

## 1.INTRODUCCIÓN.

Existen productos que hacen parte de la clasificación general de los alimentos, y no se encuentran dentro del régimen alimenticio normal, estos productos se consumen en cantidades pequeñas de pasabocas comúnmente conocidas como snack. Los snack son productos procesados de diferentes maneras, a partir de cereales y otras materias primas como la papa, siendo los procesos más utilizados el horneado y las frituras. Las frituras incrementan el contenido calórico del producto y su aporte nutricional es muy bajo. Debido a este fenómeno, el empresario actual se encuentra buscando generar nuevas tecnologías, que incrementen el mercado de alimentos naturales procesados, bajos en grasa y altamente nutritivos.

Una de estas nuevas alternativas es la elaboración de un producto snack horneado a partir de la combinación de harina de plátano, harina de raquis de plátano y almidón agrio de yuca con cubierta de chocolate, buscando como característica principal para el producto terminado una textura crocante.

Del almidón agrio se tiene como referencia su uso en la producción del pan de yuca, donde se presentan características similares a las de los productos snack y para lograr ello se mezclan el almidón agrio de la yuca con queso y otros

ingredientes menores como huevo y azúcar, los cuales se someten a un proceso de horneado.

## **2. OBJETIVOS.**

### **2.1. Objetivo general:**

- Desarrollar un producto snack a partir de harina de plátano, harina de raquis de plátano, y almidón agrio de yuca con cubierta de chocolate.

### **2.2. Objetivos específicos:**

- Producir harina de plátano, la cual deberá poseer unas condiciones de humedad baja y color claro adecuadas para la industrialización.
- Producir harina de raquis con, humedad y color indicados para ser mezclada con la harina de plátano.
- Determinar la mezcla adecuada para la producción de un snack, con una humedad, crocancia y color propio de los pasabocas similares.
- Estandarizar el proceso de horneado para obtener el producto final con una textura crocante.
- Adicionar al producto final una cubierta de chocolate, la cual le proporcionará un suave contraste de sabor entre el queso y el chocolate, además de una mejor apariencia física.
- Obtener un producto snack que contenga iguales o mejores características que productos similares que se encuentren en el mercado.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

El raquis es un subproducto derivado de la cosecha del plátano, el cual debido a la inexistencia de tecnologías que permitan su industrialización, y el manejo inadecuado que se le ha dado en las fincas y los centros de distribución, ha venido causando mucha contaminación ambiental además de grandes pérdidas económicas. De la producción anual de plátano en Colombia, el 8%, aproximadamente 232 mil toneladas corresponden al raquis, pero finalmente estas se convierten en desechos orgánicos, incrementando así el desarrollo de plagas que como el “picudo” ataca las matas de plátano acabando con las cosechas.

Teniendo en cuenta lo anterior, resulta de gran importancia conocer que el raquis del plátano es uno de los subproductos que contiene mayor concentración de minerales, y estas características fisicoquímicas abren la posibilidad para que pueda ser utilizado como materia prima en la preparación de alimentos procesados.

#### **4. JUSTIFICACIÓN.**

El raquis de plátano de acuerdo con su composición fisicoquímica aporta mayor concentración de Fe, Ca, K, Cu, y Zn además de azúcares, fibra bruta y proteína bruta que el fruto, estas características son requeridas para la alimentación como factores portadores de minerales muy apreciados nutricionalmente. Se propone utilizarlo como materia prima en la formulación de una mezcla para producir una galleta con características similares a las del pan de yuca. Con esto se ayudaría a disminuir la disponibilidad de raquis contaminante en los cultivos de plátano, además, se incrementaría la concentración de minerales y fibra en los productos snack, los cuales actualmente carecen de gran riqueza nutricional.

## 5. MARCO TEÓRICO.

El plátano es un híbrido triploide de *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*. Sus frutos constituyen una fuente importante de alimentación en los países subdesarrollados, los tipos más importantes son el "Horno Plantain" (AAB), El "French Plantain" (AAB) y los clones conocidos como "Guineas" (ABB). El cultivo del plátano se realiza en bosques húmedos templados entre 12-18°C, y en bosque muy seco tropical hasta 24°C.

La composición química del plátano esta caracterizada por la presencia de almidones y ácidos, esto lo hace un producto extremadamente sensible al oxígeno al igual que al calor. El plátano es un alimento energético cuya característica nutricional básica, es poseer alto contenido de carbohidratos y ácido ascórbico que aunque no figure en una gran concentración, es bastante estable frente a los métodos culinarios, y dado el alto consumo usual de estos alimentos, su aporte es muy significativo. La tabla 1 muestra la composición química del fruto del plátano Hartón en los estados de maduración verde y maduro según los análisis realizados por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (I.C.B.F).

**Tabla 1: Composición química del fruto de plátano. Contenido en 100 g.**

Nombre Alimento	Parte Comestible	Numero de calorías	Agua. g.	Proteínas g.	Carbohidratos. g	Cenizas- g.	Fósforo-mg.	Calcio-mg.	Hierro-mg.	Vitamina-A U.I.	Tiamina-mg.	Riboflavina-mg	Niacina-mg.	Ácido Ascórbico. mg	Grasa-g.	Fibra-g.
<b>*Hartón Verde</b>	65%	14	59	1.2	38	0.9	39	4.0	0.5	1.06	0.1	0.0	0.5	20	0.2	0.5
<b>*Hartón Maduro</b>	60%	137	61	1.1	36	1.0	30	5.0	0.5	540	0.1	0.0	0.5	15	0.2	0.6

Fuente: \*Tabla De Composición De Alimentos Colombianos. ICBF.

En la zona cafetera central colombiana la planta de Dominico-Hartón, al momento de la cosecha, alcanza un peso fresco total promedio de 103 Kg, de los cuales 18 Kg corresponden al racimo. Si el agricultor vende los racimos, el raquis de estos se pierde, pero si vende por manos o frutos, todos los residuos de la cosecha (cormo, pseudo tallo, hojas y raquis) quedan en la plantación. Estos órganos dada su composición fisicoquímica, poseen un gran potencial de uso como fuente de abono orgánico y como materia prima para la elaboración de alimentos para animales o productos industriales comestibles para humanos. ( Giraldo. 2.000), según (Cayón y Bolaños 1999) la composición mineral del raquis del plátano es la siguiente: ( Ver tabla 2).

**Tabla 2: Composición mineral del raquis del plátano en 100 g.**

Nombre Del Alimento	NITRÓGENO. %.	FÓSFORO. %.	POTASIO. %.	CALCIO. %.	MAGNESIO. %.	MANGANESO. ppm.	ZINC. ppm.	COBRE. ppm.	HIERRO. ppm.
Raquis De Plátano	1.1	0.2	3.1	0.6	0.2	23	27	9	204

Fuente: (Cayón y Bolaños, 1999).

### 5.1. Producción.

En Colombia el cultivo del plátano ocupa un área aproximada de 400 mil hectáreas, con una producción anual estimada de 2,9 millones de toneladas, de las cuales el 8% es decir 232 mil toneladas corresponden al raquis del plátano. La zona cafetera central aporta 1,3 millones de ton/año, equivalentes al 44.83% de la producción nacional, con las cuales se abastecen principalmente los mercados de Bogotá, Cali y Medellín. (Cayón *et al.*, 2000). En el Quindío la producción anual de plátano alcanza las 279 mil toneladas de las cuales 22320 toneladas son de raquis, que se convierten en desechos.

Es apreciable como lo demuestra la tabla 2 que subproductos como el raquis del racimo aunque se convierte en desecho durante los procesos de comercialización y consumo, tiene mayor concentración de elementos minerales como Ca, Cu, Fe,



K, y Zn que la pulpa, (Cayón *et al*, 2000). Para su verificación se elaboraron proyectos destinados a producir alimentos y concentrados para animales obteniéndose muy buenos resultados.

## **5.2. Consumo.**

Alrededor de 2,7 millones de toneladas de plátano fresco son utilizadas en la preparación de comidas típicas de las diferentes regiones del territorio nacional tales como sancocho, frijoles, sudado, etc. El plátano también es consumido aunque en menor proporción en patacones pre-fritos y congelados, tajadas maduras refrigeradas y frituras, y de manera procesada (harinas) para coladas. Muchas de estas empresas utilizan niveles bajos de tecnología y están limitadas por la poca disponibilidad de materias primas de variedad y calidad requeridas.

Aunque el consumo de alimentos procesados a base de este fruto es menor, es importante tener en cuenta que existe un mercado potencial para los alimentos procesados de plátano en países como Estados Unidos, Venezuela, Puerto Rico, España y Francia. La harina por su alto contenido de carbohidratos y minerales se constituye como un producto bastante apropiado para industrializar. (Piedrahita, 1991). En Colombia se consumen alrededor de un 40% de snack a partir de cereales, un 39% a partir de papas fritas, un 9,9% a partir de maní y el 11,1% restante corresponde a snack surtidos, siendo los productos horneados los mas apetecidos por su bajo contenido de grasa. (González, 1991).

### **5.3. Industrialización.**

Se pueden obtener muchos productos procesados a partir de la planta del plátano, mediante procedimientos de enlatado, secado, congelación, mezclado, extracción o fermentación. Aunque los frutos del racimo son los que se cosechan para utilizar la pulpa como alimento, todos los órganos de una planta de plátano o banano tienen características físicas y químicas que pueden ser aprovechadas.

En el África se han desarrollado tecnologías para transformar los frutos pelados de plátano y banano en cerveza, vinos, y otros productos, utilizando el proceso de la fermentación anaerobia que conduce a la producción de alcoholes a partir de la degradación de los azúcares.

Giraldo (1984), desarrolló una harina a partir de harina de plátano enriquecida con harina de soja desgrasada, vitaminas y minerales, para la preparación de coladas, utilizadas en la alimentación infantil, la cual tuvo mejor aceptación que el alimento patrón (Bienestarina).

Carvajal et al. (1.998) utilizaron el raquis del racimo de Dominico – Hartón mezclado con harina de trigo, azúcar, esencias de frutas y agua para elaborar hojuelas para consumo humano, las cuales tuvieron una aceptabilidad satisfactoria en la degustación por parte de adultos y adolescentes. El uso de cormos, pseudo tallos y bellotas masculinas como alimento humano es muy común en África y Asia, pero no en el hemisferio occidental; el corazón de los pseudo

tallos (tallo floral) es consumido en la India, mientras que en Filipinas y otras áreas del sur de Asia se prefieren como alimento las bellotas de *Musa balbisiana* (Simmonds, 1.996).

La cáscara de los frutos tiene cerca del 90% de agua, triterpenos tetracíclicos y varias sustancias fenólicas, por lo cual no es económico secarla para utilizarla como alimento (Stover y Simmonds, 1.987).

Acerca de la producción de snack, se encuentran trabajos como los de (Maldonado. y Pacheco. 2004) sobre la elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y de plátano verde. En este trabajo los autores proponen evaluar la funcionalidad de una galleta de chocolate sustituyendo la harina de trigo con 7% de harina de plátano verde con el fin de obtener un producto con propiedades físicas y organolépticas agradables. Las galletas elaboradas en una industria con sustitución del 7% de la harina de plátano verde incrementaron significativamente su composición con respecto a la galleta patrón así: ceniza (de 2,46 a 2,69%), proteínas (de 8,93 a 9,69%), fibra dietaria (4,97 a 5,4%), almidones resistentes (0,19 a 0,23%) y azúcares totales (25,36 a 30,55%). La Galleta sustituida cumplió con los requerimientos establecidos en la industria en cuanto a humedad (2,73%), pH (8,43), aw (0,205) y color (L=31,78; a=7,95; b=10,51). Y además, limitó el esparcimiento de las harinas durante el proceso de amasado disminuyendo de esta forma el diámetro de las galletas y aumentando la resistencia a la fractura (de 1,48 a 2,06 KgF) con respecto a la galleta patrón.

La harina de plátano se ha producido desde hace mucho tiempo en la zona cafetera y para su producción se seleccionan los frutos, se rechazan por madurez y tamaño, luego manualmente y con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable se retira la cáscara, los frutos pelados se tajan finamente y se someten a un tratamiento con inhibidores enzimáticos, se realiza un escurrido y se llevan a secar en una estufa de aire circulante a 60°C, durante un periodo de 24 horas, al terminar este periodo las tajadas de plátano se llevan a molienda para obtener la harina.

Además del plátano, existen muchos otros productos farináceos industrializados a partir de los vegetales utilizados en la fabricación de alimentos para humanos como las harinas de maíz, soja, trigo, yuca y los almidones que son extraídos del maíz, la papa, la yuca, el trigo y el arroz. La yuca, es una fuente de energía muy importante en las regiones tropicales, la principal característica de esta raíz es su capacidad de almacenamiento de almidones, razón por la cual es la parte de la planta con mayor valor económico. (Hincapié, 2002).

El almidón sirve a la planta como alimento energético durante el reposo y la germinación, funciona de manera similar en el hombre y los animales, así como en formas más sencillas de vida. El hombre ha encontrado otros usos para el almidón, extendiendo por mucho, su diseño original como fuente biológica de energía. Prácticamente, cada industria existente hoy en día, utiliza almidón o alguno de sus derivados en una u otra forma.

El almidón se encuentra en dos estados:

- **Almidón nativo o dulce:** su extracción posee un nivel más alto de tecnificación (conocido como almidón dulce de yuca en Colombia) se emplea en el sector industrial, principalmente en la industria farmacéutica, en la fabricación de papel, en la preparación de pegantes, en la industria textil (engomado de prendas de algodón), en la industria de alimentos preparados, en la perforación de pozos petroleros y en la fabricación de dinamita. (Alarcón. F, Dufour. D, 1998).
- **Almidón agrio de yuca:** Que se obtiene como resultado de una labor doméstica realizada por familias enteras en las áreas rurales, principalmente, y con equipos manuales rústicos, de fabricación casera. Este almidón se ha utilizado como ingrediente en la preparación de diversos alimentos de panadería, entre los que se encuentran los snack, galletas, pan de bono y pan de yuca entre otros que aprovechan las propiedades especiales de expansión en las harinas durante el proceso de horneado. (Alarcón. F, Dufour. D, 1998).

Los principios del procesamiento de almidón agrio se aplican a todas las rallanderías, aunque varía mucho la tecnología empleada. Se encuentran rallanderías con procesos totalmente artesanales, otras intermedias que ya están mecanizadas pero siguen siendo muy tradicionales y otras que aun estando muy tecnificadas, permanecen en el nivel de la industria a pequeña escala.

La técnica para producir almidón agrio de buena calidad contiene procesos de:

- **Lavado:** es necesario lavar la yuca bien antes de comenzar cualquier proceso, el lavado se realiza con la ayuda de tambores giratorios y de agua a presión en donde se le saca la tierra en su totalidad, y el periderma o la cascarilla, de lo contrario ocasionaría la obtención de un color no deseado para el almidón, y una mala apariencia para el consumidor.
- **Pelado:** para una producción de alta calidad se debe realizar el pelado manual con la ayuda de cuchillos de acero inoxidable que aunque más engorroso garantizará un almidón de alta calidad, en este proceso se retira de la yuca el segundo tejido llamado parénquima cortical.
- **Rallado:** En este proceso se desintegran las células que dejarán en libertad los gránulos de almidón, este proceso se realiza mediante la ayuda de un rallador, cilindro de madera que va montado en un eje de hierro, el cilindro está recubierto por fuera con una lámina de hierro galvanizado la cual lleva aproximadamente dos perforaciones por  $\text{cm}^2$  sobre toda el área, estas perforaciones son las encargadas de rallar la yuca.
- **Colado o Tamizado:** la pulpa producida por las raíces después del rallado se mezcla con abundante agua y se cuela a través de una tela que se fija a un marco de madera, en este proceso el agua que pasa por el tamiz arrastra el almidón libre mientras se retienen los materiales gruesos.
- **Sedimentación:** cuando la lechada del colado pasa por el tamiz contiene almidón, fibra muy fina, y material proteico en suspensión. Esta lechada es

conducida a tanques o canales donde se llevará a cabo la sedimentación del almidón.

Los gránulos gruesos de almidón se precipitan rápidamente, los pequeños mas lentamente, y al final aparece una capa cremosa de tono amarillo denominada mancha, la cual debe sacarse con cuidado para evitar el deterioro de la calidad del almidón. (Alarcón 1994). La operación de desmanchar debe realizarse cuatro horas después de terminar el colado, se saca el agua sobrenadante y al final de esta etapa queda sobre el fondo del canal o tanque una compactada capa de almidón.

- **Fermentación del Almidón:** La fermentación es un proceso natural realizado por bacterias lácticas en conducción de anaerobiosis. El almidón fermentado adquiere características especiales de sabor, textura, olor y expansión en el horneado. Para que haya un buen proceso fermentador es necesario depositar en el tanque un inóculo que actuará como cepa fermentadora. Este proceso se realiza en un mínimo de cuarenta y dos días, de los cuales en los primeros veinte días el pH del agua sobrenadante solo alcanza un pH de 4,5 pero a los cuarenta y dos días el pH se estabiliza en 3,3.
- **Secado:** el almidón se extrae de los tanques de fermentado en bloques compactos, se pasa por una malla de anejo para que quede granulado y se coloca sobre una superficie expuesta al sol en capas delgadas calculando de 1 a 2 kg/m<sup>2</sup>, hasta que alcance 12% de humedad.

El almidón agrio de yuca se clasifica de la siguiente manera:

- **Extra:** es aquel almidón en el cual el agriado se realiza de forma natural, es el que da los mejores resultados para obtener un almidón de excelente calidad.
- **Corriente:** es cuando la yuca no se pela a mano sino que se procesa con cáscara el almidón queda de un color crema o blanco amarillento pero las características de olor y sabor permanecen.
- **Simple:** es cuando el almidón se saca de los tanques antes de los cuarenta y dos días la capa de secado debe ser muy delgada para que permanezca el grano que da la expansión, de lo contrario al secar el almidón no se forma dicho grano.
- **Río sucio:** es cuando se acelera el proceso de agriado mediante el uso de productos químicos o productos naturales y se saca el producto antes de los cuarenta y dos días.

Teniendo en cuenta la información nutricional de las materias primas como el plátano, el raquis de plátano, y el almidón agrio de yuca y observando sus diferentes formas de industrialización y los procesos que se llevan a cabo para su procesamiento, es posible tomar como base anteriores experiencias metodológicas, y plantear la producción de un snack horneado, a partir de la mezcla de harinas de plátano, y raquis de plátano con almidón agrio de yuca, el cual deberá poseer características de textura crocante similares a las del pan de



yuca y además un alto contenido de minerales, fibra y proteína lo que incrementará su valor nutricional.

## **6. METODOLOGÍA.**

### **6.1. Selección de las materias primas.**

Los frutos de plátano y el raquis de plátano se adquirieron en el mercado local, teniendo en cuenta un aspecto muy importante como el grado de madurez. Para lograr encontrar plátanos y raquis de plátano con un grado de madurez que cumpliera con los requisitos necesarios para la elaboración de las harinas tales como, baja humedad y coloraciones no muy oscuras, fue necesario realizar ensayos de humedad, y de secado de las materias primas en sus diferentes estados de maduración, para observar el comportamiento de las muestras.

Experimentalmente se logró encontrar cuales eran las muestras que arrojaban los mejores resultados para la producción de las harinas, demostrando, que las materias primas más indicadas para procesar eran las que tenían grado de maduración verde, ya que los plátanos con avanzado estado de maduración tienen mayor sensibilidad a las temperaturas utilizadas para el secado produciéndose colores oscuros debido a la caramelización de los azúcares, lo que ocasionó la obtención de una harina muy oscura, no adecuada para la realización

de la mezcla, mientras que la harina producto del procesamiento de plátanos verdes, quedó con un color rosa claro, más adecuado para ser mezclado con las otras harinas.

Para seleccionar el almidón agrio de yuca, se tuvo en cuenta la utilización tradicional del almidón tipo riosucio en la fabricación del pan de yuca, este almidón tiene un color muy blanco, y un gran poder de panificación, característica esencial en el desarrollo de este trabajo para lograr encontrar una adecuada textura crocante al final del horneado del snack.

## **6.2. Adecuación de las materias primas.**

Las muestras seleccionadas de plátano y raquis de plátano se sometieron a diferentes procesos para la producción de las harinas y a un respectivo pesado en cada etapa del proceso para la determinación del rendimiento, siguiendo la metodología empleada por Giraldo (1996), y Carvajal y Sánchez (1998).

### **6.2.1 Producción de harina de plátano.**

Los procesos que se llevaron a cabo para la producción de la harina fueron:

Una primera parte en la que se sometieron los plátanos frescos a procesos de lavado y desinfección mediante un tratamiento con Hipoclorito de sodio el cual tenía una concentración de 150 ppm. Después de la desinfección, los plátanos fueron pelados manualmente utilizando un cuchillo de acero inoxidable e inmediatamente se realizó un troceado muy fino con el fin de que el secado de los trozos fuera uniforme, después del troceado, los plátanos fueron sumergidos en

una solución de cloruro de sodio al 30 %, esta solución fue utilizada como inhibidor enzimático y como antioxidante.

Luego se introdujeron las muestras dentro de una estufa de aire circulante a 60°C y durante un periodo de 24 horas garantizándose de esta manera un secado completo y uniforme, por último se realizó la molienda, proceso que fue hecho con la ayuda de un molino casero con tornillo sin fin marca viktoría, el cual dadas las características de los trozos de plátano secos realizó un excelente trabajo dejando la harina con tamaños de partícula muy pequeños ideales para la elaboración de la mezcla final para hornear.

Cabe anotar que los procesos de troceado e inhibición enzimática fueron pieza clave para que la harina tuviera las características finales buscadas, primero el troceado fino para que el proceso de secado fuera muy efectivo y al final la harina quedara con una baja humedad y una actividad de agua que no permita un fácil ataque de agentes microbiológicos externos como por ejemplo los hongos y segundo el Cloruro de Sodio, solución utilizada como antioxidante, dio la seguridad de no permitir cambios de color muy significativos en las muestras durante el proceso de secado y así obtuvimos un color de harina muy claro bastante agradable para ser mezclado con las otras harinas y de esta manera elaborar una mezcla vegetal con una buena apariencia para la obtención del producto terminado.

### **6.2.2 Producción de harina de raquis de plátano.**

Aunque el desarrollo de la metodología para la producción de la harina de raquis de plátano es bastante parecida a la de la producción de la harina de plátano, es importante conocer las variaciones del proceso causadas principalmente por la diferencia estructural entre los productos frescos y además por la alta humedad que contiene el raquis de plátano fresco.

Después de la recolección en el mercado local el raquis de plátano fresco se sometió a desinfección con Hipoclorito de sodio el cual tenía una concentración de 150 ppm, luego de esta desinfección el raquis se lavo con agua y se pelo manualmente con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable, como la estructura del raquis es muy fibrosa fue necesario hacer cortes muy delgados para así poder obtener al final de los procesos un tamaño de partícula de harina de raquis lo suficientemente pequeño como para que se pudiera mezcla satisfactoriamente con la harina de plátano y así homogenizarla fácilmente.

Los trozos de raquis fresco fueron inmediatamente sumergidos en una solución de cloruro de sodio al 30 % con el fin de que este actuara como inhibidor enzimático y además como antioxidante, este proceso fue seguido por un escurrido y posteriormente se llevo a una estufa de aire circulante la cual estaba programada a una temperatura de 60°C en la cual se realizó el secado, como las muestras de

raquis contienen una gran cantidad de agua fue necesario prolongar el tiempo de secado hasta las 30 horas, tiempo en el cual el secado fue muy efectivo.

Por último se realizó la molienda utilizando un molino casero marca viktoría y de esta manera se obtuvo al final una harina de raquis muy limpia, estructuralmente uniforme y con un tamaño de partícula bastante aceptable para ser mezclado con las otras harinas.

### **6.2.3 Selección del almidón agrio de yuca.**

La producción del snack requiere obtener después del horneado una estructura crocante, y las características que el almidón agrio de yuca confiere a productos horneados como por ejemplo el pan de yuca, son ampliamente conocidas y del perfil de esta necesidad. Dado que existen diferentes tipos de almidón agrio en el mercado, se buscaron opiniones en las panificadoras locales que ayudaron a identificar el almidón que más se acomodara a las necesidades del snack, características como el color, el tamaño de partícula de almidón y poder de panificación fueron fundamentales a la hora de escoger, cabe anotar que en las panificadoras locales utilizan en el proceso para la obtención de pan de yuca almidón tipo río sucio, un almidón de un color muy blanco y con tamaños de partícula muy pequeños esenciales para la realización de la mezcla vegetal, además contiene un gran poder de panificación, como el patrón que se siguió es el de la preparación de pan de yuca, no se quiso modificar la calidad de este componente de la mezcla, por lo tanto se trabajó con este mismo almidón,

obteniéndose muy buenos resultados. Las tablas 3 y 4, muestran la composición química de los diferentes ingredientes de la mezcla, harina de raquis de plátano, harina de plátano, almidón agrio de yuca, y queso duro semidescremado, ofreciendo una visión global de las características nutricionales que contiene el producto snack.

**Tabla 3: Composición química de la harina de raquis plátano en 100 g.**

Nombre del Alimento	Parte Comestible	No. Calorías	Humedad %	Proteína. g	Almidón. g	Cenizas- %.	Fibra %	Azucares Totales %	Azucares Reductores %	Grados Brix	pH	Acidez Mg/mL
Harina de Raquis	100%	180	7.5	7.0	21	26	35	17.2	9.4	1.5	5.7	0.8

Fuente: Giraldo 2000

**Tabla 4: Composición química de las materias primas a utilizar en la fabricación del producto snack, exceptuando la harina de raquis. contenido en 100 g.**

Nombre del Alimento	Parte Comestible %	Número de calorías	Agua- g.	Proteína- g.	Carbohidratos. g.	Cenizas- g.	Fósforo g.	Calcio- mg.	Hierro- mg.	Vitamina. A-U.I.	Tiamina- mg.	Riboflavina- mg.	Niacina-mg.	Ácido Ascórbico. mg.	Grasa- g.	Fibra- g.
Harina de Plátano	100	364	5.5	3.7	88	2.0	70	10	1	1500	0.1	0.0	1.0	5.0	0.2	1.0
Chocolate	100	441	3.1	3.8	74	1.2	150	46	3	20	0.1	0.1	0.5	0.0	17	1.0
Almidón Agrio de Yuca	100	356	11.5	0.2	88	0.1	15	50	5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
Queso Duro Semi-Descremado	100	341	36	34	3.0	6.0	500	700	1	800	0.1	0.5	0.2	0.0	21	0

**FUENTE: TABLA DE COMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS COLOMBIANOS. INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR.(ICBF)**



### **6.3. Mezcla vegetal para la producción del snack y estandarización del proceso de horneado.**

Las harinas de plátano y raquis con humedades similares, se mezclaron con el almidón agrio de yuca y queso, buscando alcanzar una masa adecuada para la elaboración de un snack crujiente y de sabor agradable. Se realizaron pruebas para el horneado en las cuales se hicieron variaciones en la composición de la mezcla. Primero, se mezclaron por aparte e individualmente las harinas de raquis y plátano con el almidón agrio de yuca y el queso, las composiciones fueron 50% de Queso, 25% de Almidón agrio y 25% de Harina de plátano y de raquis, se armaron galletas con un diámetro de 3 cm y estas se llevaron al horno a una temperatura de 300°F durante un periodo de tiempo de 10 minutos, los resultados obtenidos mostraron que ambas harinas la de plátano y la de raquis poseían un buen potencial para la panificación.

Como se buscaba obtener un snack que llevara las dos harinas producidas, se mezclaron el almidón agrio con el queso mas las dos harinas la de raquis y la de plátano teniendo en cuenta que se buscaba obtener un producto con una textura crocante, las proporciones utilizadas en la segunda prueba del horneado fueron, 50% de queso, 25% de almidón agrio, 20% de harina de raquis y 5% de harina de plátano, con esta mezcla se armaron otras galletas y se llevaron al horno en las mismas condiciones de las muestras anteriores 300°F y durante un periodo de 10 minutos, al terminar el horneado las galletas mostraron una textura blanda.

Entonces se tomó la decisión de aumentar el porcentaje de harina de plátano, y disminuir el porcentaje de harina de raquis dejando la mezcla con las mismas proporciones de harinas de plátano y raquis, sin cambiar las composiciones del queso y del almidón quedando distribuidas de la siguiente manera, 50% de queso, 25% de almidón, 10 % de harina de plátano y 15% de harina de raquis de plátano, con esta mezcla se armaron las galletas y se llevaron al horno a iguales condiciones de temperatura y tiempo de las determinaciones anteriores, arrojando los siguientes resultados, se obtuvo una galleta de una textura nada satisfactoria para lo que se buscaba ya que quedaba muy blanda. Se modificó una vez más la composición porcentual de los integrantes de la mezcla quedando de la siguiente manera, 50% de queso, 25% de almidón, 12.5% de harina de raquis y 12.5% de harina de plátano, se sometieron al proceso de horneado con iguales condiciones a las determinaciones anteriores, pero no mejoraron los resultados. Como conclusión se obtuvo, que la temperatura de trabajo debería ser mayor a 300°F para obtener alguna muestra crocante en el horneado, y así poder definir cual es la mejor composición porcentual de los integrantes de la mezcla y la mejor selección de temperatura y tiempo que arrojará el mejor resultado de textura.

Con el objetivo de proporcionar al producto snack una textura crocante después del horneado, este se realizó en un horno casero marca CALORIC, el cual consta de tres niveles posicionales y dos resistencias grandes una arriba y otra abajo con un regulador de temperatura que alcanza hasta 500 °F.

Para realizar un horneado que cumpliera con las especificaciones que requiere la elaboración del producto snack, como crocancia, sabor, color y agradable apariencia física, fue necesario realizar una serie de pruebas durante este horneado teniendo como variables la composición porcentual de las harinas de plátano y raquis, el tiempo y la temperatura de horneado.

En la primera etapa se quiso obtener un buen resultado en el proceso por esto se utilizaron temperaturas de 300°F y 10 minutos de horneado, obteniéndose resultados negativos ya que esta temperatura no alcanzo para producir la textura crocante deseada.

A manera de ensayo, se hicieron pruebas de horneado en los niveles de los extremos parrilla superior y parrilla inferior esperando que la cercanía de las muestras a las resistencias dieran mejores resultados, se aumentó la temperatura hasta 350°F y se mantuvo el tiempo de horneado anterior 10 minutos, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

**Parrilla superior:** el producto presenta carbonización total en la parte superior, aparición de una coloración caramelo en la parte inferior, aunque el producto presenta apreciable crocancia, no es el indicado pues el horneado no es uniforme, presentando además partes demasiado infladas.

**Parrilla inferior:** en esta posición el snack queda inflado, sin textura crocante y carbonizado en su totalidad. De los anteriores ensayos podemos decir que los snack se encontraban demasiado cerca de las resistencias en los niveles superior e inferior, por eso se carbonizaron parcialmente.

La acumulación de aire dentro de la estructura de los snack fue un problema que se presento constantemente y sin importar ni la composición porcentual de los integrantes de la mezcla, ni la temperatura y el tiempo de horneado. Este problema, fue solucionado basándose en la observación de la presentación final de productos similares, en donde a lo largo y ancho de estos productos aparecen una serie de orificios, los cuales permiten que el aire se escape y no se quede atrapado dentro de la estructura, dejando el snack sin bombas, las cuales le dan una mala apariencia física. Efectivamente este proceso de agujerar el snack por todas partes le permitió adquirir una estructura plana más adecuada para la presentación final.

Dado que las parrillas de los extremos no solucionaron el problema de baja crocancia en la textura del snack a 350°F y 10 minutos de horneado produciendo una carbonización parcial del producto, fue necesario eliminar del proceso el trabajo en estos dos niveles, y concentrar el trabajo en el nivel intermedio, realizando pruebas de ensayo a diferentes temperaturas, diferentes tiempos de horneado y diferentes composiciones porcentuales de la mezcla. Para realizar este trabajo de manera que se pudieran tabular los datos dentro de un análisis estadístico, se opto por la realización de un análisis Multivariado de correspondencias, puesto que las variables que se tienen son de tipo nominal.

#### **6.4. Cubierta de chocolate para la presentación final del producto.**

Para dar al producto final terminado una mejor presentación se tomó la decisión de conferir una cubierta de chocolate al snack, primero se obtuvo el chocolate

especial para cubiertas, el cual se calentó al baño de María hasta que se fundió totalmente, luego se sumergieron lentamente las galletas para su recubrimiento total, pero al analizarlas presentaron una capa de chocolate bastante gruesa de un espesor aproximado de 4mm por cada lado, lo cual no era muy aceptable, puesto que el chocolate ocultaba el verdadero sabor del snack, fue necesario la realización de varias pruebas aumentando la velocidad con la que se sumergía la galleta dentro del chocolate, llegando a la conclusión de que la galleta no debe permanecer dentro del chocolate por un periodo de tiempo mayor a 3 segundos, lo que dio como resultado final una capa de chocolate de un espesor aproximado a 1.5 mm a cada lado de la galleta, por último las galletas se sometieron a enfriamiento en nevera donde la cubierta se solidificó y así se obtuvo la presentación final para el producto snack.

#### **6.5. Diseño estadístico.**

Para el procesamiento de los datos se utilizó el Método Multivariado de Correspondencias Múltiples. Este método permite estudiar la asociación entre variables nominales, las cuales tienen varias posibles respuestas, llamadas modalidades. En este caso específico, al aplicar las correspondencias múltiples, da como resultado la construcción de grupos de galletas que se pudieron comparar entre sí a través de los datos obtenidos usando diferentes tiempos, temperaturas y diferentes mezclas para así poder obtener diferentes texturas.

### 6.5.1. Manejo estadístico de la información.

Los datos que se procesaron corresponden al trabajo realizado en la parrilla central del horno, y se consideraron las variables nominales: relación entre temperatura y tiempo, composición porcentual de los integrantes de la mezcla y textura de las galletas.

La base de datos que se procesó es la siguiente:

**Tabla 5: Base de datos para el análisis estadístico.**

Galletas	Temperatura-tiempo	Porcentaje mezcla	Textura
G11	350F10	Q50A25R20P5	Quebradiza
G12	350F10	Q50A25R20P5	Quebradiza
G21	350F10	Q50A25R15P10	Compacta
G22	350F10	Q50A25R15P10	Compacta
G31	350F10	Q50A25R12,5P12,5	Compacta
G32	350F10	Q50A25R12,5P12,5	Compacta
G41	350F18	Q50A25R20P5	Quemada
G42	350F18	Q50A25R20P5	Quebradiza
G51	350F18	Q50A25R15P10	Quemada
G52	350F18	Q50A25R15P10	Crocante
G61	350F18	Q50A25R12,5P12,5	Crocante
G62	350F18	Q50A25R12,5P12,5	Crocante
G71	400F2	Q50A25R20P5	Quebradiza
G72	400F2	Q50A25R20P5	Crocante
G81	400F2	Q50A25R15P10	Optima
G82	400F2	Q50A25R15P10	Optima
G91	400F2	Q50A25R12,5P12,5	Crocante
G92	400F2	Q50A25R12,5P12,5	Optima
G101	400F5	Q50A25R20P5	Crocante
G102	400F5	Q50A25R20P5	Quebradiza
G111	400F5	Q50A25R15P10	Crocante
G112	400F5	Q50A25R15P10	Crocante
G121	400F5	Q50A25R12,5P12,5	Optima
G122	400F5	Q50A25R12,5P12,5	Crocante

Para cada temperatura y para cada composición porcentual, se realizaron determinaciones por duplicado y por esta razón aparecen los subíndices 1 y 2 en cada una de ellas. La variable relación entre temperatura y tiempo, significa los °F a los cuales se sometió la galleta y el tiempo de horneado, en minutos; por ejemplo 400F5 significa que se sometió la muestra a 400°F, durante 5 minutos.

La variable composición porcentual de los integrantes de la mezcla, se expresa con la inicial de cada componente y su respectivo porcentaje, así, en G122, aparece Q50A25R12.5P12.5, donde Q significa queso, 50 es el porcentaje de queso en la mezcla, A significa almidón y 25 es el porcentaje de almidón en la mezcla, R significa harina de raquis y 12.5 el porcentaje de esta harina en la mezcla, P significa harina de plátano y 12.5 el porcentaje de harina de plátano en la mezcla. La variable textura muestra la apariencia física del snack.

Las tablas 6,7 y 8 muestran las variables textura, relación entre temperatura y tiempo, y composición porcentual de la mezcla con sus respectivas modalidades y códigos designados de la siguiente manera.

**Tabla 6: Modalidades de la variable textura con sus respectivos códigos.**

<b>Modalidades de la variable textura</b>	<b>código</b>
<b>Quebradiza</b>	<b>1</b>
<b>Compacta</b>	<b>2</b>
<b>Quemada</b>	<b>3</b>
<b>Crocante</b>	<b>4</b>
<b>Optima</b>	<b>5</b>

**Tabla 7: Modalidades de la variable relación entre temperatura y tiempo, con sus respectivos códigos:**

<b>Modalidades de la variable relación entre temperatura-tiempo</b>	<b>código</b>
<b>350F10</b>	<b>1</b>
<b>350F18</b>	<b>2</b>
<b>400F2</b>	<b>3</b>
<b>400F5</b>	<b>4</b>

**Tabla 8: Modalidades de la variable composición porcentual de la mezcla con sus respectivos códigos:**

<b>Modalidades de la variable Composición porcentual de la mezcla</b>	<b>código</b>
<b>Q50A25R20P5</b>	<b>1</b>
<b>Q50A25R15P10</b>	<b>2</b>
<b>Q50A25R12.5P12.5</b>	<b>3</b>

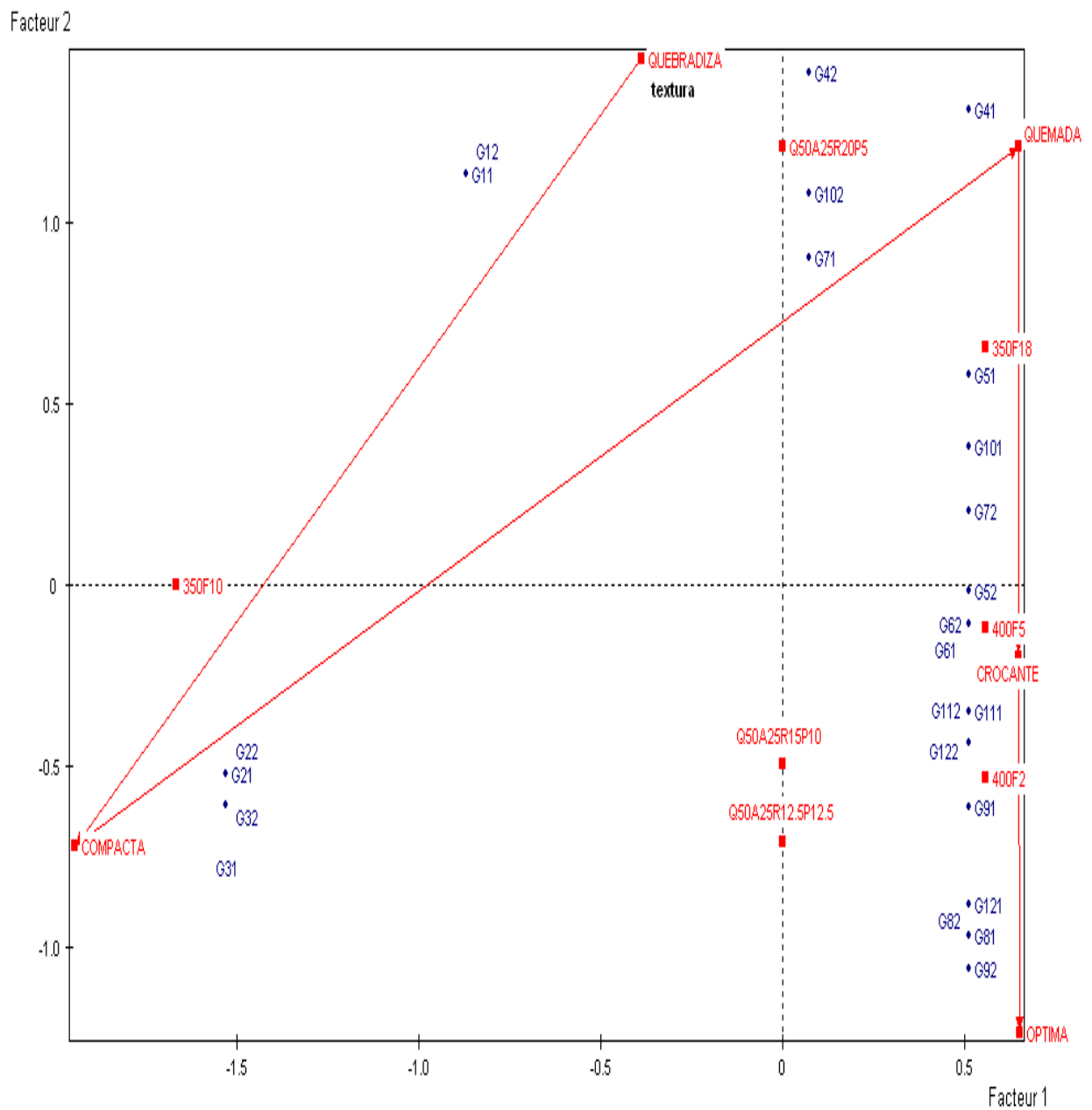
La tabla 9 muestra la manera como quedan distribuidos los códigos dentro de la base de datos, para que el programa SPADN3 los pueda procesar de una manera correcta y así muestre gráficamente la asociación que existe entre las diferentes variables nominales.



Tabla 9: Códigos de la base para procesar en el programa SPADN3

Galleta	Temperatura-tiempo	Mezcla	Textura
G11	1	1	1
G12	1	1	1
G21	1	2	2
G22	1	2	2
G31	1	3	2
G32	1	3	2
G41	2	1	3
G42	2	1	1
G51	2	2	3
G52	2	2	4
G61	2	3	4
G62	2	3	4
G71	3	1	1
G72	3	1	4
G81	3	2	5
G82	3	2	5
G91	3	3	4
G92	3	3	5
G101	4	1	4
G102	4	1	1
G111	4	2	4
G112	4	2	4
G121	4	3	5
G122	4	3	4

**Gráfica 1. Correspondencias múltiples para las variables:** relación entre temperatura y tiempo, composición porcentual de los integrantes de la mezcla y textura de las galletas.



## 7. ANÁLISIS REALIZADOS.

Los análisis fueron realizados durante el desarrollo del trabajo a las materias primas frescas, plátano, raquis de plátano y almidón agrio de yuca a los productos intermedios, harina de plátano y harina de raquis de plátano y al producto final terminado “snack” , estos análisis permitieron encontrar las mejores características fisicoquímicas que garantizaron la obtención de un nuevo producto alimenticio altamente nutritivo, y con una textura crocante muy agradable para el paladar de los consumidores.

### 7.1. Determinación del % de humedad.

Se pesaron exactamente muestras de 1g y 2 g, de se depositaron en una caja de petri previamente tarada y se sometieron a proceso de secado en una estufa de aire circulante a 105°C durante 5 horas, hasta que su peso fue constante.

**A.O.A.C.7.003/84,930.15/90 adaptado.**

#### **Cálculos.**

$$\% \text{Humedad} = \frac{\text{pérdida de peso} \times 100}{\text{Peso muestra.}}$$

### 7.2. Determinación del % de cenizas.

Se pesaron exactamente 2 g de muestra, se ubicaron en un crisol de porcelana previamente tarado, se le colocó la tapa, y se sometió a calcinación en mufla a 500°C, manteniendo esta temperatura durante tres horas, se transfirió el crisol

directamente al desecador, se dejó enfriar y se pesó.

**A.O.A.C.7.009/84,942.05/90 adaptado.**

### **Cálculos**

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso del residuo} \times 100}{\text{Peso de la muestra.}}$$

### **7.3. Determinación del % de acidez total.**

Se pesaron cinco gramos de las muestras frescas, plátano y raquis de plátano, dos gramos de las muestras de harina de plátano y producto terminado, y un gramo de las muestras de harina de raquis de plátano; cada una de estas muestras fueron diluidas con agua destilada y se dejaron en contacto por un periodo de media hora, agitando cada diez minutos. Se tomaron alícuotas de cinco mililitros, se añadieron unas gotas de indicador de fenolftaleína y se tituló con NaOH 0.09 N, el porcentaje de acidez se calculó en el ácido predominante (ácido málico).

**A.O.A.C. 310231/84,942.15/90. Adaptado.**

### **Cálculos.**

$$\% \text{Acidez Total} = V(\text{mL})\text{NaOH} \times N \text{ NaOH} \times (\text{peq.}/1000) \times (100/\text{peso muestra}) \times (V/\text{alícuot}).$$

### **7.4. Determinación de sólidos totales (brix verdadero).**

Se pesaron cantidades conocidas de cada muestra y se sometieron a secado en estufa de circulación de aire a 105°C durante un periodo superior a cinco horas hasta que el peso de las muestras se estabilizó.

**A.O.A.C. 22.018/84,920.151/90. adaptado.**

## Cálculos.

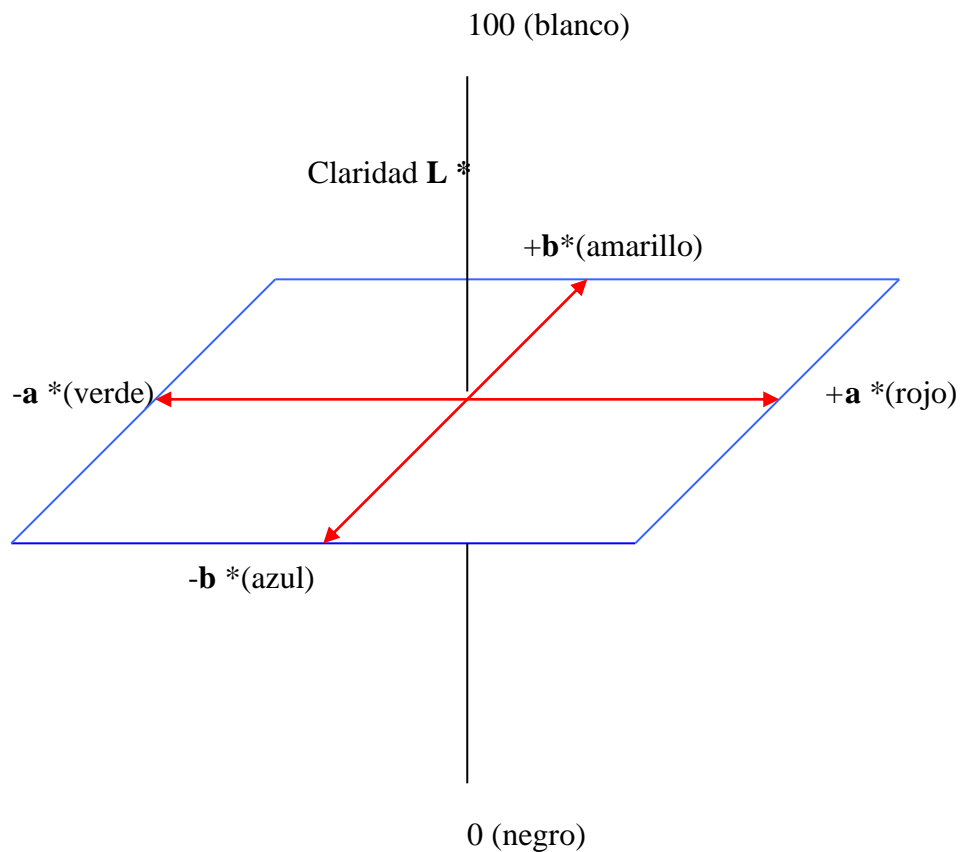
% Sólidos Totales = (peso seco / peso muestra) x 100.

### 7.5. Determinación de la actividad del agua.

La actividad del agua se determinó en un equipo de punto de rocío. DECAGON, en un rango de cero a uno con un grado de precisión de 0,1.

### 7.6. Determinación de colorimetría.

#### Gráfica 2. Sistema cartesiano de coordenadas colorimétricas.



El color se determinó en un equipo colorímetro MINOLTA **CR-10**. Utilizando la técnica CIE Lab que es un sistema coordinado cartesiano definido por tres coordenadas colorimétricas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ .

**L\*** : es una coordenada que recibe el nombre de claridad o luminosidad (métrica), y puede tomar valores entre 0 y 100.

**a\*** y **b\*** : Son coordenadas colorimétricas, las cuales forman un plano perpendicular a la claridad.

**a\*** : define la desviación del punto acromático correspondiente a la claridad, hacia el rojo si **a\*** es mayor que 0, y hacia el verde si **a\*** es menor que 0.

Análogamente la coordenada **b\*** define la desviación hacia el amarillo si **b\*** es mayor que 0, y hacia el azul si **b\*** es menor que 0.

### **7.7. Determinación del % de grasa.**

**Extracto etéreo:** En un matraz volumétrico se adicionaron 10 gramos de muestra, a ésta se le agregaron 50 mL de éter etílico y se dejó el sistema en reposo durante un periodo de 24 horas, al termino de este periodo se filtró, se desecho el filtrado y el residuo se secó en estufa de aire circulante a una temperatura de 105 °C, durante 30 minutos, se dejó enfriar, se determinó los gramos de grasa que contenía la muestra inicial por el método gravimétrico.

#### **Cálculos**

$$\% \text{ Grasa} = \frac{\text{masa inicial} - \text{masa final} \times 100}{\text{masa inicial}}$$

### **7.8. Determinación del % de fibra bruta.**

Se tomó un gramo de muestra desengrasada, se sometió a digestión ácida en 80 mL de ácido sulfúrico 0.1275 M durante 30 minutos, se filtro al vacío, se desecho el filtrado y el residuo se sometió a digestión básica en 80 mL de hidróxido de

sodio 0.313 N más 80 mL de agua destilada por un periodo de 30 minutos, se filtró al vacío y el residuo se lavó con agua destilada caliente hasta pH neutro. El residuo se secó en estufa con aire circulante a 105 °C, se determinó la masa.

### **Cálculos.**

$$\% \text{ Fibra} = \frac{\text{Masa de Fibra} \times 100}{\text{Masa de Muestra}}$$

## **7.9. Determinación del % de nitrógeno por el método Kjeldahl.**

**7.9.1. Digestión:** se pesó 0.1 g de muestra, se pasaron a un balón Kjeldahl de 50 mL, se adicionó 0.1 g de catalizador de selenio y 1 mL de ácido sulfúrico concentrado, este sistema se sometió a digestión durante 3 horas aproximadamente hasta que la solución se aclaró completamente (color verde agua marina).

**7.9.2. Destilación:** la muestra se colocó en el destilador Kjeldahl, y se le adicionó 10 mL de hidróxido de sodio concentrado, el destilado se recogió en un matraz que contenía 10 mL de ácido bórico mas unas gotas de indicador de Tashiro hasta que este presentó un cambio en su coloración de verde oscuro hasta azul en este momento se detuvo la destilación, el destilado se tituló con ácido clorhídrico 0.1 N.

### **Cálculos.**

$$\% \text{ Nitrógeno} = V \times N \times (14/1000) \times 100 / \text{masa de la muestra.}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ N} \times 6.25.$$

**7.10. Determinación de fósforo** (procedimiento estandarizado en el departamento de química. facultad de ciencias de la universidad nacional de Colombia).

**7.10.1. Reactivos:** Molibdato de amonio. Solución acuosa al 5 % .

Vanadato de amonio. Se disolvió 0.25 g de la sal en 50 mL de agua hirviendo, se dejó enfriar y luego se añadió 35 mL de ácido Nítrico concentrado, se diluyó a 100 mL con agua destilada.

#### **Solución patrón de fósforo.**

se disolvieron 0.3509 g de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , previamente secado a la estufa por una hora, en 300 mL de agua, se agregaron 20 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  10 N, se dejó enfriar y diluyó a 1L.

#### **Patrón I**

$$1\text{mL} = 80 \text{ ug de P}$$

#### **Patrones de Trabajo.**

En matraces aforados de 100 mL se tomaron 0, 1, 10, 15 y 20 mL del patrón I, se agregaron 4 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  10 N en cada matraz y se aforaron. De estas soluciones se tomaron 5 mL para elaborar la curva según el procedimiento descrito para las muestras.

#### **7.10.2. Procedimiento.**

Se tomaron 5  $\text{cm}^3$  de la solución de cenizas y posteriormente se diluyeron a 100 mL en matraz aforado. Se tomaron 10 mL de esa solución en un tubo de ensayo.



Se añadieron 4 mL de una mezcla recién preparada, de partes iguales de a) solución acuosa de Molibdato de amonio al 5% y b) solución al 0.25 % de Vanadato de amonio en ácido nítrico. Se tapó, mezcló bien y dejó en reposo durante 20 minutos para que se desarrollara el color. Se leyó la absorbancia o la transmitancia a una longitud de onda de 420 nm, ajustando el 100% con un blanco de reactivos. Junto con las muestras se corrieron tres patrones de 4, 8, 12, y 16 microgramos de fósforo. Se graficó la absorbancia contra la concentración y se calculó la concentración de las muestras a partir de la gráfica. *(ver la curva de calibración U.V. Visible y el espectro de la muestra fósforo snack de raquis en el análisis de los resultados).*

#### **7.11. Determinación de hierro, calcio, y potasio por espectrofotometría de absorción atómica.**

**Principio:** el análisis de absorción atómica se basa en el hecho de que en una llama a alta temperatura, solo una pequeña fracción de los átomos del metal son excitados en un momento dado.

Un átomo excitado es aquel en el que un electrón ha sido llevado a un nivel superior de energía del que puede caer a un nivel inferior, desprendiendo energía radiante.

En un instrumento de absorción atómica, el metal (del mismo elemento que se va a determinar en la llama) situada en la oquedad del cátodo (en un tubo de cátodo hueco) se calienta y se excita por bombardeo de electrones para que irradie energía de la longitud de onda característica del metal. La energía radiante

producida se dirige a través de la llama que contiene los átomos del elemento a determinar, los cuales absorben esa energía con mayor o menor intensidad dependiendo de los átomos no excitados presentes en la llama. Su relación con la cantidad del elemento se establece por comparación de la muestra con soluciones de concentración conocida utilizadas para ajustar el equipo a condiciones de trabajo. La muestra se lleva al quemador de la llama por succión capilar atomizándose en forma de vapor para ser quemada. Las fuentes comúnmente usadas que emiten espectros elementales o líneas más que espectros continuos son las lámparas catódicas y las lámparas de vapores metálicos. Generalmente las lámparas son garantizadas para un trabajo útil de 500 horas, lo cual es equivalente a 30.000 determinaciones si se efectúa una determinación por minuto, sin incluir el tiempo previo de calentamiento.

**7.11.1. calcio y potasio:** cuando se coloca la muestra con una solución saturante de acetato de amonio con ayuda de agitación fuerte, el Ion  $\text{NH}_4^+$  desplaza de las posiciones de intercambio a los cationes retenidos por las cargas negativas del complejo coloidal. Estos son posteriormente cuantificados en el extracto mediante espectrofotometría de absorción atómica.

#### **7.11.1.1. Reactivos.**

Acetato de amonio ( $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) 1.0 M pH 7.0

Se pesaron 77.08 g de  $\text{NH}_4\text{OAc}$  en aproximadamente 500 mL de agua. Luego se agregó ácido acético para ajustar el pH a 7.0 y se completó a volumen con agua.

El  $\text{NH}_4\text{OAc}$  puede ser reemplazado por 57.3 mL de ácido acético concentrado y

67.5 mL de hidróxido de amonio al 30% los cuales se disuelven en agua destilada y se completa a volumen de un litro incluyendo el ácido o la base que sea necesario agregar para ajustar el pH a 7.0.

**Extracción:** se pesaron 5 g de muestra y se agregaron 25 mL de  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1.0 M pH 7.0, se agitó 10 minutos y por ultimo se filtro. Cuando se determinan simultáneamente cationes intercambiables y bases intercambiables se debe utilizar el extracto de la base saturadora de  $\text{NH}_4\text{OAc}$  del procedimiento de cationes intercambiables para los análisis de Ca y K.

**Solución de lantano al 1%:** se pesaron 11.73 g de  $\text{La}_2\text{O}_3$ , y se agregó aproximadamente 100 mL de agua destilada. Despacio y cuidadosamente se agregaron 50 mL de HCl concentrado para disolver el  $\text{La}_2\text{O}_3$  y se llevó a volumen de un litro, Si se utiliza  $\text{LaCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  pesar 25.44 g de este reactivo, agregar 100 mL de agua destilada y 32 mL de HCl concentrado y completar a volumen de un litro con agua destilada. Este reactivo se utiliza como inhibidor de interferentes químicos, especialmente de sílice, aluminio, fosfatos, y sulfatos que disminuyen la sensibilidad de absorción de calcio.

#### **7.11.1.2. Preparación de los Estándares.**

**Calcio:** a partir de una solución de 1000mg/L de Ca se tomaron alícuotas de 0, 1.0, 2.5, 5.0, 7.5, y 12.5, se diluyeron en balones de 100 mL con agua destilada para obtener patrones de 0, 10, 25, 50, 75, y 125 mg/L de Ca. La solución concentrada de 1000mg/L de Ca se preparó pesando 2.7691 g de  $\text{CaCl}_2$  y

diluyendo a un litro con HCl del 6.5%. Al momento de utilizar los estándares en el espectrofotómetro de absorción atómica se siguió el procedimiento para las muestras o sea se tomó un mililitro de cada estándar, se agregaron 15 mL de la solución de lantano y 9 mL de agua para obtener concentraciones finales de 0, 0.4, 1.0, 2.0, 3.0, y 5.0 mg/L de Ca, los cuales se usaron para acondicionar el equipo.

**Potasio:** se pesaron 1.9067 g de KCl, se disolvieron y completaron a volumen de un litro con agua destilada. La concentración de esta solución fue de 1000 mg/L de K y se utilizó para preparar soluciones intermedias de 0, 10, 25, 50, 100, y 150 mg/L de K tomando alícuotas de 0, 1.0, 2.5, 5.0, 10, y 15.0 mL diluidas a 100 mL con agua. Para la curva patrón se diluyeron los estándares 15 veces para obtener concentraciones finales de 0.4, 1.0, 2.0, 4.0, y 6.0, mg/L de K. Esta dilución final puede efectuarse en agua o conjuntamente con la solución final de Ca agregando 15 mL de solución de lantano y 9 mL de agua.

#### **7.11.1.3. Procedimiento de Determinación.**

Para la determinación de Ca y K se recomienda una disolución final de 25 veces. En este caso se tomó 1 mL del filtrado de  $\text{NH}_4\text{OAc}$ , se agregaron 15 mL de solución de lantano y 9 mL de agua. Si únicamente se determina K se agregan 24 mL de agua.

### **7.11.2. Hierro. Método Olsen modificado.**

**Principio:** Arvel Hunter modificó el método original de Olsen para fósforo agregando un agente quelatante y aumentando el pH hasta 8.5, bajo estas condiciones el Bicarbonato de Sodio extrae parte de las formas intercambiables de los nutrimentos bajo estudio, y el EDTA (quelato) extrae las formas unidas especialmente a la materia orgánica. En el extracto los elementos son determinados por espectrofotometría de absorción atómica.

En el proceso se utiliza el agente de floculación denominado superfloc 127, el cual es una poliacrilamida de gran peso molecular, y de alta efectividad como agente floculante en suspensiones ácidas, neutras y alcalinas. Este agente es una ayuda efectiva para filtración de las suspensiones de muestras cuando se usa adecuadamente.

#### **7.11.2.1. Reactivos.**

Solución extractora modificada de bicarbonato de sodio.

Se disolvieron 42 g de  $\text{NaHCO}_3$  en 100 mL de agua, 3.72 g de EDTA en 150 mL de agua y 0.1 g de superfloc 127 en 100 a 200 mL de agua, para lo cual se agitó durante dos horas a menos de 400 r.p.m. para evitar el rompimiento de las moléculas del agente floculante. Se mezclaron las tres soluciones antes mencionadas con agua y llevaron a volumen de un litro. Se ajustó el pH a 8.5 con NaOH y guardó la solución en un frasco de polietileno.

### **7.11.2.2. Preparación de los estándares.**

Se empleó una solución concentrada (1000 ppm de Fe) ya preparada comercialmente, a partir de la cual se preparó una solución diluida de 100 ppm. Se tomaron 10 mL de la solución de 1000 ppm y se llevó a un volumen de 100 mL con agua desmineralizada.

### **Soluciones estándares para Hierro.**

Se tomaron alícuotas de 0.0, 1.0, 2.0, 4.0, 6.0, y 10.0 y se llevaron a un volumen final de 100 mL con agua. Las soluciones patrón finales fueron preparadas en la solución extractora modificada de  $\text{NaHCO}_3$ . Así mismo, cuando se hacen diluciones posteriores para la determinación de hierro estas deben ser diluidas en solución de  $\text{NaHCO}_3$ .

### **7.11.2.3. Procedimiento.**

Se colocaron 2.5 g de muestra en un vaso de extracción y adicionó 25 mL de solución extractora. Se agitó a una velocidad lenta durante 10 minutos. Se filtró la solución usando papel filtro poroso.

Se leyó directamente en el extracto obtenido, utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica.

### **Cálculos.**

$E = L_c \times V_f \times L/1000 \times V_e/V_a \times 100/\text{pm} \times 1/\text{pe}$ .

E= Cantidad de meq del metal/100 g de muestra analizada.

Lc= Lectura en la curva expresada en mg/L.

$V_f$ = Volumen final en mL.

$V_e$ = Volumen en mL del extractante agregado.

$V_a$ = Alícuota tomada en mL.

$P_m$ = Peso en gramos de la muestra.

$P_e$ = Peso de un mili equivalente del elemento determinado expresado en mg.

## **8. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.**

### **8.1. Análisis estadístico preliminar.**

Este análisis fue elaborado con el fin de establecer mediante la evaluación estadística de las determinaciones, su media y su desviación estándar las condiciones fisicoquímicas reales del plátano fresco, el raquis fresco, la harina de plátano y la harina de raquis, los datos fueron tabulados y se pueden observar en el anexo 1 al final de este documento.

### **8.2. Determinación del rendimiento del plátano, desde el fruto fresco con cáscara hasta la harina.**

El rendimiento se calculó de la siguiente manera. Se determinó la masa del plátano con cáscara (294.2 g), sin cáscara (161.7 g), se troceó y sometió a un proceso de secado en una estufa con circulación de aire durante 24 horas, al terminar el secado la muestra tenía una masa de 64.5 g, por último se realizó la molienda obteniéndose una masa final (64.3 g) de harina (pérdida de 0.2 g en la molienda). El porcentaje de rendimiento del plátano para la producción de harina fue del 21.86%.



**Tabla 10: Caracterización fisicoquímica del plátano fresco.**

Nombre del Alimento	Humedad %	pH	aw .T: 23°C	Sólidos Totales %	Cenizas %	Grados Brix	Acidez Total %	Colorimetría
Plátano Fresco	60.7	6.0	0.96	39.3	0.8	6.0	0.19	L 42.1 a -6.6 b 7.6

Los datos obtenidos en la práctica que muestran la composición fisicoquímica del plátano fresco fueron comparados con datos teóricos sacados de la bibliografía revisada para la ejecución de este trabajo, indican que no hay gran variabilidad entre los datos, las pequeñas variaciones están dadas por las variedades de plátano, ya que el trabajo fue realizado con el clon dominico-hartón, mientras que los datos de composición teóricos fueron sacados del análisis fisicoquímico de plátano Hartón, encontrado en la tabla de composición de los alimentos Colombiano del (ICBF)2000.

### **8.3. Determinación del rendimiento del raquis de plátano, desde su estado fresco hasta la harina.**

Se tomó una masa inicial de 540.8 g de raquis fresco con cáscara, enseguida se le retiro la cáscara quedando con una masa de 333.9 g, se troceó y sometió a un

proceso de secado en estufa con circulación de aire durante un periodo de 24 horas, al término de este periodo la muestra poseía una masa de 23.6 g, por último se realizó una molienda dejando al final con 21.5 g de harina de raquis y perdiendo en la molienda 2.1 g, producto de la estructura fibrosa del raquis que se queda adherida a las paredes del molino. Con estas cantidades el porcentaje de rendimiento del raquis desde su estado fresco con cáscara hasta la harina es de 3.98 %.

**Tabla 11: Caracterización fisicoquímica del raquis fresco del plátano.**

Nombre del Alimento	Humedad. %	pH	aw-T: 23°C	Sólidos Totales %	Cenizas. %	Acidez Total %	Colorimetría
<b>Raquis Fresco</b>	92.65	5.8	0.98	7.35	1.63	0.01	L 53.63 a -2.33 b 13.57

No es posible hacer una comparación con los resultados obtenidos durante el desarrollo del trabajo, ya que el análisis realizado se orientó a la caracterización fisicoquímica del raquis fresco de plátano, mientras que los únicos datos encontrados en Cayón y Bolaños (1999) (Tabla 2) se refieren a la composición mineral del raquis fresco de plátano. Debido a esto el análisis de los resultados se soporta en la repetitividad de los datos reportados con su respectiva media y desviación estándar en los resultados finales del trabajo.

**Tabla 12: Caracterización fisicoquímica de la harina de plátano, harina de raquis de plátano, y almidón de yuca.**

<b>Nombre del Alimento</b>	<b>Humedad. %</b>	<b>aw -T: 23.7°C</b>	<b>Sólidos Totales %</b>	<b>Cenizas. %</b>	<b>Acidez Total %</b>	<b>Colorimetría</b>
<b>Harina de Plátano</b>	5.73	0.21	94.29	2.4	1.50	L71.37 a -2.3 b12.63
<b>Harina de Raquis de plátano</b>	7.6	0.38	92.38	22.04	2.25	L 63.7 a -1.33 b 9.9
<b>Almidón Agrio de Yuca</b>	13.06	0.61	86.94	0.11	0.0	L 76 a -3.3 b 4.4

Los resultados obtenidos durante la caracterización fisicoquímica de las harinas de plátano, raquis de plátano y del almidón se compararon con los datos teóricos mostrados en Giraldo (2000) e I.C.B.F (2000) en la tablas 3 y 4, y se encontró que existe una gran semejanza entre estos, lo que indica que los análisis realizados son muy confiables, las pequeñas diferencias podrían deberse a que los materiales de plátano procesados para la fabricación de las harinas eran de un clon diferente al de las tablas de la teoría. En cuanto al almidón podemos decir

que los datos reportados teóricamente se refieren al almidón en general sin tener en cuenta las diferentes clases existentes, es importante hacer saber que el almidón objeto de la caracterización fisicoquímica realizada era del tipo Río sucio.

#### **8.4. Determinación del rendimiento de la mezcla, desde la masa hasta el producto terminado.**

Se preparó la masa utilizando las siguientes cantidades: 50g de harina de plátano, 50g de harina de raquis, 100g de almidón agrio de yuca tipo Río sucio y 200g de queso, se agregó un poco de agua para suavizar la mezcla y conferirle apariencia de masa al final se obtuvieron 563 g de masa lista para hornear.

Se tomó una muestra significativa de la masa igual a 101.80g, luego se sometió al proceso de armado de los snack y posterior horneado obteniéndose una masa final de producto terminado sin cubierta igual a 60.7g. Teniendo como referencia estos resultados el porcentaje de rendimiento de La mezcla desde la masa hasta los snack fue de 59.63 %.

**Tabla 13: Caracterización fisicoquímica del producto snack terminado por cada 100 g de producto.**

Nombre del Alimento	Día 1 aw. T:25.8°C.	Día 2 aw. T:25.6°C.	Día 3 aw.T: 25.7°C.	Sólidos Totales %	Cenizas %	Humedad %	Grasa %.	Fibra %.	Proteína %.	Fósforo. ppm	Calcio mg/100g	Potasio mg/100g	Hierro mg/100g	Acidez Total %	Colorimetría
Producto snack Terminado	0.37	0.40	0.40	99	8.6	1	4.6	6.3	13.13	869	26.50±0.020	217.5±0.028	65.25±0.07	1.08	L59.9 a 7.1 b20.9

La caracterización del producto final terminado muestra su gran valor nutricional, y justifica la realización de esta investigación, pese a que el rendimiento obtenido del raquis no es muy bueno, se compensa con los buenos niveles de los minerales que contiene, además algo positivo para mostrar es que la materia prima principal objeto del estudio es muy económica ya que no se utiliza prácticamente para nada y se obtiene de manera gratuita en los centros de distribución.

#### **8.5. Comparación fisicoquímica entre el producto snack y productos similares que se encuentran en el mercado.**

Para tener una visión más clara acerca del valor nutritivo del producto snack elaborado, se realizó una tabla comparativa en la cual se presentan los valores

prácticos obtenidos de los diferentes análisis a los que fue sometido el producto snack, además los valores teóricos de los nutrientes que debe consumir una persona diariamente para que su organismo funcione de una manera adecuada según el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y también se hace referencia a la información nutricional que contienen diferentes productos snack encontrados regularmente en el mercado.

**Tabla 14: Comparación fisicoquímica entre productos snack comerciales, con el producto snack elaborado durante el desarrollo de este trabajo.**

<b>Nutrientes</b>	<b>Recomendaciones de consumo diario de nutrientes para la población Colombiana</b>	<b>Cantidad de Nutrientes Contenidos en el Producto snack por Cada 100 g de producto.</b>	<b>Cantidad de Nutrientes Contenidos en Choclitos Limón Por Cada 100 g de producto.</b>	<b>Cantidad de Nutrientes Contenidos en Snacky Por Cada 100 g de Producto.</b>	<b>Cantidad de Nutrientes Contenidos en Roquitas Por Cada 100 g de Producto.</b>	<b>Cantidad de Nutrientes Contenidos en Cheese Tris Por Cada 100g de Producto.</b>	<b>Cantidad de Nutrientes Contenidos en Gudiz Por Cada 100 g de Producto.</b>
<b>Proteína</b>	20-41 g / día	13,13 g	6,3 g	-	7,3 g	6,25 g	4,8 g
<b>Grasa</b>	26% del consumo diario de calorías debe provenir de grasas.	4,6 g	31,7 g	30 g	5,3 g	28,75 g	0,08 g
<b>Fibra</b>	<b>15-20 g / día</b>	6,3 g	-	-	-	1,5 g	0,12 g
<b>Calcio</b>	500-700mg/día	0,027 g	-	-	-	-	-
<b>Potasio</b>	-	0,218 g	0,103 g	-	0,49 g	-	0,112 g
<b>Hierro</b>	9-13 mg / día	0,065 g	-	-	-	-	-
<b>Fósforo</b>	500-700mg/día	869 mg / L	-	-	-	-	-

Al analizar comparativamente los datos obtenidos durante el desarrollo de este trabajo con los datos teóricos reportados en la tabla 14, se encontró, que el producto snack desarrollado posee un bajo nivel de grasa, y niveles altos de

proteína, fibra y minerales con lo que se demostró que el producto snack desarrollado tiene muy buenas cualidades que pueden ser utilizadas como complemento para una buena nutrición.

### 8.6. Análisis de los resultados del horneado arrojados por el diseño estadístico para el producto snack.

Al aplicar el método de correspondencias múltiples se observa que las galletas G52, G62, G61, G112 Y G111 salieron crocantes y están asociadas a la relación 400F5; las galletas G122 y G91 están asociadas a la relación 400F2 mientras que la textura óptima la obtuvieron las galletas G121, G82, G81 y G92.

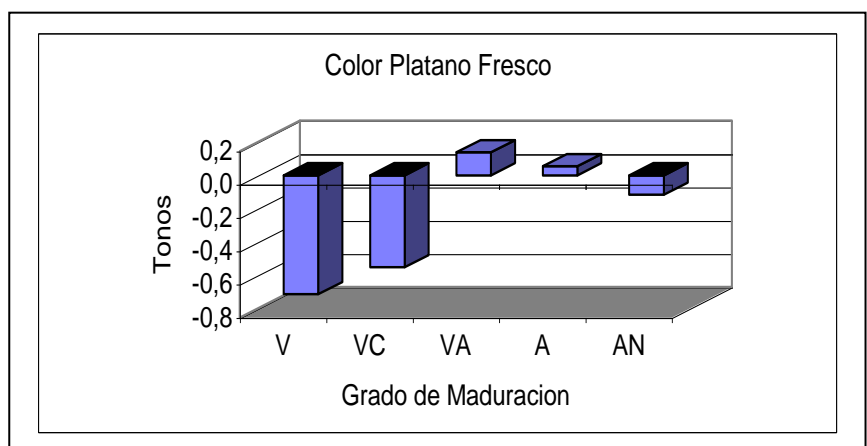
Además se observó que las temperaturas menores de 400°F no permitieron un horneado que produzca la textura crocante y esta textura está determinada principalmente por el manejo de la variable relación entre tiempo y temperatura y no por la composición porcentual de la mezcla, así como lo muestra la gráfica 1.

### 8.7. Análisis de color.

#### 8.7.1. Color Plátano fresco.

L42.1, a -6.60, b 7.6

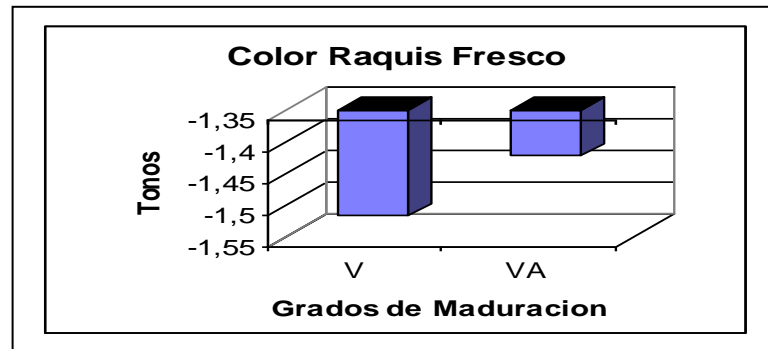
Gráfica 3.



### 8.7.2. Color Raquis fresco.

L 53.63, a -2.33, b 13.57

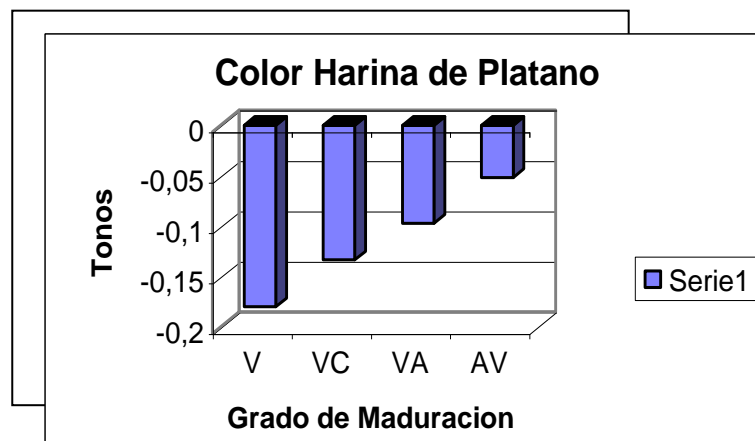
Gráfica 4.



### 8.7.3. Color Harina de Plátano.

L 71.37, a -2.30, b 12.63

Gráfica 5.

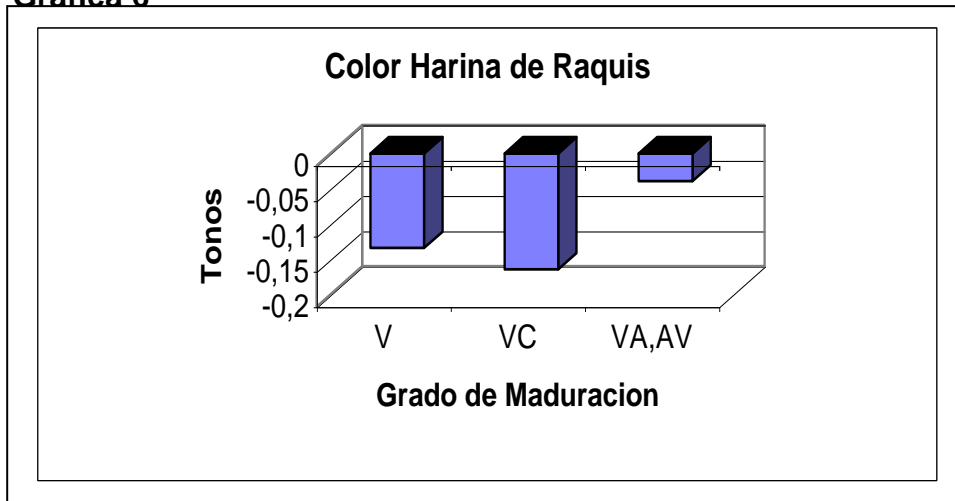




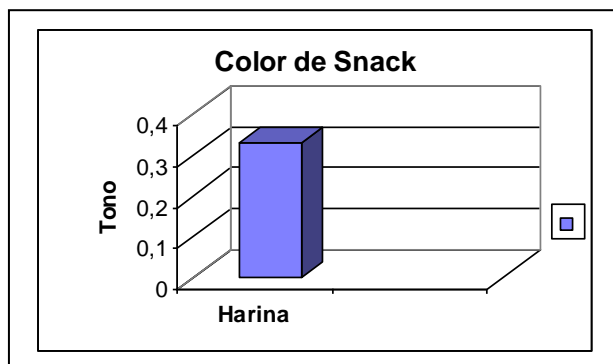
#### 8.7.4.Color Harina de Raquis.

L 63.7, a -1.33, b 9.90

Gráfica 6



Gráfica 7

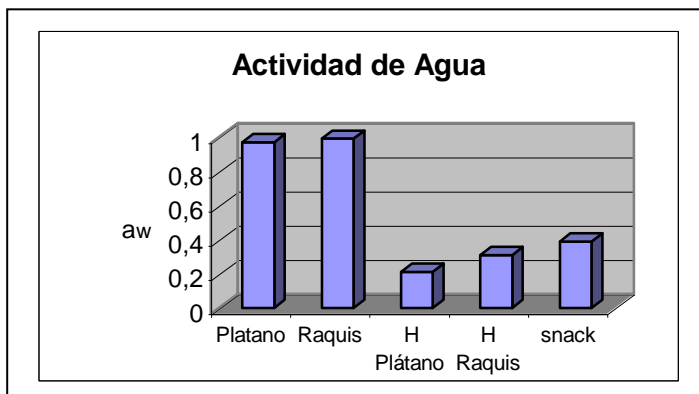


Al analizar los colores de las materias primas y su cambio a través de los respectivos procesos a los que fueron sometidas las harinas y la masa, a la cual se le adiciona almidón, queso y otros ingredientes menores como el azúcar, se

observó un aclaramiento significativo del color desde los productos frescos hasta las harinas y un posterior cambio con dirección a las tonalidades del rojo del producto horneado puesto que estas temperaturas (400°F) causan reacción de Maillard, una de las más importantes que sufren los alimentos y juega un papel clave en la aparición de pigmentos y numerosos productos responsables del sabor, color y olor en los alimentos elaborados.

### 8.8. Análisis de la actividad del agua

**Gráfica 8.**

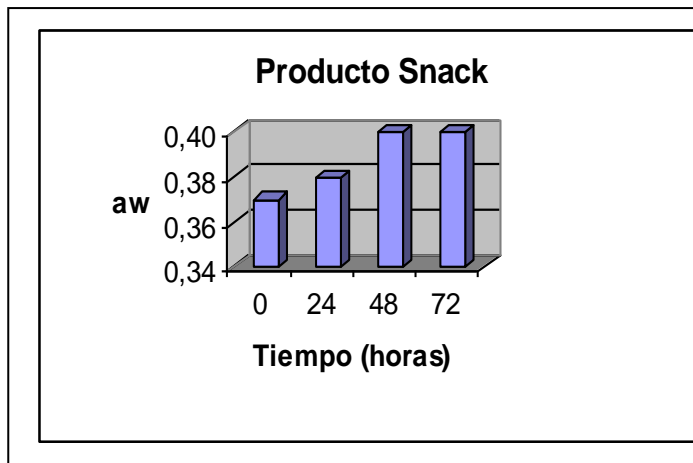


Este gráfico muestra las variaciones entre las actividades del agua desde las materias primas frescas, pasando por las harinas, hasta llegar al producto terminado, las diferencias observadas entre las muestras frescas y las harinas se deben a un periodo de secado que duró entre 24 y 30 horas en estufa de aire circulante a 60°C lo que ocasionó una evaporación del agua libre y por consiguiente una disminución en la actividad del agua.

Existe una variación entre los dos tipos de harina, la de plátano con una actividad de agua igual a 0.21, y la de raquis con una actividad de agua igual 0.31 esta diferencia se debe a las condiciones fisiológicas de cada uno de los órganos,

mientras que uno es el órgano de reserva de los nutrientes (fruto), el otro es un órgano de conducción de los materiales que necesita el fruto para su sano desarrollo y crecimiento.

**Gráfica 9. Actividad de agua del snack**



En esta gráfica observamos el comportamiento de la actividad del agua en el producto terminado durante un periodo comprendido entre las 0 y las 72 horas, es apreciable que la actividad del agua del producto snack fue aumentando conforme al tiempo, hasta alcanzar el equilibrio con el medio, este aumento en la actividad del agua se debe a que el producto terminado no fue sometido a ningún tipo de tratamiento con modificaciones atmosféricas para su empaque, lo que hubiera ocasionado un cambio en su comportamiento y una estabilización mucho más rápida.

### **8.9. Análisis de los resultados del espectro U.V. Visible de la muestra de fósforo en el snack de raquis.**

A continuación se presenta el espectro U.V. Visible de una muestra de snack, así como la curva de calibración obtenida por el método del estándar externo. Como puede apreciarse el análisis presentó una correlación de 0.99636, valor aceptado por las buenas prácticas de laboratorio. Y una desviación estándar de la pendiente igual a 0.75 ppm. El análisis arrojó un contenido de fósforo igual a  $17.38 \pm 0.59$  ppm para cinco réplicas.

En cuanto al fósforo se refiere es importante aclarar el gran valor nutricional de este producto, el fósforo es uno de los minerales que tiene más funciones en el organismo. Aproximadamente 80 % del fósforo se encuentra en los tejidos del esqueleto, el 20 % restante en los líquidos del organismo, es el constituyente principal de muchos compuestos bioquímicos como: enzimas, ácidos nucleicos, proteínas, carbohidratos y grasas.

El fósforo participa en el metabolismo de carbohidratos, proteínas, grasas, en las reacciones metabólicas del tejido nervioso, en la química sanguínea, en el desarrollo y crecimiento del esqueleto y los dientes y en el transporte de los ácidos grasos.

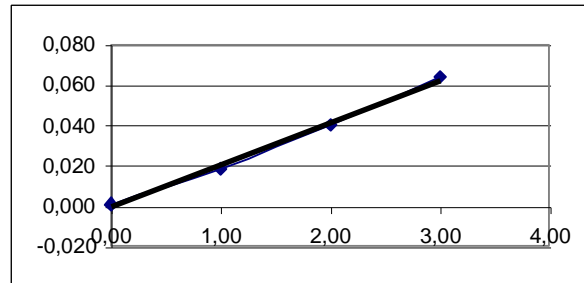
#### **8.10. Análisis de los minerales Hierro, Calcio y Potasio en el producto snack por espectrofotometría de absorción atómica.**

Este análisis se realizó utilizando el método del estándar externo, arrojando coeficientes de correlación superiores a 0.991 lo que demuestra la calidad del análisis encontrándose coeficientes de varianza inferiores al 5%, valores muy adecuados para este tipo de análisis en alimentos aceptado por las buenas practicas de laboratorio (GLP).

A continuación en la gráfica 10 se presentan las curvas de calibración obtenidas para hierro, calcio y potasio. Los valores obtenidos para las muestras reales se presentan en la tabla 14, en la cual puede apreciarse la alta concentración de los minerales que contiene el producto snack desarrollado encontrándose por encima del promedio de otros productos comerciales con los que se comparó.

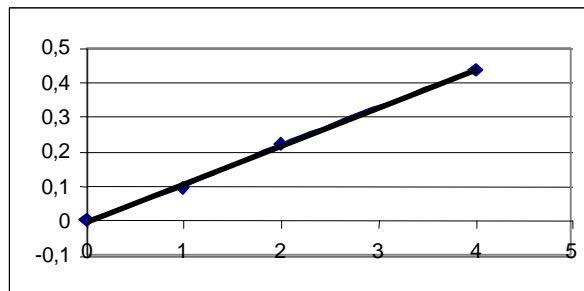
**Gráfica 10. Curvas de calibración para hierro, calcio y potasio.**

CALCIO	
CONCENTRAC	ABSORBAN
0,0	0,00
1,0	0,01
2,0	0,04
3,0	0,06



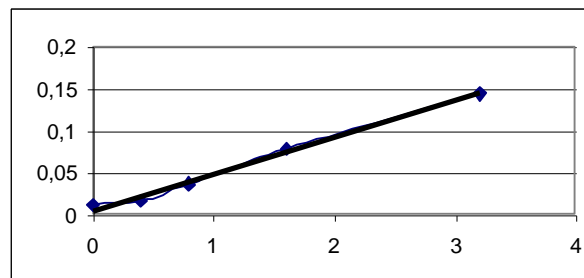
$y=0,02$   
 $S=0,02$   
 $RSD=1,39$   
 $R^2 =$   
 $A=0,00$

POTASI	
CONCENTRAC	ABSORBAN
0	0,00
1	0,09
2	0,22
4	0,43



$y=0,110$   
 $S=0,03$   
 $RSD=1,1$   
 $R^2 =$   
 $A=0,00$

HIERR	
CONCENTRAC	ABSORBAN
0	0,01
0,4	0,01
0,8	0,03
1,6	0,07
3,2	0,14



$y=0,043$   
 $S=0,01$   
 $RSD=1,1$   
 $R^2 =$   
 $A=0,005$

## 9. CONCLUSIONES.

- Se elaboró un producto snack a partir de harina de plátano (12.5%), harina de raquis (12.5%), almidón agrio de yuca (25%) y queso (50%) con alto valor nutricional y adecuadas características organolépticas, sustentado en los análisis gravimétricos, espectrofotométricos y estadísticos realizados durante el desarrollo de este trabajo.
  
- Se elaboró harina de plátano y harina de raquis de plátano, con humedades de 5.73% y 7.6% respectivamente, esta característica de humedad garantizó una baja actividad de agua entre 0.21 y 0.38 respectivamente, haciendo el producto menos susceptible a la proliferación de microorganismos como hongos prolongando su tiempo de vida útil.
  
- Se aplicó un análisis Multivariado de correspondencias para evaluar las mejores condiciones de mezcla y horneado del producto snack para obtener una textura crocante. Este sustento estadístico demostró que el proceso de horneado debe realizarse a temperaturas mayores o iguales a 400 °F, con tiempos de horneado que deben oscilar entre 2 y 5 minutos.

- Según los resultados del diseño experimental utilizado “análisis Multivariado de correspondencias” se obtuvo que la composición porcentual de los ingredientes utilizados para la realización de la mezcla no es un factor determinante de la textura crocante del producto.
  
- Según los análisis realizados a los diferentes productos intermedios durante el desarrollo de este trabajo, se demostró que, la harina de raquis es el componente de la mezcla que determina el valor nutricional del producto final, puesto que el raquis de plátano es el mayor portador de nutrientes como lo son: Proteínas, fibra, calcio, potasio, hierro y fósforo.
  
- Luego de realizar un análisis comparativo entre el producto snack elaborado y productos similares que se encuentran actualmente en el mercado, se concluyó que el snack superó en todos los aspectos evaluados a los productos comerciales, caracterizándose por poseer un bajo contenido de grasa y un alto contenido mineral que ningún otro producto comercial comparado logró igualar. Esto demuestra el gran potencial nutricional del producto, haciéndolo atractivo como complemento para suplir los requerimientos diarios de consumo de nutrientes.



## **10.RECOMENDACIONES.**

- Se debe analizar la vida útil del producto snack determinando las condiciones límites de humedad que este puede soportar mediante la realización de Isotermas de Sorción.
  
- Es necesario la realización de análisis microbiológicos que determinen la susceptibilidad del producto alimenticio a la proliferación de microorganismos que puedan afectar la salud del consumidor.
  
- Se debe realizar un análisis sensorial efectivo, con el fin de medir el grado de preferencia del producto snack elaborado comparándola con una galleta comercial, en este análisis se debe evaluar las características organolépticas del producto como lo son, color olor sabor y textura crocante.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

ALARCON, F; DUFOUR, D. Almidón Agrío de Yuca en Colombia. Tomo 1: Producción y Recomendaciones. (CIAT.) Centro Internacional de Agricultura Tropical, (CIRAD) Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement. Pág. 9-20.

BERNAL, I.1998. Análisis De Alimentos. Pág.1-63. Editora Guadalupe LTDA. Santa Fe De Bogotá D.C, Colombia.

CARVAJAL, L. ; SÁNCHEZ, M.L.; GIRALDO, G. Y ARCILA, M.I. 1998. Diseño de un producto alimenticio para humanos (hojuelas) a partir del raquis del plátano (musa AAB Simmonds). Trabajo de grado para optar al título de Químico, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Quindío. 52 p.

CAYÓN, G.; BOLAÑOS, M.M. 1999. Efecto de la remoción de las hojas sobre la distribución de elementos minerales en el racimo del clon Dominico-Hartón (musa AAB Simmonds). Infomusa 8(2) : 30-32.

CAYON, D.G; GIRALDO, G.A; ARCILA, M.I; 2000 Postcosecha y Agroindustria Del Plátano En El Eje Cafetero De Colombia. Corpoica, Universidad Del Quindío, Asiplat, Comité Departamental De Cafeteros Del Quindío, Colciencias, Fudesco, Armenia, Colombia.

DIAZ, D; VILLALOBOS, M; ALVARADO, D. 1977. Preparación y conservación de productos semi-procesados de plátano en diferentes estados de madurez. Colombia.

DUQUE, A.L.; BOHÓRQUEZ Y. 1997. Modelo para la determinación de pérdidas poscosecha del plátano Dominico-Hartón (musa AAB simmonds) producido en el departamento del Quindío. Trabajo de grado para optar al título de especialista en poscosecha, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Quindío. 117 p.

GIRALDO, G. 1984. Desarrollo de un proceso de tecnología adecuada para la producción de harina de plátano enriquecida con harina de soya desgrasada, vitaminas y minerales. Revista informativa Química 2 (4) : 9-18.

GONZALEZ, G. S; PELAEZ, M.C; DIAZ, E.I; AMAYA, A; GIRALDO, G.A; GUZMÁN, M. 1995. Comercialización del plátano Dominico-Hartón cultivado en el Departamento del Quindío. Pág. 110-125. Ed. Fudegraf Ltda. Armenia. Colombia.

GONZALEZ S.J 1991 Elaboración A Base De Cereales Expandidos. Industria Alimenticia Para Los Procesadores de Alimentos Latino Americanos. 2(5) 24-26.

HINCAPIÉ, G. 2002. Proceso de elaboración de almidón agrio de yuca. Universidad Católica de Oriente. Rió Negro. Pág. 23-50. Tesis.

Instituto Colombiano De Bienestar Familiar. (I.C.B.F.). Tabla De Composición De Alimentos Colombianos. Impresión. División De Recursos Materiales y Físicos. Subdirección Administrativa del I.C.B.F. Santa Fe de Bogotá D.C., Colombia, junio de 2000.

Instituto Colombiano De Bienestar Familiar. (I.C.B.F.). Recomendaciones de consumo diario de calorías y nutrientes para la población Colombiana. Impresión. División De Recursos Materiales y Físicos. Subdirección Administrativa del I.C.B.F. Santa Fe de Bogotá D.C., Colombia, junio de 2000.

PIEDRAHITA, C.A. 1991. Tecnología de frutas y hortalizas. Universidad del Valle. Cali. Pág. 123-136. Tesis.

STOVER, R.H. and SIMMONDS, N.W. 1987. Bananas., London, U.K. , Longmans, 486 p.

SIMMONDS, N.W. 1996. Bananas. 2<sup>nd</sup> edition. Longman. London.

## 12. ANEXOS

### 12.1. Análisis estadístico preliminar.

platano fresco	pH	promedio pH	SD	ceniza	Pro ceniz	SD	grados brix	Pro Grabrx	SD				
V	6	5,32	0,86	0,79	0,70	0,09	6	15,8	12,66				
VC	6,1			0,8			6						
VA	5,7			0,63			8						
A	4,5			0,61			32						
AN	4,3			0,65			27						
Raquis fresco	pH	promedio pH	SD	Cenizas	Prom Ceni	SD							
V	5,8	5,96	0,17	1,63	1,42	0,15							
VC	5,8			1,33									
VA	6			1,43									
A	6			1,23									
AN	6,2			1,46									
Platano frsco	Humedad	Prom Humed	SD	Solidos T	Prom ST	SD	Acidez	Prom acid	SD				
Grado Verde	62,26	60,59	2,42	37,74	39,41	2,42	0,19	0,19	0,03				
	62,27			37,73			0,22						
	62,54			37,46			0,17						
	58,07			41,93									
	57,81			42,19									
	58,13			41,87									
	61,6			38,4									
	61,79			38,21									
	61,83			38,17									
Raquis fresco	Humedad	Prom Humed	SD	Solidos T	Prom ST	SD	Acidez	Prom Aci	SD				
Grado Verde	92,92	92,57	0,90	7,08	7,43	0,90	0,11	0,10	0,01				
	91,6			8,4			0,088						
	91,63			8,37			0,1						
	93,21			6,79									
	93,5			6,5									
	92,5			7,5									
	93,23			6,77									
	92,79			7,21									
	92,47			7,53									
Harina Platano	Humedad	Prom Humed	SD	Solidos T	Prom ST	SD	Cenizas	Prom Ceni	SD	Acidez	Prom Acid	SD	
	6,08	5,72	0,23	93,92	94,29	0,22	2,58	2,42	0,28	1,4	1,5	0,1	
	5,66			94,32			2,6			1,6			
	5,79			94,29			2,68			1,5			
	5,48			94,52			2,16						
	5,61			94,39			2,07						
	5,22			94,78			1,71						
	5,32			94,68			2,51						
	5,28			94,72			2,35						
	5,29			94,71			1,89						
Harina Raquis	Humedad	Prom Humed	SD	Solidos T	Prom ST	SD	Cenizas	Prom Ceni	SD	Acidez	Prom Acid	SD	
	7,38	7,62	0,21	92,62	92,38	0,21	22,41	22,08	0,60	2,03	2,25	0,33	
	7,43			92,57			22,39			2,08			
	7,62			92,38			22,71			2,63			
	7,81			92,19			21,49						
	7,84			92,16			21,39						
	7,73			92,27			21,14						
	7,17			92,83			23,27						
	6,94			93,06			23,49						
	7,02			92,98			23,18						