destilación en micro Kjeldahl

Balones de fondo plano 500 mL

Bandeja metálica

Beaker Berzelius

Buretas de 10 mL

Cápsula de aluminio con tapadera (5 cm de diámetro y 3 cm de altura)

Condensadores

Crisoles de Gooch porcelana

Crisoles de porcelana

Dedales de extracción

Erlenmeyer de 50 y 125 mL

Frasco kitasato de 500ml

Frasco lavador

Gotero

Microespátula

Perlas de vidrio

Pinzas para crisol

Probeta de 10, 25, 50 y 100 mL

Recipiente de digestión

Soporte para bureta

Vaso de precipitado de 30, 50, 100, 250, 400, 600 y 1000 mL

2. Equipo

Aparato micro Kjeldahl de digestión y destilación (Sin especificaciones)

Aparato de extracción de grasas Soxhlet (Marca:GCA/ Precision Scientific, Serie N°10,

Rango de temperatura 0-100 °C)

Balanza analítica (Marca: Sartorius, Rango:0.0000- 160.0000 g)

Bomba de vacío

Desecador (de vidrio, sin vacío)

Estufa (Marca Precisión Thelco, Modelo 10, Rango de temperatura 0-150 °C)

Extractor de gases (Marca: LABCONCO)

Extractor de fibra (Marca: LABCONCO)

Hot-plate (Marca: EGO, Modelo 10726, Rango 0-3)

Mufla (Marca: Sybron Thermolyne, Modelo: FA1630, Serie 487101, Rango de temperatura 0-1200 °C)

3. Reactivos

Acetona

Alcohol etílico

Acido bórico al 4%

Acido clorhídrico 0.1 N

Acido sulfúrico

Acido sulfúrico 0.255 N

Eter de petróleo

Hidróxido de sodio al 50%

Hidróxido de sodio 0.313 N

n-octanol

Oxido de mercurio

Solución indicadora (azul de metileno)

Solución indicadora (rojo de metilo)

Sulfato de potasio

Tiosulfato de sodio al 8%

Zinc en granallas