



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO A BASE DE LA HARINA  
DE LA PULPA DEL FRUTO DE PIJIGUAO (*Bactris gasipaes* HBK)**

Tutor Académico:  
Prof. Mujica F. Viky C.

Autor:  
Br. Toro Marines

Valencia, Junio 2012



## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios por guiar mi camino y darme la sabiduría y constancia para alcanzar ésta meta.*

*A mis Padres por haber sido ejemplo en cada instante de mi vida.*

*A Yoendy Maldonado mi compañero y amigo, por ser pilar fundamental en mi vida.*

*Gracias por el regalo más grande de mi vida... mi hijo, quien hoy día es el motor de  
cada uno de mis sueños.*

*A mi hermosa familia, los cuales fueron participe en la realización de este logro y que  
con su apoyo y fortaleza contribuyen en los éxitos de mi vida.*

*Los amo...*



## AGRADECIMIENTOS

A la profesora Viky Mujica, mi tutora académica por su gran colaboración y acertada asesoría a lo largo de la realización de este trabajo de grado y durante las asignaturas dictadas en la carrera. Estaré siempre agradecida.

A la profesora Ingrid Velásquez por la asesoría y colaboración brindada durante la realización del trabajo de grado.

Al Laboratorio de Alimentos de la Escuela de Ingeniería Química por permitirme realizar estudios experimentales fundamentales para la realización de la investigación. En especial a la Ing. Peggy Londoño por su total colaboración en cada una de las pruebas realizadas.

A la Universidad de Carabobo, recinto en el cual adquirí los conocimientos académicos indispensables para la realización de éste trabajo de grado y para mi formación como profesional.

A la Estación Experimental Samán Mocho, en especial al Ing. Juan Márquez por su colaboración en la colaboración al momento de la obtención del fruto utilizado en el trabajo de grado.

A la población de El Rincón quienes colaboraron incondicionalmente en parte importante de esta investigación.

A todos y cada uno de mis compañeros de estudios y futuros colegas a los cuales agradezco la amistad brindada, los momentos de estudio y apoyo a lo largo de estos años de estudios. Espero sigamos logrando muchas metas juntos y la amistad creada permanezca incondicionalmente.

A los profesores, preparadores y personal administrativo de la escuela por haberme prestado la ayuda necesaria y los conocimientos para alcanzar satisfactoriamente este logro.

A todos muchas gracias....



## Agradecimientos

---

Marines



## RESUMEN

El pijiguao (*Bactris gasipaes* HBK) es uno de los alimentos tropicales de mayor valor nutritivo. Se han encontrado investigaciones científicas como las de Argote (2010) y Pizzani (2008), que hablan de un gran contenido de proteína de alta calidad, de aminoácidos esenciales; por su fina grasa, constituida por aceites no saturados y el alto contenido de Beta-Caroteno, fósforo, vitamina A, calcio y hierro, así como vitaminas B y C. Dada las necesidades del país en cuanto a las demandas alimenticias, debido al constante incremento de la población, se hace necesaria la búsqueda de otras alternativas para los habitantes de las comunidades. Por lo antes expuesto, se evaluó la incorporación de la harina de la pulpa del fruto del Pijiguao (*Bactris gasipaes* HBK) en la formulación de un alimento nutritivo. Las principales variables que se determinaron fueron el contenido de humedad, cenizas, proteína, calcio, fósforo, fibra y grasa cruda cuyos resultados fueron comparados con otro alimento comercial. La metodología que se adoptó fue primero la elaboración de una galleta imitando el procedimiento utilizado en la fabricación del casabe, comparando además los costos generados en la formulación de la misma; posteriormente se realizó la caracterización para comparar las variables mencionadas anteriormente y determinar así los beneficios obtenidos en la sustitución de la harina; por último se realizó una prueba de degustación para determinar así las propiedades organolépticas. Entre los logros más resaltantes, se tienen que la galleta elaborada presenta un gran contenido protéico, de fibra y grasa cruda, así como de minerales como el fósforo y el calcio, los cuales pueden ser incorporados en la dieta diaria. Se concluyó, que el alimento formulado además de competir nutricionalmente con la galleta de yuca comercial, obtuvo igual nivel de preferencia que esta última; sin embargo los costos generados al sustituir la harina de pijiguao son mucho mayores que en la elaboración de la galleta comercial con valores de 10,20 Bs y 1,5 Bs respectivamente. Se recomienda incentivar el cultivo de pijiguao en la región central, de manera de explotar los potenciales del mismo a un costo más bajo.

**Palabras claves:** *harina de Pijiguao (Bactris gasipaes HBK), galleta nutritiva, caracterización físicoquímica, propiedades organolépticas, análisis sensorial.*



## SUMMARY

The pijiguao (*Bactris* HBK) is a tropical food more nutritious. Found scientific research such as Argote (2010) and Pizzani (2008), who speak of a large content of high quality protein, essential amino acids, for their fine fat, consisting of unsaturated oils and high in Beta -carotene, phosphorus, vitamin A, calcium and iron, and vitamins B and C.

Given the country's needs in terms of the nutritional demands due to the ever increasing population, it is necessary to seek other alternatives for community residents. Due to the above, we evaluated the addition of flour Pijiguao fruit pulp (*Bactris* HBK) in the formulation of a nutritious food. The main variables that were determined were moisture content, ash, protein, calcium, phosphorus, fiber and crude fat and the results were compared with another commercial feed.

The methodology adopted was to first develop a cookie imitating the procedure used in the production of cassava, also comparing the costs incurred in the formulation of the same, then the characterization was performed to compare the variables mentioned above and determine the benefits obtained in the replacement of flour by Finally, a taste test to determine and organoleptic properties.

Among the most outstanding achievements, must be prepared cookie has great protein content, fiber and crude fat, and minerals such as phosphorus and calcium, which can be incorporated into the daily diet. It was concluded that the food nutritionally formulated and compete with the commercial cassava cracker, got the same level of preference to the latter, but the costs generated by replacing flour pijiguao are much higher than in the development of commercial cookie values of 10.20 Bs Bs 1.5 respectively. It is recommended to encourage the cultivation of pijiguao in the central region, in order to exploit the potential of it to a lower cost.

**Keywords:** *Pijiguao flour (*Bactris gassipaes* HBK), nutritious biscuit, physicochemical characterization, organoleptic properties, sensory analysis.*

***Palabras claves:***

***Harina de Pijiguo (Bactris gassipaes HBK), galleta nutritiva, caracterización físicoquímica, propiedades organolépticas, análisis sensorial.***

**ÍNDICE GENERAL**

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	2
1.1 Descripción del problema.....	2
1.2 Formulación del problema.....	4
1.2.1 Situación actual.....	4
1.2.2 Situación deseada.....	5
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Justificación.....	6
1.5 Limitaciones.....	7
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	8
2.1 Antecedentes.....	8
2.2 Bases teóricas.....	12
2.2.1 Bases teóricas referentes al fruto en estudio.....	12
2.2.2 Potencialidades del pijiguao ( <i>Bactris gasipaes</i> HBK).....	14
2.2.3 Fundamentos básicos sobre alimentación.....	15
2.2.4 Ciencia de los alimentos.....	17
2.2.5 Métodos de estudio de la ingeniería de los alimentos.....	18
2.2.6 Evaluación sensorial de los alimentos.....	19
<b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO</b> .....	21
3.1 Tipo de Investigación.....	21
3.2 Elaboración de las harinas de yuca y pijiguao ( <i>Bactris gasipaes</i> HBK) a caracterizar.....	21
3.3 Caracterización de la harina y del casabe elaborado.....	22
3.4 Elaboración del casabe de yuca y de pijiguao ( <i>Bactris gasipaes</i> HBK)...	28
3.5 Evaluación de los costos asociados al proceso de fabricación del casabe de pijiguao ( <i>Bactris gasipaes</i> HBK).....	30
3.6 Elaboración de la prueba de degustación con ambos casabes	



---

realizados mediante test de aceptabilidad.....	31
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>33</b>
4.1 Comparación las propiedades fisicoquímicas de la harina de yuca y la harina de la pulpa del fruto de pijiguao ( <i>bactris gasipaes HBK</i> ).....	32
4.2 Elaboración de las galletas con base de las harinas de la pulpa del fruto de pijiguao ( <i>bactris gasipaes HBK</i> ) y la de yuca.....	41
4.3 Comparación de las propiedades fisicoquímicas de las galletas de yuca y de pijiguao ( <i>bactris gasipaes HBK</i> ) elaboradas.....	42
4.4 Evaluación de los costos asociados al proceso de formulación de la galleta de pijiguao ( <i>bactris gasipaes HBK</i> ).....	43
4.5 Realización de la prueba de degustación con ambas galletas realizadas, a fin de comparar las propiedades organolépticas de las mismas.....	45
Conclusiones.....	53
Recomendaciones.....	54
REFERENCIAS.....	55
APÉNDICE A. CÁLCULOS TÍPICOS.....	60
APÉNDICE B. TABLAS DE RESULTADOS .....	74
APÉNDICE C. Datos de curva patrón para determinación de fósforo.....	80
APÉNDICE D. Modelo boleta de evaluación.....	81
APENDICE E. Tablas de diferencias críticas absolutas.....	82

**ÍNDICE DE FIGURAS**

	Pág.
Figura 2.1 Fruto del pijiguao en dos de sus variedades roja y amarilla.....	13
Figura 3.1 Recolección del fruto en la Estación Experimental de Saman Mocho.....	22
Figura 3.2 Harina de la pulpa de pijiguao obtenida.....	22
Figura 3.3 Equipo de destilación Soxhlet	25
Figura 3.4 Destilador Kjeldhal.....	27
Figura 3.5 Cilindro rallador.....	29
Figura 3.6 Prensa utilizada en el proceso de elaboración del casabe.....	29
Figura 3.7 Budares a leña para el tostado de las galletas de yuca.....	30
Figura 4.1 Curva patrón para determinación de fósforo.....	38
Figura 4.2 Proceso de elaboración de la galleta de pijiguao.....	41
Figura 4.3 Evaluación Sensorial para el color de la galleta formulada con harina de la pulpa de pijiguao.....	48
Figura 4.4 Evaluación Sensorial para el sabor de la galleta formulada con harina de la pulpa de pijiguao.....	49
Figura 4.5 Evaluación Sensorial para la textura de la galleta formulada con harina de la pulpa de pijiguao.....	49
Figura 4.6 Esquema tecnológico para la elaboración de la harina de pijiguao.....	52

**ÍNDICE DE TABLAS**

	Pág.
Tabla 2.1 Composición química del fruto y otros componentes, de variedades rojas y amarillas de Pijigao ( <i>Bactris gasipaes H.B.K</i> )..	15
Tabla 2.2 Cantidades diarias recomendadas (RDA) de vitaminas y minerales.....	18
Tabla 2.3 Clasificación de los cambios perjudiciales que acaecen en los alimentos.....	19
Tabla 4.1 Características fisicoquímicas de la harina de yuca y la harina de la pulpa del fruto de pijigao ( <i>bactris gasipaes HBK</i> ).....	39
Tabla 4.2 Características fisicoquímicas de la galleta de yuca y de la pulpa del fruto de pijigao ( <i>bactris gasipaes HBK</i> ).....	42
Tabla 4.3 Pérdidas de materia vinculadas al proceso de preparación de las galletas de yuca y de la pulpa del fruto de pijigao ( <i>bactris gasipaes HBK</i> ).....	43
Tabla 4.4 Costo de la materia prima utilizada en la preparación de las galletas de yuca y de la pulpa del fruto de pijigao ( <i>bactris gasipaes HBK</i> ).....	44
Tabla 4.5 Costos totales asociados al proceso de elaboración de una galleta.....	45
Tabla 4.6 Datos de ordenamiento tabulados en la prueba de aceptabilidad.....	47
Tabla A.1 Puntajes asignados a las opciones escogidas por cada consumidor.....	70
Tabla A.2 Valores de F calculado y F crítico del análisis ANOVA.....	71
Tabla B.1 Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de humedad en las harinas de yuca y pijigao.....	72
Tabla B.2 Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de humedad en las galletas de yuca y pijigao.....	72



---

Tabla B.3	Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de cenizas en las harinas de yuca y pijiguao.....	73
Tabla B.4	Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de cenizas en las galletas de yuca y pijiguao.....	73
Tabla B.5	Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de extracto etéreo en las harinas de yuca y pijiguao.....	74
Tabla B.6	Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de extracto etéreo en las galletas de yuca y pijiguao.....	74
Tabla B.7	Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de extracto de fibra cruda en las harinas de yuca y pijiguao.....	75
Tabla B.8	Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de fibra cruda en las galletas de yuca y pijiguao.....	75
Tabla B.9	Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de proteína en la harina y galleta de pijiguao elaborada.....	76
Tabla B.10	Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de fósforo en la harina y galleta de pijiguao elaborada.....	76
Tabla B.11	Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de calcio en la harina de yuca y pijiguao.....	77
Tabla B.12	Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de calcio en la galleta de yuca y pijiguao elaborada.....	77
Tabla C.1	Datos de curva patrón para determinación de fósforo.....	78



## INTRODUCCIÓN

El pijiguao es una planta con un gran potencial en la alimentación humana y animal, con un alto rendimiento por unidad de superficie, buena calidad de los frutos, altos rendimientos del palmito para uso agroindustrial y amplio uso de sus tallos con fines madereros y un gran potencial oleífero. Este, es uno de los alimentos tropicales de mayor valor nutritivo por su gran contenido de carbohidrato y proteína, sus grandes nutrientes lo hacen uno de los alimentos naturales más completos (Montilla, 1998).

En la presente investigación fue utilizada la pulpa del Pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*), en la formulación de un alimento nutritivo. Éste se elaboró imitando la metodología de fabricación de las galletas de yuca (casabe) comercializadas ampliamente en todo el país, a manera de comparar los beneficios económicos y nutricionales de la utilización de la harina de la pulpa del fruto como materia prima.

Para la elaboración de la galleta de pijiguao fue necesario obtener la harina húmeda mediante un proceso de rallado y posterior prensado de la pulpa. Esta harina luego fue tostada en un budare hasta finalmente obtener la galleta. Se realizaron ciertas pruebas para conocer las propiedades fisicoquímicas tales como contenido de humedad, cenizas, proteína, fibra cruda, extracto etéreo, calcio y fósforo, tanto a la harina húmeda como a la galleta a fin de compararlas con la galleta de yuca comercial.

Con el desarrollo de la presente investigación se pretende encontrar una alternativa para la utilización del fruto dentro de la dieta diaria, aprovechando así sus grandes cualidades nutricionales. Para ello, además de comparar las propiedades fisicoquímicas de la galleta formulada también se calcularon los costos asociados a la elaboración de las galletas de yuca y pijiguao a fin de determinar la factibilidad económica de la fórmula estudiada. También se realizó un análisis sensorial para poder determinar el nivel de aceptación ante un panel de personas y evaluar así las características organolépticas de la galleta.



## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El siguiente capítulo consta de una descripción detallada del problema en estudio englobando los objetivos que se quieren alcanzar para la realización de dicha investigación, la identificación de la situación actual y deseada, aspectos que la justifican y los factores que limitan el estudio que se desea realizar.

### 1.1 Descripción del problema.

El pijiguao (*bactris gasipaes HBK*) es una planta de la familia de las arecáceas (la de las palmeras), de hasta 20 m de alto, presenta un tallo cubierto de espinas. Posee 7 a 20 hojas terminales pendientes hacia los lados, produce racimos con hasta 140 frutos, drupas pulposas de forma globosa u ovoide, de hasta 6 cm de diámetro, con el epicarpo duro y delgado, de color rojo a amarillo, y el mesocarpo almidonoso, a partir de los 3 a 8 años de sembrada. Es nativa de las regiones tropicales y subtropicales de América está ampliamente distribuida en las tierras bajas de los llanos amazónicos del Perú, Ecuador, Bolivia, Colombia, Venezuela, Guyana y Brasil, así como, en la cuenca del Océano Atlántico entre Panamá, Costa Rica, Nicaragua y Honduras. Es aprovechado su fruto, su madera y el cogollo tierno, que se cosecha para extraer palmito (Instituto Tecnológico de Costa Rica, 1967). En Venezuela, específicamente en la región al sur del Orinoco (estados Bolívar y Amazonas), se cosecha el pijiguao o "pichiguao", incluso existe una población con el nombre "Los Pijiguaos" originado por la abundancia de esta especie.

Este fruto es muy explotado entre distintas etnias indígenas, puede comerse fresco o cocinarse, puede procesarse para obtener harina y utilizarse en diferentes proporciones en panadería, pastelería y fabricación de fideos, compotas y jaleas.

El pijiguao (*bactris gasipaes HBK*) es uno de los alimentos tropicales de mayor valor nutritivo. Se han encontrado investigaciones científicas como las de Argote (2010) y Pizzani (2008), que hablan de un gran contenido de proteína de alta calidad, de



aminoácidos esenciales; por su fina grasa, constituida por aceites no saturados y el alto contenido de Beta-Caroteno, fósforo, vitamina A, calcio y hierro, así como vitaminas B y C. Culturalmente se le considera un potente afrodisíaco, aunque no existen estudios científicos que lo comprueben. El fruto de segunda calidad es utilizado como alimento de engorde para ganado vacuno, porcino, aves e incluso peces. La madera del tallo se usa en construcciones y para fabricar utensilios. El colorante verdoso de las hojas se usa en cestería.

Actualmente se está ejecutando un proyecto que lleva el Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias; que consiste, fundamentalmente, en una proyección del cultivo de pijiguao (*bactris gasipaes HBK*) partiendo de sus características, su importancia tanto a nivel regional como internacional para ver su factibilidad y aprovechamiento en la región amazense; este Ministerio considera la explotación de este fruto, un rubro de altísima importancia comercial para el desarrollo sustentable; es un recurso que primero, es local y, segundo, sirve para llevar a cabo la reforestación de espacios fortaleciendo así el impulso de la región.

Por todo lo expuesto anteriormente y dada las necesidades del país, en cuanto a las demandas alimenticias, como consecuencia del constante incremento de la población, se hace cada vez más imperante la búsqueda de alternativas alimenticias para los habitantes de las comunidades. Por ello, el pijiguao (*bactris gasipaes HBK*) es una opción agroalimentaria con ventajas comparativas y competitivas para el estado venezolano. También expone la necesidad de motivar la explotación de recursos que permitan reducir la brecha entre las importaciones y la producción nacional de rubros alimenticios que puedan satisfacer la demanda del consumidor nacional.

Se propone la elaboración de un alimento a base de la harina de la pulpa del fruto de pijiguao (*bactris gasipaes HBK*).



## 1.2 Formulación del problema.

El índice de desnutrición en Venezuela se ubica en 4,16%, lo que quiere decir, según los estándares internacionales, que nuestro país está en un nivel bajo. Cifras expuestas por el Instituto Nacional de Nutrición (INN) para el año 2008. Sin embargo, se muestra la necesidad de retomar la alimentación del venezolano con base a nuestra producción, para construir de esta manera la plataforma alimentaria que se necesita y evitando así, la dependencia que tiene nuestro país de importar productos alimenticios creando alternativas viables, en la que se utilicen especies cultivadas en el territorio nacional y las tecnologías accesibles, a fin de reducir los altos costos que éstos tienen y de incentivar la producción nacional. Por ello se plantea la elaboración de un alimento a base de la harina de la pulpa del fruto de pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*) y así tener nuevas opciones en el mercado que compitan con los productos ya existentes.

### 1.2.1 Situación actual.

En Venezuela el crecimiento poblacional, se ha dado de manera exponencial y con ello la tasa de desnutrición; aumentando no solo el porcentaje de desempleo sino también la calidad de vida del venezolano, lo que hace imprescindible la búsqueda de alternativas alimenticias para la sociedad, que incluyan principalmente el aprovechamiento de nuestras riquezas naturales a fin de reducir los altos costos de importación de alimentos.

El pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*) es una especie que se produce en grandes cantidades en el estado Amazonas y del cual se puede aprovechar su fruto, ya que éste presenta un alto valor nutricional según Mora (1993, citado Rondón 2009) afirma que el fruto es esencialmente energético por su alto contenido de carbohidratos y grasas.

Las potencialidades de éste fruto sólo han sido explotadas en áreas rurales para producción de jaleas y harinas de manera artesanal, siendo necesario un mejor



aprovechamiento de las cualidades de ésta especie para así aumentar la producción nacional e impulsar el desarrollo tecnológico.

### **1.2.2 Situación deseada.**

Con el desarrollo de éste trabajo se pretende conocer a profundidad las propiedades fisicoquímicas y nutricionales de la harina de la pulpa del fruto de pijiguao (*Bactris Gasipaes HBK*), a fin de analizar la posibilidad de uso en el área de alimentos, crear mayores opciones alimenticias de producción nacional, con especies autóctonas, dándole así, al venezolano una opción de gran valor nutricional que pueda ser incluido en la dieta básica que pueda en un futuro competir con productos similares de marcas comerciales no solo en la región amazense sino a nivel nacional.

Obtener una recolección de datos bibliográficos que amplíen el rango de investigación referente a explotar las potencialidades de éste fruto que se produce en nuestro país y del cual no se conoce mucha información.

### **1.3 Objetivos.**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Desarrollar un alimento a base de la harina de la pulpa del fruto de pijiguao (*bactris gasipaes HBK*)

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Comparar las propiedades fisicoquímicas de la harina de yuca y la harina de la pulpa del fruto de pijiguao (*bactris gasipaes HBK*).
2. Elaborar una galleta con base de la harina de la pulpa del fruto de pijiguao (*bactris gasipaes HBK*) así como con la harina de yuca.
3. Comparar las propiedades fisicoquímicas de las galletas de yuca y de pijiguao (*bactris gasipaes HBK*) elaboradas.



4. Calcular los costos de formulación de la galleta de pijiguao (*bactris gasipaes HBK*).
5. Realizar prueba de degustación con ambas galletas realizadas, a fin de comparar las propiedades organolépticas de las mismas.

#### 1.4 Justificación.

La National Academic of Sciences de los Estados Unidos (citado de Astorga, 1991), expresa en términos muy acertados que: "Las ventajas aparentes de lo que hoy se conoce como cultivos fundamentales, sobre plantas tropicales de poco uso o no utilizadas se debe en alto grado a la extensión desproporcionada que se les ha dado en investigación científica y desarrollo tecnológico". Muchas especies indígenas pueden poseer igual mérito, pero fueron descartadas durante la época colonial cuando las demandas de consumo en los países europeos determinaron en gran parte las prioridades (e investigación) de los cultivos en la agricultura tropical. Las cosechas seleccionadas (tales como maíz, papa, banana, piña, palma aceitera africana, coco y maní) recibieron considerable atención y extensión. Aún después de la independencia, el patrón de concentración en unas pocas cosechas (o cultivos) cambió poco.

En las últimas décadas se ha avanzado sostenidamente en la definición biológica y económica de diversos rubros tropicales de alta eficiencia productiva, para conformar un modelo de agricultura que permita sustentar producciones con alta eficiencia biológica y económica. Entre estos rubros destacan el arroz y sus subproductos, harinas de raíz y follaje de yuca, raíz y follaje de batata, productos y subproductos de la caña de azúcar, el aceite de palma africana, y otras leguminosas de grano (Vargas, 1990). Otras especies vegetales tropicales aparecen también como altamente promisorias para su utilización en la alimentación, destacando entre ellas el pejibaye o pijiguao (*bactris gasipaes HBK*).

Por otra parte, en los últimos años, la crisis financiera a afectado directamente la estabilidad económica del venezolano, influyendo directamente en su nutrición, ya que los productos que se encuentran en el mercado son de altísimos costos y hoy en día



escasean; es necesario fomentar la producción de alimentos con materia prima venezolana, lo que podría ser traducido en una disminución considerable de los costos, en un impulso en la economía nacional, desarrollando productos que el consumidor integre fácilmente en su vida cotidiana.

### 1.5 Limitaciones

La dificultad de obtener el fruto de pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*) durante todas las estaciones del año implica restringir la utilización de ésta especie, la cual se cosecha solamente en dos temporadas, de cuatro meses cada una, la primera comprendida entre los meses de febrero a mayo y la segunda de agosto a noviembre. Adicionalmente, no son muchos los sembradíos existentes en las zonas aledañas a nuestra casa de estudio, lo que afectaría la recolección de las muestras a caracterizar; en el caso de no poder disponer de ellos, se tendría la necesidad de trasladarse a zonas muy retiradas en donde también se colecte ésta especie.

La disponibilidad de los laboratorios y equipos necesarios para la realización de las pruebas a la harina de la pulpa de fruto de pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*). La disponibilidad en el mercado de los reactivos e insumos necesarios para la caracterización del fruto y de la pulpa del mismo. El apoyo que se pueda recibir de personas especializadas en la elaboración de las pruebas toxicológicas. Todas estas restricciones podrían conllevar a un retraso en el tiempo de ejecución en la etapa experimental.



## 2. MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo se muestran las investigaciones y fundamentos teóricos que sustentan el desarrollo de este trabajo especial de grado.

### 2.1 Antecedentes.

Argote y Navarro (2010) realizaron una investigación que lleva por título harina de pijiguao (*bactris gassipaes HBK*) como suplemento en la elaboración de un alimento balanceado para aves. El propósito de esta investigación fue formular un alimento balanceado empleando la harina de Pijiguao (*Bactris gassipaes HBK*) como suplemento en la formulación del alimento, empleándose dos variedades de pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*) la roja y la amarilla, y tres porcentajes de inclusión de harina de pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*). El análisis físico químico realizado al alimento cumplió con la norma COVENIN 1881-83. Los alimentos formulados (con harina de soya y pijiguao) fueron comparados con un producto comercial, encontrándose que existe una diferencia significativa entre la ganancia de peso de ave al incluir en las formulaciones con soya y pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*), encontrándose una mayor ganancia cuando el alimento contenía un 15% de harina de Pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*). Concluyéndose que la harina de pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*) puede ser empleada como un buen suplemento en esta etapa final de engorde del ave.

Pochon y Koslowski (2010) titularon su investigación efectos de la sustitución parcial de maíz por harina integral de mandioca sobre variables productivas de cerdos en Crecimiento. Indicaron que la importancia de utilizar mandioca en la dieta del cerdo radica en su alto contenido de carbohidratos, siendo una excelente fuente de energía metabolizable. Esta energía es usualmente aportada por el maíz y constituye alrededor del 60 al 80% de una ración. El trabajo tuvo la finalidad de valorar el efecto de dietas a base de mandioca sobre las variables productivas de cerdos en crecimiento, reemplazando el maíz por distintos niveles de sustitución con raíz de mandioca. Los diferentes niveles de sustitución de maíz fueron: 0, 20, 40 y 60% de raíz de mandioca para las dietas 1, 2, 3 y 4 respectivamente, todas isoenergéticas e isoproteicas. Las



variables bajo estudio recibieron análisis descriptivo y su respuesta se estimó por ANOVA con un diseño en cuadrado latino y un alfa de 5%. No se registraron diferencias significativas entre las cuatro dietas para las variables productivas evaluadas. La dieta 2 fue la que generó mayor ganancia total y ganancia diaria de peso ( $12\pm 1,63$  kg y  $1,08\pm 0,13$  kg/día), así como el más alto consumo diario de alimento ( $2,82\pm 0,32$  kg/día). Este cerdo requirió  $2,64\pm 0,38$  kg de alimento por kg de peso vivo ganado. La menor ganancia de peso se registró en el cerdo alimentado con la dieta 3 ( $10,75\pm 1,26$  kg), reflejada en una ganancia diaria de  $0,97\pm 0,11$  kg/día. Se concluyó que bajo las condiciones de trabajo, el buen desempeño productivo del grupo experimental permitió avalar la factibilidad del reemplazo parcial del maíz por harina de raíz de mandioca, en las raciones para cerdos en crecimiento.

Alvarado Tay-Lee (2009) tituló su investigación obtención de harina de yuca para el desarrollo de productos dulces destinados para la alimentación de celíacos en ella propuso obtener una mezcla a base de yuca, que pueda sustituir a la harina de trigo. Esta pre mezcla fue utilizada en la formulación de pan y galletas, así, con la obtención de estos productos, se persigue brindar una alternativa de alimentación de fácil y rápida preparación a los consumidores ecuatorianos que no pueden consumir alimentos que contengan gluten. Así mismo, presentó aspectos generales de la materia prima, tales como zonas de cultivo, composición nutricional y beneficios de la yuca. Posteriormente, se realizó un estudio del proceso de obtención de la harina de yuca mediante la realización de las debidas pruebas experimentales, el cual incluyó la selección de materia prima, obtención de curvas de secado, caracterización de la harina de yuca, etc. Después, elaboró un polvo base y se estableció su tiempo de vida útil. Adicionalmente, se determinaron las aplicaciones de esta harina para la formulación de productos tales como pan y galletas.

Borges y Pereira (2009) realizaron la investigación denominada caracterización de la harina del plátano verde el objetivo del estudio fue la caracterización fisicoquímica y el control microbiológico durante el procesamiento de la harina de plátano verde, con miras a la utilización de la harina para hacer pan, productos dietéticos y alimentos infantiles. Para obtener la harina, las frutas fueron cortadas, inmerso en metabisulfito de sodio, secos y triturados, y luego realizaron las siguientes determinaciones: humedad,



extracto etéreo, proteína cruda, fibra cruda, cenizas, hidratos de carbono alcanzado fracción, almidón, calorías; pH, acidez total, la vitamina C, minerales macro (K, P, Ca, Mg, S y N), trace (B, Cu, Mn, Zn y Fe), coliformes a 45 ° C, los hongos filamentosos y levaduras, *Bacillus cereus*, *Salmonella sp.* *Staphylococcus aureus*, y el recuento de aerobios mesófilos. Los resultados indicaron que el verde del banano Prata es factible para el proceso de obtención de la harina de plátano, ya que es rica en almidón, proteínas, potasio, fósforo, magnesio, zinc, cobre y tiene un alto valor calórico. El pH, acidez total y la vitamina C son compatibles con los valores encontrados en otras harinas.

Palacio y otros (2008) realizaron una investigación titulada caracterización nutricional y física de las harinas de Sorgos (*sorghum bicolor l. Moench*) mejorados y sorgo criollo (millón) cultivados en 3 distintas zonas del país, caracterizaron nutricional y físicamente las harinas de sorgo con grano entero de 3 variedades. Los objetivos fueron: 1) Identificar las harinas de grano entero con mejor composición química y física de sorgos mejorados y criollos. 2) Identificar la zona del país en donde se producen estos sorgos 3) Reducir costos de importaciones de materia prima. 4) Difundir información obtenida. El diseño fue completamente al azar con 2 repeticiones por muestra y se muestreo cada variedad en cada una de las zonas referidas, se prepararon las muestras con el método de harina cruda. Realizaron análisis de proteína, grasa, ceniza, humedad, carbohidratos, fibra cruda, calcio y fósforo. Los datos se analizaron implementando el programa estadístico AMMI con probabilidad de error  $\alpha = 0.05$ . Los coeficientes de variación CV para todos los resultados son menores del 30%, revelando que los datos son correctos y confiables. No existen diferencias significativas entre las fuentes de variación variedades y zonas.

Pizzani y otros (2008) titularon su trabajo composición fitoquímica y nutricional de harina de pijiguao (*Bactris gassipaes HBK*). Para evaluar la composición fitoquímica y nutricional de la harina de fruto de pijiguao (*Bactris gassipaes HBK*) procedieron a determinar mediante el tamizaje fitoquímico la presencia de catorce metabolitos secundarios: fenoles totales, flavonoides, taninos que precipitan las proteínas, taninos condensados, esteroides, quinonas, cumarinas, aminoácidos no proteicos, alcaloides, saponinas, triterpenos, proantocianidinas, catequinas, azúcares reductores y mucilagos,



FDN, FDA, PC, macro y microminerales y ceniza. El estudio fitoquímico indicó la presencia de aminoácidos no proteicos, triterpenos, azúcares reductores y catequinas, el resto de los metabolitos secundario no mostraron reacción positiva. Los diferentes componentes del análisis químico y mineral arrojaron valores de proteína cruda de: 6,58%, grasa: 12,58%, Ceniza: 1,98%, Ca: 0,08%, P: 0,11%, Mg: 0,05%, K: 0,39% y de 20, 22, 4 y 3 ppm para Fe, Zn, Cu y Mn, respectivamente. El contenido de energía metabolizable estimada HIP fue de 12,41 MJ/kg. Los contenidos de fibra, expresados como FND y FAD fueron de 21,16 y 10,44 % respectivamente. La degradabilidad in vitro de la materia seca, fue de 80%. Concluyeron que la HIP constituye una fuente energética alternativa para la alimentación de rumiantes por su bajo contenido de metabolitos secundarios y presentar altos valores de degradabilidad in vitro.

Belén, Álvarez y Alemán (2001) realizaron un trabajo titulado caracterización fisicoquímica de una harina obtenida del mesocarpio del fruto de la palma coroba (*Jessenia polycarpa Karst*). El objetivo de este trabajo fue evaluar algunos componentes químicos en una harina obtenida a partir del mesocarpio del fruto de la coroba (*Jessenia polycarpa Karst*), una palmera silvestre originaria del municipio Cedeño, estado Bolívar, Venezuela. A tal fin se tomó una muestra aleatoria de 25 kg de frutos maduros, de un total de 10 palmeras localizadas en las adyacencias de Caicara del Orinoco, promedio 2,5 kg de frutos/plantas, cosechados en el mes de julio de 1999, los cuales fueron lavados, escaldados (80°C x 5 minutos), pelados y despulpados. El mesocarpio obtenido fue secado en estufa a 70°C durante 12 horas y luego molido. A la harina se le determinó la composición química mediante análisis de rutina. Los resultados mostraron un alto contenido graso (31,90 ± 0,07%) respecto a materias oleaginosas como la harina de soya sin desgrasar, con proporciones importantes de los ácidos grasos oleicos (46,06%), palmítico (28,56%) y linoleico (18,04%). El nivel de proteínas fue bajo (2,15 ± 0,06%) en comparación con harinas de cereales y oleaginosas. Otros componentes evaluados fueron: almidón (42,00 ± 0,60%), fibra cruda (3,35 ± 0,20%), ceniza (2,20 ± 0,03%), azúcares totales (10,12 ± 0,26%), carotenoides (40 ± 1 mg/100g), calcio (54 ± 1 mg/100g) y fósforo (89 ± 3 mg/100g). La harina de coroba es una materia prima potencial para la industria de aceites y grasas, y es una posible



fuente agroalimentaria proveedora de carbohidratos, minerales y precursores de vitamina A para consumo humano.

## **2.2 Bases teóricas.**

### **2.2.1 Bases teóricas referentes al fruto en estudio.**

El pijiguo es una palmera originaria del trópico húmedo americano, donde ha sido cultivada por los indígenas de la región desde hace muchos años. Está ampliamente distribuida en las tierras bajas de los llanos amazónicos del Perú, Ecuador, Bolivia, Colombia, Venezuela, Guyana y Brasil y en la cuenca del Océano Atlántico entre Panamá, Costa Rica, Nicaragua y Honduras (entre los paralelos 16° Norte y 17° Sur), donde es cultivada desde tiempos remotos por los pueblos indígenas que habitan esa gran región, tal como lo refiere Astorga (1991).

En Venezuela es cultivada por todas las etnias indígenas del Estado Amazonas y Suroeste del Estado Bolívar. Otra zona del país donde ha sido reportada esta especie es en el Estado Zulia, donde existen poblaciones silvestres (Mora Urpi, 1993).

Pertenece al grupo de las *Bactridineae*, las cuales tienden a formar una cepa de varios tallos o estípites, emergiendo desde la base y que pueden alcanzar hasta 20 metros de altura y 20 cm de diámetro. Tiene hojas compuestas de más de 2,5 metros de longitud, con folíolos alternos en dos planos de orientación, que pueden variar en número desde 9 hasta 28 folíolos dependiendo de las condiciones ambientales, estado fisiológico, nutrición y genotipo; su inflorescencia lleva flores masculinas y femeninas y, ocasionalmente, algunas hermafroditas. La polinización es entomófila (por insectos) y anemófila (por el viento), con grados variables de autopolinización y polinización cruzada según las condiciones. Las inflorescencias nacen en las axilas de las hojas secas, pudiendo desarrollarse una de cada axila foliar; sin embargo, normalmente abortan entre  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{3}{4}$  de las inflorescencias debido a los mismos factores que afectan el número de hojas. Los racimos tardan aproximadamente de 3,5 a 4 meses para madurar (Astorga, 1991).

El pijiguao cultivado surgió posiblemente de hibridaciones interespecíficas espontáneas y la segregación de esos híbridos dio origen a la gran diversidad de tipos que hoy se observan. Su posterior distribución por los indígenas con aplicación de algunos criterios de selección y en algunos casos, la ocurrencia de nuevas hibridaciones condujo a la formación de poblaciones con algunas características propias que las diferencian entre sí; pero en todos los casos, cada población encierra variaciones considerables que no permiten definirla como variedades (Mora Urpi 1993).

En varios países centro y suramericanos se cultiva actualmente en diferentes sistemas agrícolas dependiendo principalmente del propósito del cultivo. Cuando está destinado a la producción del palmito (cogollo de la planta), se siembra en monocultivos con altas densidades (hasta 5.000 plantas/ha); cuando está destinado a la producción de frutos, se siembra tanto en monocultivos (400 plantas/hectárea) como en cultivos asociados, en este último caso el número de plantas/hectárea va a depender del grado de asociación (Mora Urpi, 1993).



**Figura 2.1. Fruto del pijiguao en dos de sus variedades roja y amarilla**



### 2.2.2 Potencialidades del Pijigao (*Bactris gasipaes HBK*).

El Pijigao es una planta con un gran potencial en la alimentación humana y animal, con un alto rendimiento por unidad de superficie, buena calidad de los frutos, altos rendimientos del palmito para uso agroindustrial y amplio uso de sus tallos con fines madereros y un gran potencial oleífero en cultivares seleccionados. Alcanza la madurez entre los 4 y 5 años dependiendo del estado nutricional y de acuerdo a este mismo factor, una planta adulta puede producir entre 40 y 60 Kg de fruto (Mora Urpí, 1993). Hallazgos recientes en Venezuela indican que con favorables condiciones agroclimáticas, las plantas inician la producción de frutos a los 2 años y medio Mora Urpi (1993), se ha reportado rendimientos promedios entre 15 y 40 toneladas/ha dependiendo del nivel de manejo. De allí la gran importancia de conocer mejor el manejo agronómico de esta especie.

El pijigao es uno de los alimentos tropicales de mayor valor nutritivo por su gran contenido de carbohidrato y proteína, sus grandes nutrientes lo hacen uno de los alimentos naturales más completos. También contiene vitaminas B y C. Es una planta con un gran potencial en la alimentación humana y animal, con un alto rendimiento por unidad de superficie, buena calidad de los frutos, altos rendimientos del palmito para uso agroindustrial y amplio uso de sus tallos con fines madereros, además de un gran potencial oleífero en cultivos seleccionados (Prensa MCTI 2010).

Además del fruto, son comestibles la flor, el endospermo de la semilla y el palmito (cogollo). Puede aprovecharse que la palma tiene varios tallos y utilizarse unos mientras se dejan los otros. El fruto de segunda calidad es utilizado como alimento de engorde para ganado vacuno, porcino, aves e incluso peces. La madera del tallo se usa en construcciones y para fabricar utensilios. El colorante verdoso de las hojas se usa en cestería (Prensa MCTI 2010).



**Tabla 2.1 Composición química del fruto y otros componentes, de variedades rojas y amarillas de Pijiguao (*Bactris gasipaes* H.B.K)**

Descripción de la muestra	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra Cruda (%)	Cenizas (%)
Variedad roja entera	55,6	4,3	11,9	3,2	2,2
Variedad amarilla entera	61	6,3	14,8	5,9	2,5
Semilla de la variedad roja	46,8	5,8	14,5	17,4	2,4
Semilla de la variedad amarilla	46,3	7,1	14,3	20,1	2,4

Fuente: Betancourt, 2000.

### 2.2.3 Fundamentos básicos sobre alimentación.

La salud y buen funcionamiento de nuestro organismo, depende de la nutrición y alimentación que tengamos durante la vida. Alimentación y Nutrición aun cuando parecieran significar lo mismo, son conceptos diferentes.

La Alimentación nos permite tomar del medio que nos rodea, los alimentos de la dieta (de la boca para fuera) y La Nutrición es el conjunto de procesos que permiten que nuestro organismo utilice los nutrientes que contienen los alimentos para realizar sus funciones (de la boca para adentro).

Los alimentos son todos los productos naturales o industrializados que consumimos para cubrir una necesidad fisiológica (hambre) (Fundación Bengoa, 2011). Los nutrientes son sustancias que se encuentran dentro de los alimentos y que el cuerpo necesita para realizar diferentes funciones y mantener la salud. Existen seis tipos de nutrientes:



- **Proteínas:** Son los ladrillos necesarios para crecer y reparar daños en el cuerpo. Se encuentran en las carnes (de res, aves, de cacería), pescado, mariscos, crustáceos, huevos, leche, quesos, embutidos (mortadela, salchichas, salchichón), granos como las caraotas, frijoles, arvejas, lentejas.
- **Carbohidratos:** Nos dan energía y calor para movernos y desarrollar todas las actividades diarias. Son de origen vegetal. Se encuentran en los cereales: maíz, trigo, arroz, sorgo y sus productos (harinas, pastas) tubérculos o verduras: papa, ñame, apio, yuca, ocumo, ocumo chino, mapuey, batata; plátano; azúcar (blanca o morena), miel y papelón, granos como las caraotas de todos los colores, arvejas, lentejas, garbanzos, frijoles, quinchonchos.
- **Grasas:** Son la fuente más concentrada de energía para nuestro cuerpo y cerebro. Participan en diferentes funciones específicas y forman parte de los tejidos del cuerpo y de algunas vitaminas y hormonas. Son fuente de calorías para los niños, pero los adultos deben consumirla con moderación. Se encuentran en las carnes rojas, piel del pollo, leche, mantequilla y queso, aceites vegetales (de girasol, maíz, ajonjolí, algodón), margarina, aguacate, aceitunas, algunas semillas como el maní, merey, pistacho, almendras, nuez.
- **Vitaminas:** Ellas son las vitaminas A, D, E, K, C, complejo B y el ácido Fólico. Cumplen funciones esenciales para el organismo. Ayudan en el proceso de transformación de energía y favorecen el sistema de defensa del cuerpo contra las enfermedades. Se encuentran en casi todos los alimentos en especial en las frutas, hortalizas y alimentos de origen animal.
- **Minerales:** Entre los principales minerales se encuentran: calcio, hierro, yodo y el zinc. Ellos participan en diversas funciones específicas y forman parte de los tejidos del cuerpo (Ej.: el calcio forma y mantiene los huesos y dientes; el hierro forma parte de la sangre). Los minerales intervienen en el crecimiento, reproducción del ser humano, la función muscular, entre otros. Se encuentran principalmente en los alimentos de origen animal.
- **Fibra:** La fibra ayuda a expulsar las heces con facilidad, previene el cáncer de colon y reduce el colesterol en la sangre. Se encuentra en los alimentos de origen vegetal como hortalizas (zanahoria, tomates, lechugas, pepino), frutas (melón,



patilla, naranja, manzana), granos (caraotas, arvejas, lentejas, frijoles), verduras (yuca, apio, ñame, batata) y cereales integrales (Fundación Bengoa, 2011).

#### **2.2.4 Ciencia de los alimentos.**

La química de los alimentos es aquella ciencia que estudia la naturaleza de los alimentos y los factores que rigen su alteración, conservación y transformación.

La ciencia de los alimentos es una ciencia interdisciplinaria en los que están implicadas principalmente la bacteriología, la bioquímica y la ingeniería.

La función del ingeniero químico en la industria de los alimentos se basa en el análisis de los mismos, en el conocimiento de las propiedades de los alimentos preparados, naturales, naturales industrializados y adulterados para alcanzar la comercialización, higiene, valor nutritivo, composición, calidad sensorial y la conservación más efectiva.

Adicionalmente, tiene conocimientos en los cambios y controles químicos (manipulación, manufacturación y almacenamiento), en el desarrollo de nuevos y mejores productos y de poner en práctica los programas universitarios de química de alimentos para satisfacer las necesidades del consumidor.

Existen normas internacionales publicadas para algunos alimentos en particular, como azúcar, aceites comestibles, frutas y legumbres enlatadas, jugos de frutas, alimentos congelados, carnes procesadas, productos pesqueros y derivados de la cocoa. La comisión del código alimentario proporciona una lista de normas que constituyen especificaciones detalladas, la mayoría de las cuales requieren métodos analíticos para su realización y aplicación. Otros organismos interesados incluyen la AOAC (Association of Official Analytical Chemists), la IUPAC (International Union for Pure and Applied Chemistry) esta última también se dedica al desarrollo de estándares de muestreo y análisis.

**Tabla 2.2 Cantidades diarias recomendadas (RDA) de vitaminas y minerales.**

<b>Nombre Sugerido</b>	<b>RDA</b>
Vitamina A	760 µg
Tiamina (Vitamina B1)	1.2 mg
Rivoflavina (Vitamina B2)	1.6 mg
Niacina	18 mg
Acido Fólico	300 µg
Vitamina B12	2 µg
Vitamina C (Acido Ascórbico)	30 mg
Vitamina D	2.5 µg
Calcio	500 mg
Yodo	140 µg
Hierro	12 mg

Fuente: Instituto Nacional de Nutrición, septiembre de 2011

### **2.2.5 Métodos de estudio de la ingeniería de los alimentos.**

Los aspectos más importantes en materia de alimentos son el precio, su calidad, su variedad, la facilidad con la que se preparan y los efectos del procesado y de los productos químicos añadidos en su salubridad y su valor nutritivo. Debido a esto la formulación, procesado y almacenado debe estudiarse con un método que permita utilizar los resultados derivados del examen de un alimento o de un sistema modelo.

Este método consta de los siguientes componentes:

1. Atributos de calidad e inocuidad: Este constituye el requisito fundamental de cualquier alimento, es decir, que en el momento de su consumo esté libre de cualquier contaminante químico o microbiano.
2. Reacciones químicas y bioquímicas: Muchas reacciones determinan el deterioro de la calidad de los alimentos o rebajan su inocuidad. En cada reacción pueden estar implicados distintos reaccionantes o sustratos, dependiendo del alimento en específico y de las condiciones particulares del procesado y almacenamiento.

**Tabla 2.3 Clasificación de los cambios perjudiciales que acaecen en los alimentos.**

<b>Atributo</b>	<b>Cambio</b>
Textura	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pérdida de Solubilidad</li><li>• Pérdida de la capacidad de retención de agua</li><li>• Endurecimiento</li><li>• Ablandamiento</li></ul>
Sabor	Desarrollo de: <ul style="list-style-type: none"><li>• Rancidez</li><li>• Olor a cocinado o a caramelo</li><li>• Otros olores extraños</li></ul>
Color	<ul style="list-style-type: none"><li>• Obscurecimiento</li><li>• Empalidecimiento</li><li>• Desarrollo de otros colores</li></ul>
Valor Nutritivo	Pérdida o degradación de: <ul style="list-style-type: none"><li>• Vitaminas</li><li>• Minerales</li><li>• Proteínas Lípidos</li></ul>

Fuente: Estudio de la ingeniería de los alimentos, Facultad de Ingeniería, UC (2002)

3. Efectos de las reacciones en la calidad e inocuidad del alimento: El deterioro de un alimento consiste generalmente en una serie de fenómenos fundamentales, cada uno con una serie de consecuencias que, a su vez, se manifiestan finalmente con uno o más de los cambios mencionados anteriormente.

### **2.2.6 Evaluación sensorial de los alimentos:**

Puede definirse como una función primaria del hombre, quien de manera consciente o no reacciona ante un elemento aceptándolo o no de acuerdo con la sensación que



experimenta al observarlo, palpar, oírlo o ingerirlo. Características a evaluar: La apariencia, el olor, la textura, el sonido (Watts, 1992).

### **Métodos de análisis sensorial aplicados en la industria de los alimentos.**

1. **Métodos afectivos cuantitativos:** Son aquellos con los cuales se determina la respuesta de un gran grupo de consumidores (30 a 400) sobre preferencia, relación y atributos sensoriales. Se clasifican en dos categorías: de elección (¿Qué muestra le gusta más?) y de medición (¿Cuánto le gusta este producto?). Se basan en que el consumidor de su impresión una vez probadas las muestras señalando cuanto le agradan o desagradan las muestras.
2. **Métodos afectivos cualitativos:** Dan respuesta subjetiva de una muestra de consumidores por medio de una entrevista o una sección de grupos. Se utilizan para conocer los hábitos de uso o consumo de un producto, por ejemplo.



### 3. MARCO METODOLÓGICO

En el siguiente capítulo se define el tipo de investigación según el nivel de profundidad y diseño empleado, incluye la metodología empleada para el logro de los objetivos planteados.

#### 3.1 Tipo de Investigación.

En vista de los objetivos planteados en la presente investigación, ésta se puede clasificar según la estrategia metodológica adoptada como una investigación de tipo experimental, ya que se manipularán variables experimentales, bajo condiciones rigurosamente controladas, con el fin de determinar la factibilidad de utilización de la harina de la pulpa del fruto de pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*) como materia prima en la elaboración de un alimento de valor nutritivo (Córdoba, 2005).

Según el nivel de profundidad planteado para cubrir los objetivos, la investigación es de tipo evaluativa, puesto que se quiere lograr un análisis de las características fisicoquímicas de dos variedades a fin de lograr aprovechar la mayor cantidad posible de materia prima y obtener un producto que pueda ser utilizado en la industria alimenticia (Córdoba, 2005).

#### 3.2 Elaboración de las harinas de yuca y pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*) a caracterizar.

En ésta etapa se visitó a la estación Samán Mocho en donde se cultiva el pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*) y se entrevistaron a los cultivadores para obtener recomendaciones para la recolección.

Se revisaron referencias bibliográficas como publicaciones, libros, páginas web, manuales, hemerografías, al igual que investigaciones pasadas sobre el tema de caracterización de harinas y otros temas relacionados con el presente trabajo. Para el acondicionamiento del fruto para la elaboración de la harina, este fue lavado, pelado y por último se separó la pulpa de la semilla ya que sólo se utilizará la primera de ellas.



**Figura 3.1. Recolección del fruto en la Estación Experimental de Saman Mocho**

Posteriormente la pulpa fue molida y luego sometida a un proceso de prensado de modo de retirar gran parte de la humedad. De manera similar se elaboró la harina de yuca, en este caso se visitó la localidad de El Rincón próximo a la zona de Campo Carabobo, lugar en donde fue recolectada la harina, así como información referente al proceso de elaboración del casabe de yuca.



**Figura 3.2. Harina de la pulpa de pijigao obtenida**

### **3.3 Caracterización de la harina y de las galletas elaboradas.**

Para la caracterización tanto de las harinas como de las galletas elaboradas, se procedió a determinar los valores de calcio, fósforo, humedad, ceniza, grasa cruda, fibra cruda y proteína. Estos valores se obtuvieron haciendo uso de las normas COVENIN N° 1156-79, 328:2001, 1162:79, 1194-79, 1156-79, 1158-82, 1178-83.



### 3.3.1 Determinación del contenido de humedad.

Se realizó siguiendo el procedimiento señalado en la norma COVENIN N° 1156-79. Para la determinación del porcentaje de humedad se tomaron 5 g de muestra en un pesafiltro. Se llevó a un horno a temperatura por encima de la temperatura de ebullición del agua, se dejó secar, sacando cada hora la muestra para ser enfriada en un desecador y pesada. El proceso terminó cuando la diferencia entre dos pesadas no fue mayor al 0,02% (. En este caso se calculó el porcentaje de humedad según la siguiente fórmula:

$$HMV = \frac{m_i - m_f}{m_i} \cdot 100\% \quad 3.1$$

Donde:

HMV: Contenido de humedad (%)

$m_i$ : masa inicial de muestra (g)

$m_f$ : masa final de muestra (g)

### 3.3.2 Determinación del contenido de cenizas.

Se realizó siguiendo el procedimiento señalado en la norma COVENIN N° 328:2001. Consistió en pesar aproximadamente 5,0 g de muestra en un crisol o porcelana de vidrio (el cual previamente vacío se incineró en la mufla a unos 550°C durante 24 horas aproximadamente, se transfirió al desecador y se pesó después de haber alcanzado temperatura ambiente). A continuación el crisol y su contenido se incineraron primero en forma suave y luego se llevó la temperatura de la mufla a 500 – 550 °C, hasta obtener cenizas de un color gris claro. La capsula con la muestra se llevó al desecador y se pesó. Con el porcentaje de humedad de la muestra se calculó el porcentaje de ceniza.



$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(C1 - Co)}{C1} * 100 \quad 3.2$$

Donde:

C1: masa de muestra, g

Co: masa de muestra final, g

### 3.3.3 Determinación del contenido de grasa cruda.

Se realizó siguiendo el procedimiento señalado en la norma COVENIN N°1162:79. Se determinó pesando 5 g de muestra y se introdujo dentro de un dedal de celulosa el cual se situó en la cámara de extracción del equipo Soxhlet. El condensador en el cual se conecta el suministro de agua de enfriamiento fue ubicado en la parte superior del equipo, y el solvente fue colocado dentro de un balón de vidrio el cual al alcanzar su temperatura de ebullición se eleva hasta condensarse por efecto del agua de enfriamiento y cae a la cámara de extracción en donde se realiza el contacto directo con la harina extrayendo el aceite. Luego por medio de un vaso comunicante el solvente con el componente extraído cae nuevamente al balón de vidrio y se repite nuevamente el proceso por un lapso de 4 horas. Una vez transcurrido dicho tiempo fue retirado el dedal y se recuperó el solvente por medio de una destilación simple quedando así la grasa extraída depositada en el balón.

$$\% \text{ de grasa cruda} = \frac{mf - mi}{Go} * 100 \quad 3.3$$

Donde:

G<sub>o</sub>: Peso de la muestra original, g

m<sub>i</sub>: Peso del frasco antes de la extracción, g

m<sub>f</sub>: Peso del frasco y su contenido luego de la extracción, g

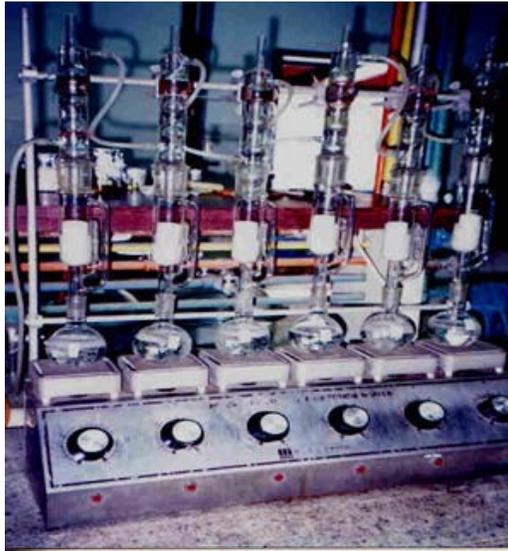


Figura 3.3. Equipo de destilación Soxhlet

### 3.3.4 Determinación del contenido de fibra cruda.

Se realizó siguiendo el procedimiento señalado en la norma COVENIN N° 1194-79. En primer lugar la muestra pesada se llevó a la estufa para retirar la humedad presente. Luego se colocó en el aparato Soxhlet, usando hexano para la extracción de la grasa. La muestra desgrasada se dejó secar en la estufa para eliminar el solvente. Entonces la muestra se calentó y solución de ácido sulfúrico se dejó hervir utilizando el aparato de digestión. Luego se filtro y se lavó con agua caliente. Se repitió el procedimiento anterior pero utilizando una solución de hidróxido de sodio. Se lavo, se filtró y se colocó en un crisol para ser llevado a la estufa y luego ser pesada. A continuación se incinero la muestra a 550°C y luego fue pesada.

$$\% Fc = \frac{(m_{fs} - m_{fs1})}{m_{ds}} * 100 \quad 3.4$$

Donde:

%Fc: Porcentaje en peso de fibra cruda, %

$m_{ds}$ : masa de la muestra de la muestra desgrasada y seca, g

$m_{fs1}$ : masa del crisol conteniendo fibra seca después de ser incinerada, g



$m_{fs}$ : masa del crisol contenido de fibra seca, g

### 3.3.5 Determinación del contenido de nitrógeno y proteína cruda.

Se realizó siguiendo el procedimiento señalado en la norma COVENIN 1156-79. Se determinó mediante el método de Kjeldahl, el cual consiste en la digestión de la muestra en húmedo por calentamiento con ácido sulfúrico concentrado en presencia de catalizadores metálicos utilizando el aparato de destilación para macro-kjeldahl. El residuo se enfrió, se diluyó con agua y se le agregó hidróxido de sodio. El amonio desprendido se destila y se recibe en una solución de ácido bórico, que luego fue titulada con una solución de ácido clorhídrico previamente valorado. Se realizó un ensayo en blanco en paralelo.

$$\% \text{ de nitrógeno total} = \frac{V * N * 14,02}{M} * 100 \quad 3.5$$

Donde:

V: Volumen de la solución de ácido sulfúrico requerido para la titulación de la muestra, mL

N: Normalidad de la solución de ácido sulfúrico, N

M: Peso de la muestra, g

El cálculo del contenido de proteínas cruda se determina multiplicando el porcentaje de nitrógeno total por un factor convencional genérico correspondiente a la muestra en estudio. El cual en este caso se asume 6,25. El cual proviene de una relación del contenido de nitrógeno presente en la mayoría de las proteínas (14%).



**Figura 3.4. Destilador Kjeldhal**

### **3.3.6 Determinación del contenido de calcio.**

Se realizó siguiendo el procedimiento señalado en la norma COVENIN N° 1158-82. Este método consistió en incinerar la muestra y luego se trataron las cenizas con ácido clorhídrico y unas pocas gotas de ácido nítrico concentrado, esto se calentó hasta observar el desprendimiento de humos blancos. Esta solución fue diluida en agua destilada para luego tomar una alícuota en un beacker, añadiendo gotas de indicador (rojo metilo + azul de metileno) y 25 mL de oxalato de amonio, para luego ser calentada. Luego se agregó hidróxido de amonio gota a gota hasta observar que la solución se tornó turbia y de un color azul claro. Se dejó reposar hasta que la decantación del precipitado fue total. Entonces, fue filtrada y se lavó el precipitado con oxalato de amonio y luego con agua. Se diluyó el precipitado en agua destilada más ácido sulfúrico y se calentó. Esta solución se tituló con permanganato de potasio hasta observar una coloración rosa pálido.

El contenido de calcio presente en la muestra se expresó como porcentaje (%P/P)



### 3.3.7 Determinación del contenido de fósforo.

Se realizó siguiendo el procedimiento señalado en la norma COVENIN N° 1178–83. Se realizó utilizando la solución de cenizas preparada para la determinación de calcio. Se tomó una alícuota de la misma y se transvaso a un matraz aforado con 50 mL de agua destilada 10 mL de una solución tampón 1 mL de ácido ascórbico y 10 mL de solución de molibdato de amonio; se enrasó con agua destilada hasta 250 mL. Se dejó reposar durante 30 minutos a temperatura ambiente. Se preparó también una solución patrón en blanco con agua destilada en lugar de la solución de cenizas para calibrar el equipo a una longitud de 620 nm. Se realizó una curva patrón tomando alícuotas de una solución de concentración conocida determinando la absorbancia de las soluciones de 100mL preparadas a partir de estas alícuotas. Na vez construida la curva patrón se determinó la absorbancia de la muestra y con este valor se ubicó en la gráfica la concentración de fósforo de la misma.

$$P = \frac{C*V}{V_o*m} * 100 \quad 3.6$$

Donde:

P: porcentaje de fósforo de muestra, %

C: mg de fósforo leídos en el gráfico, para la alícuota tomada

V: Volumen total de la solución de cenizas, mL

Vo: Alícuota tomada de la solución de cenizas, mL

M: masa de la muestra, g

### 3.4 Elaboración de las galletas de yuca y de pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*).

La primera fase consiste en el pelado. Se efectúa un raspado de la cubierta externa para separar la concha, partes rugosas y dañadas y los materiales adheridos. En el caso del pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*) se retira también la semilla del interior del fruto (coquito).

Luego se procede al lavado, esta labor se realiza en forma manual y consiste en colocar el material raspado en un saco de tejido amplio, sumergiendo varias veces en

un envase con agua, para un lavado muy superficial. La pulpa ya pelada y lavada, es llevada a un cilindro rallador, para lograr la textura de harina húmeda, durante el proceso esta harina cae en una pequeña cámara o batea de madera.



**Figura 3.5. Cilindro rallador**

El material de harina húmeda, se coloca en sacos de yute de tejido muy tupido, para facilitar solo la salida de agua. Estos sacos se colocan en el interior de una estructura de vigas que en su parte superior lleva un gato hidráulico de 10 o más toneladas, para presionar una plataforma metálica o de madera gruesa y ejercer una fuerte presión que causa el exprimido. La harina húmeda al ser prensada, se compacta y toma forma de una tabla sólida, la cual debe llevarse a la textura de harina de menor humedad que facilite el cernido y las labores siguientes. Para ello se lleva nuevamente a la cigüeña o cilindro rallador.



**Figura 3.6. Prensa artesanal utilizada en el proceso de elaboración del casabe.**



En una pequeña zaranda (separador con una malla de dos milímetros aproximadamente) se hace la retención de las partículas gruesas, pasando el material fino y uniforme al tambor receptor. Se obtiene la harina (harina húmeda), lista para ser usada en la preparación de las galletas.

Se toma una medida con un volumen determinado, se llena de la harina acondicionada y se extiende en el budare caliente, de 80 centímetros de diámetro aproximadamente, utilizando la mano y una escobilla de fibra vegetal. Transcurrido un minuto, con una pequeña paleta se lleva material desde la orilla para engrosar el borde, esta operación da dureza a la galleta y facilita el volteado.



**Figura 3.7. Budares a leña para el tostado de las galletas de yuca**

Las galletas grandes, se colocan en unas tarimas o tendidos contruidos con mallas tipo gallinero, con el fin de dar un secado o dureza por un tiempo aproximado de una a dos horas.

### **3.5. Evaluación de los costos asociados al proceso de fabricación de la galleta de pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*).**

En este objetivo se determinaron los costos asociados a la elaboración de la galleta de pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*) y se compara con los costos de elaboración del casabe



de yuca. Para esto se consultaron bibliografías sobre análisis económicos como Garbatti y otros (2007) para los valores necesarios para estimar los costos asociados. Por medio de entrevistas se obtuvo el precio de la materia prima utilizada para la realización del casabe a base de la harina de yuca, que conjuntamente con la cantidad necesaria a utilizar se estimó el costo generado para fabricar 1 galleta de casabe. Para determinar los costos se utilizó el precio de 1 kg de fruto el cual fue proporcionado en la estación experimental Samán Mocho y la relación existente entre la cantidad de pulpa que se requiere para elaborar 1 galleta de Pijiguo (*Bactris gasipaes HBK*).

Para determinar los gastos generados en la elaboración, se sustituyó el precio del fruto de pijiguo (*Bactris gasipaes HBK*) y se tomó en cuenta que los demás costos de producción como energía, mano de obra, entre otros no presentan modificaciones. Posteriormente, se compararon ambos costos de realización de las mismas determinando los beneficios que se obtienen en dicha sustitución.

### **3.5. Elaboración de la prueba de degustación con ambos casabes realizados mediante test de aceptabilidad.**

Primero se realizó una prueba de degustación con 5 consumidores entrenados de manera de determinar la aceptación de los mismos hacia la galleta elaborada. Luego de verificar la aceptación de estos, se realizará la aplicación del test a un grupo de consumidores no entrenados.

La prueba será realizada entre un número de 30 consumidores escogidos de manera aleatoria a quienes se les dará a probar tres muestras de galletas, una de pijiguo y las otras de yuca, las mismas identificadas como B, A y C respectivamente.

A cada consumidor una vez degustadas las muestras, se le realizaran unas preguntas establecidas en el test de aceptabilidad que se muestra en el apéndice D. Estas preguntas hacen referencia a la preferencia de cada consumidor a alguna de las



muestras, así como a algunas recomendaciones que el consumidor pueda aportar en cuanto a sabor, textura o apariencia de las mismas.

En el mismo test se pedirá también que el consumidor establezca un rango de aceptación de cualidades tales como sabor, color y textura, únicamente para la muestra de pijiguao. Se pedirá, que seleccione entre un rango de opciones establecidas previamente; estas opciones varían de la siguiente manera: Me gusta mucho, me gusta, me es indiferente, me gusta poco o no me gusta. El consumidor deberá escoger únicamente una sola opción para cada cualidad.



## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el siguiente capítulo se muestran los análisis de los resultados obtenidos en la fase experimental.

### 4.1 Comparación las propiedades fisicoquímicas de la harina de yuca y la harina de la pulpa del fruto de pijiguo (*bactris gasipaes HBK*).

Una vez elaborada la harina utilizada para la elaboración del alimento, se realizaron varias pruebas para conocer sus componentes y propiedades fisicoquímicas. Debido a que dicha harina será empleada como materia prima para la realización de un alimento, es necesario comparar sus propiedades mediante un análisis proximal. Los análisis comprendidos dentro de este grupo, se aplican en primer lugar a los materiales que se usarán para formular una dieta como fuente de proteína o de energía y a los alimentos terminados, como un control para verificar que cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación. Estos análisis nos indicarán el contenido de humedad, proteína cruda (nitrógeno total), fibra cruda, lípidos crudos, ceniza y fósforo (Olvera, Martínez, 1993).

Para la obtención del contenido de humedad se determinó siguiendo el procedimiento señalado en la norma COVENIN N° 1156-79. Durante el balanceo de la ración alimentaria, es fundamental conocer el contenido de agua en cada uno de los elementos que la compondrán; así mismo, es necesario vigilar la humedad en el alimento preparado, ya que niveles superiores al 8% favorecen la presencia de insectos y arriba del 14%, la presencia de agua en los alimentos es el principal factor responsable de las reacciones químicas, enzimáticas y microbiológicas que afectan la calidad de los mismos (Olvera, Martínez, 1993). Sin embargo, es común valores de humedad comprendidos entre un 60 – 90% en alimentos naturales.



En los alimentos, la humedad debe permanecer dentro de unos límites establecidos, por lo cual su determinación es un análisis importante en el control de la calidad de los mismos ya que:

- a) Determinados alimentos (azúcar, sal, etc.) se aglomeran en exceso de humedad. En otros como la harina, el exceso de humedad da lugar a la formación de grumos y a la aparición de moho, pudiendo también fermentar al ser almacenada en un lugar de ambiente caluroso.
- b) La humedad afecta a la textura de determinados alimentos como los derivados cárnicos (embutidos) por lo que una cantidad inapropiada de agua hace que estos pierdan valor comercial.
- c) Permite detectar algunas adulteraciones (por ejemplo el aguado de la leche para su distribución como tal, o para la fabricación de quesos).

La determinación de humedad por el método de pérdida de peso se basa en la reducción de peso que experimenta un alimento cuando se elimina el agua que contiene por calentamiento, bajo condiciones normalizadas de presión, temperatura y tiempo, después de haberlo pesado previamente. La diferencia entre el peso del alimento y el peso resultante después de eliminar el agua es la humedad. En el caso de las harinas estudiadas los valores de humedad obtenidos por este método se encuentran reflejados en la Tabla 4.1.

El contenido de cenizas se determinó siguiendo el procedimiento señalado en la norma COVENIN N° 328:2001. Las cenizas de los productos alimentarios se consideran como el contenido de minerales totales o material inorgánico en la muestra obtenido mediante calcinación. Las cenizas obtenidas no tienen necesariamente la misma composición que la materia mineral presente en el alimento original, ya que puede haber habido pérdidas por volatilización o alguna interacción entre los constituyentes. El valor de las cenizas puede considerarse como una medida general de la calidad, y a menudo es un criterio útil para determinar la identidad de un alimento.

Después de calcinarlo, es más fácil hacer un análisis detallado de cada mineral. La ceniza de plantas (madera, rastrojos, etc.) tiene un alto contenido de potasio, calcio,



magnesio y otros minerales esenciales para ellas. Las cenizas de animales contienen más sodio y principalmente el fosfato cálcico de los huesos. El contenido de cenizas de la mayoría de los alimentos frescos raramente es mayor de 5%. Aceites puros y grasas generalmente contienen poca cantidad o nada de cenizas. Los productos tales como tocino puede contener 6% de cenizas y la carne seca de res puede poseer un contenido tan alto como 11,6% (base húmeda). Grasas, aceites y mantequillas varían de 0,00 a 4,09%; mientras que productos secos varían de 0,5 a 5.1%. Frutas, jugo de frutas y melones contienen de 0,2, a 0,6% de cenizas; mientras que las frutas secas contienen de 2,4 a 3,5%. Harinas y comidas varían de 0,3 a 1,4% (Análisis de alimentos, UNAM). Para las harinas estudiadas el contenido de cenizas obtenido se muestran en la Tabla 4.1.

Para la obtención del contenido de grasa cruda se determinó siguiendo el procedimiento señalado en la norma COVENIN N° 1162:79. Los lípidos constituyen uno de los grupos importantes en que se clasifican los alimentos. Para que se cumpla su rol, que es principalmente energético, deben sufrir en el organismo las transformaciones que delinearemos a continuación. Sobre los cuerpos grasos actúan las lipasas, de las que la gástrica tiene poco efecto, ella actúa en el estómago cuya reacción es ácida. La lipasa pancreática, que actúa en el intestino, provoca la saponificación de los lípidos (los desdobra en ácido graso y glicerina). Su acción se ve favorecida por el medio alcalino del intestino y por la bilis (el medio alcalino del intestino es débil y no llega a formar jabones). Si la cantidad de bilis es insuficiente la absorción de los ácidos grasos es lenta o deja de producirse, porque las sales biliares convierten los ácidos grasos de insolubles en solubles y, por lo tanto, capaces de atravesar la mucosa intestinal. Mientras dure este pasaje por la pared intestinal, los ácidos grasos vuelven al estado de grasa (ésteres) y van al torrente circulatorio.

Los lípidos se oxidan en los tejidos convirtiéndose en dióxido de carbono y agua, de allí su poder energético. Los lípidos no oxidados que han sido tomados en los alimentos o que hayan sido producidos por el organismo se acumulan en el tejido



adiposo, alrededor del corazón, los riñones, el hígado, etc. Los valores de grasa cruda obtenidos para las harinas estudiadas se muestran en la Tabla 4.1.

En el caso del contenido de fibra cruda se realizó mediante el procedimiento señalado en la norma COVENIN N° 1194-79. Este método permitió determinar el contenido de fibra, después de digerirla con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y calcinando el residuo. La diferencia de pesos después de la calcinación nos indicó la cantidad de fibra presente.

La fibra representa la porción no digerible de los alimentos y, por consiguiente, mientras mayor sea su concentración en un producto dado, menor será su valor alimenticio, aunque es importante recomendarlo para el buen funcionamiento del intestino. La Tabla 4.1 muestra los resultados obtenidos luego del estudio.

Se determinó el contenido de nitrógeno y proteínas siguiendo el procedimiento señalado en la norma COVENIN 1156-79 (Método de Kjeldahl). Las proteínas son un componente abundante en todas las células y casi todas son importantes para las funciones biológicas y/o estructurales de las mismas. Estas están constituidas por hidrógeno, carbono, nitrógeno, oxígeno y azufre. El nitrógeno es el elemento distintivo de las proteínas, no obstante, su contenido en varios alimentos proteicos varía de 13.4 a 19.1% debido a la composición aminoacídica específica de cada proteína (Análisis de alimentos, UNAM). Generalmente las proteínas ricas en aminoácidos básicos contienen más nitrógeno.

Por su costo es este el nutriente más importante en la dieta en una operación comercial; su adecuada evaluación permite controlar la calidad de los insumos proteicos que están siendo adquiridos o del alimento que se está suministrando.

El método se basa en la determinación de la cantidad de Nitrógeno orgánico contenido y compromete dos pasos consecutivos:

a) La descomposición de la materia orgánica bajo calentamiento en presencia de ácido sulfúrico concentrado.



b) El registro de la cantidad de amoniaco obtenida de la muestra

Durante el proceso de descomposición ocurre la deshidratación y carbonización de la materia orgánica combinada con la oxidación de carbono a dióxido de carbono. El nitrógeno orgánico es transformado a amoniaco que se retiene en la disolución como sulfato de amonio. La recuperación del nitrógeno y velocidad del proceso es incrementado por la adición de un catalizador. El amoniaco en el destilado se retuvo en ácido bórico y fue valorado directamente.

El método de Kjeldahl consta de las siguientes etapas:

a) Digestión



b) Destilación



c) Titulación



Para convertir el nitrógeno a proteína se emplea el factor de 6.25 el cual proviene de la consideración de que la mayoría de las proteínas tienen una cantidad aproximada de 16% de nitrógeno. La Tabla 4.1 muestra los valores de proteínas obtenidos durante el estudio de las harinas.

El contenido de calcio se evaluó siguiendo el procedimiento señalado en la norma COVENIN N° 1158-82. El calcio es el mineral con mayor presencia en el organismo y el cuarto componente del cuerpo después del agua, las proteínas y las grasas. El calcio corporal total, se aproxima a los 1200 gramos, lo que es equivalente a decir 1,5 a 2% de nuestro peso corporal. De esto, casi un 99% se concentran en los huesos y dientes el 1% restante se distribuye en el torrente sanguíneo, los líquidos intersticiales y las células musculares (Análisis de alimentos, UNAM).

Tanto su carencia como su exceso son perjudiciales para la salud, ya que participa en la coagulación, en la correcta permeabilidad de las membranas y a su vez



adquiere fundamental importancia como regulador nervioso y neuromuscular, modulando la contracción muscular (incluida la frecuencia cardíaca), la absorción y secreción intestinal y la liberación de hormonas. Durante el procedimiento, el calcio se precipitó a pH 4 como oxalato, posteriormente el oxalato se disolvió en ácido sulfúrico liberando ácido oxálico el cual fue titulado con una solución valorada de permanganato de potasio.

Las reacciones involucradas durante el proceso son:

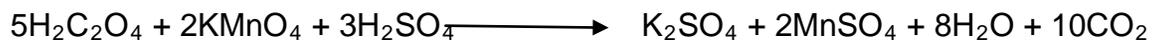
1. Precipitación del Calcio con Oxalato de Amonio.



2. Liberación del ácido oxálico por la acción del ácido sulfúrico sobre el oxalato de calcio



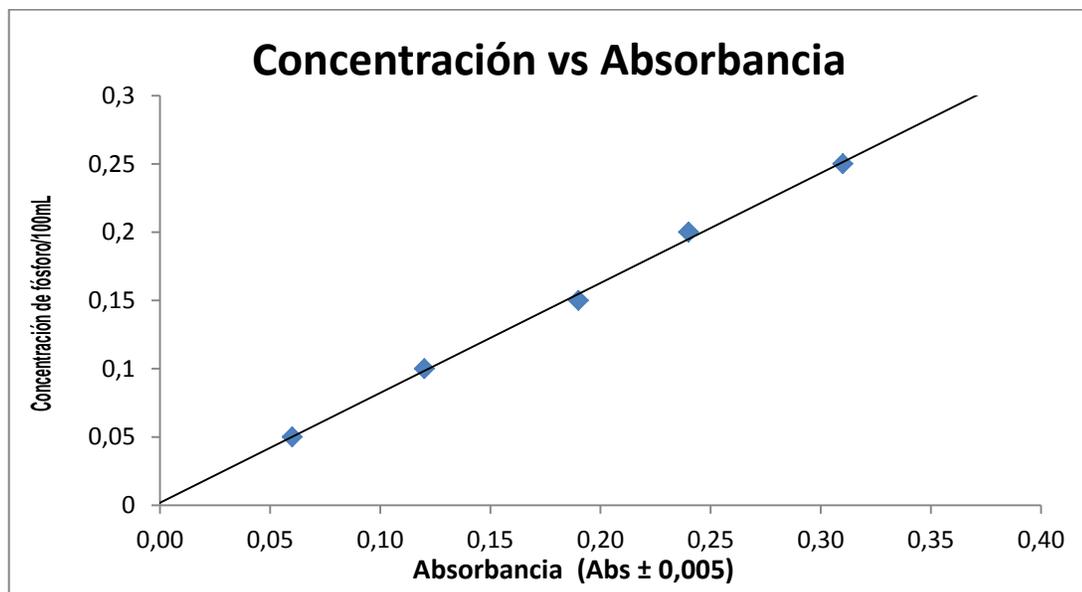
3. Titulación del ácido oxálico con permanganato de potasio



Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 4.1.

Para el estudio del contenido de fósforo se realizó siguiendo el procedimiento señalado en la norma COVENIN N° 1178–83 utilizando una curva patrón construida para la determinación de la concentración de fósforo en la muestra (figura 4.1).

**Figura 4.1. Curva patrón de la concentración de fósforo.**





En el organismo humano, como en el de los animales, se encuentra el fósforo en forma de fosfato de calcio, entrando en la constitución de los huesos. Puede considerarse que en ello entra el 80 % del fósforo existente en el organismo. Las funciones del fósforo son considerables ya que intervienen en los fenómenos vitales y al mantenimiento del equilibrio mineral de la sangre. El fósforo trabaja en íntima colaboración con el calcio. El equilibrio calcio-fósforo es también muy importante. Un exceso de fósforo provoca la formación de fosfato de calcio insoluble y no reabsorbible, que acaba por ser eliminado, dando como consecuencia una disminución del calcio sanguíneo. Una falta de fósforo hace inútil el aporte de calcio, que no puede ser asimilado. Los valores de porcentajes de fósforo encontrados se muestran en la Tabla 4.1.

**Tabla 4.1 Características fisicoquímicas de la harina de yuca y la harina de la pulpa del fruto de pijiguao (*bactris gasipaes* HBK).**

<b>Característica</b>	<b>Harina de yuca</b>	<b>Harina de pijiguao</b>
Humedad (%)	(42,996 ± 0,002)	(48,678 ± 0,002)
Cenizas (%)	(1,421 ± 0,005)	(2,000 ± 0,006)
Grasa Cruda (%)	(2,1800 ± 0,0002)	(5,7567 ± 0,0007)
Fibra Cruda (%)	(1,9776 ± 0,0001)	(1,2666 ± 0,0004)
Proteína Cruda (%)	-	(5,6± 0,1)
Calcio (%)	(0,045 ± 0,005)	(0,031 ± 0,005)
Fósforo (%)	-	(9,9 ± 0,8)

Comparando las propiedades mostradas en la Tabla 4.1 se observan diferencias en la mayoría de los valores obtenidos para ambas harinas. En cuanto a humedad la harina de pijiguao obtuvo mayor porcentaje sin embargo, ambos valores son bastante cercanos uno del otro rondando un 40%, estos valores como se menciono anteriormente superan la barrera de 14% sobre la cual ya es posible la aparición de reacciones enzimáticas que pueden afectar rápidamente la calidad de las mismas. Los valores de humedad para harinas generalmente no superan el 5%; sin embargo, esta



harina se encuentra en ambos casos cruda, solo fue trabajada a través de un proceso de molienda y prensado.

El porcentaje de cenizas por otro lado, también resulto mayor en la harina de pijiguao, esto sugiere que ésta presenta un mayor contenido de minerales. Puede justificarse al comparar los valores de calcio y fosforo reportados en la Tabla 4.1. El calcio y el fósforo son minerales presentes comúnmente en las frutas, se encontró que el contenido de fosforo en la harina de pijiguao es 9,9% siendo mucho mayor que el de la harina de yuca, para el cual no se obtuvo resultados en la prueba. Por otro lado los valores de calcio encontrados resultaron ser prácticamente iguales aproximándose en ambos casos al 0,04%.

La fibra cruda representa la materia que no puede ser digerida por el organismo. Según Dueñas (2009), el contenido de fibras en las frutas se encuentra entre 1,4 y 2,4 %. Para la harina de yuca se obtuvo un 1,90% y para la de pijiguao 1,3% aproximadamente, por ende ambas harinas estudiadas poseen un alto contenido de fibra cruda, propiedad que lo hace un buen ayudante en el funcionamiento del aparato digestivo.

Las proteínas son el principal nutriente utilizado en la formación de los tejidos corporales y son fundamentales para la regulación del metabolismo humano. Según Dergal (2006), se necesita de 8 a 10% de proteínas para satisfacer las necesidades proteicas en los adultos. Experimentalmente se obtuvo para la harina de pijiguao un valor de 5,6 % lo que resulta lógico, ya que en general el valor proteico en las frutas es bajo. En el caso de la harina de yuca la prueba resulto negativa en cuanto al contenido de proteína.

Por otro lado el contenido de extracto etéreo en la harina de pijiguao resulto ser aproximadamente el doble que el de la harina de yuca con valores de 5,80% y 2,18% respectivamente. Sin embargo en ninguno de los dos casos este resulto ser elevado.

## 4.2 Elaboración de las galletas con base de las harinas de la pulpa del fruto de pijiguao (*bactris gasipaes HBK*) y la de yuca.

La elaboración de la galletas se realizó con la colaboración de integrantes de la comunidad de El Rincón en la zona de Campo Carabobo, los cuales se dedican a la elaboración y comercio de galletas de casabe. Durante el proceso, se utilizaron los equipos y materiales que se disponían en la zona.

La figura 4.1 muestra el proceso de elaboración de la galleta de pijiguao formulada.



**Figura 4.2. Proceso de elaboración de la galleta de pijiguao**

Es necesario destacar que una vez procesado el fruto para la realización de la harina y posteriormente la galleta, debe utilizarse prácticamente de inmediato, debido al gran contenido de humedad que presenta, de manera de evitar la aparición de insectos y la descomposición de la misma; como ya se mencionó anteriormente, esto puede ocurrir a partir de valores de humedad por encima del 14%.

En cuanto a las características físicas de la galleta elaborada con la pulpa de pijiguao, esta presentó la misma textura que la galleta de yuca, sin embargo en cuanto al color, la elaborada con la pulpa de pijiguao, resultó ser un poco más oscura en



comparación con el color que comúnmente presentan las galletas de casabe sin embargo no existe gran diferencia. Se observó que la galleta formulada conservó el olor característico del fruto al ser tostado.

#### 4.3 Comparación de las propiedades fisicoquímicas de las galletas de yuca y de pijiguao (*bactris gasipaes HBK*) elaboradas.

Al igual que en objetivo 1 se utilizaron los mismos métodos y variables para la determinación de las diferentes propiedades fisicoquímicas a comparar. Los resultados de estas pruebas se encuentran reflejados en la Tabla 4.2.

**Tabla 4.2 Características fisicoquímicas de la galleta de yuca y de la pulpa del fruto de pijiguao (*bactris gasipaes HBK*).**

Característica	Galleta de yuca	Galleta de pijiguao
Humedad (%)	(6,747 ± 0,001)	(6,574 ± 0,002)
Cenizas (%)	(1,106 ± 0,005)	(1,721 ± 0,006)
Grasa Cruda (%)	(10,1610 ± 0,0006)	(16,7450 ± 0,0009)
Fibra Cruda (%)	(0,800 ± 0,002)	(0,653 ± 0,002)
Proteína Cruda (%)	-	(4,4 ± 0,4)
Calcio (%)	(0,03767 ± 0,0002)	0,0257 ± 0,0002)
Fósforo (%)	-	(9,6 ± 0,9)

Los resultados muestran diferencias en el contenido proteico de las galletas analizadas. El contenido de proteína de la galleta de yuca no pudo ser determinado mediante el método, sin embargo para la galleta de pijiguao como materia prima elaborada bajo las mismas condiciones resultó 4,4%. De acuerdo a las recomendaciones de consumo de energía y nutrientes para la población venezolana, las proteínas deben aportar entre 9 y 14% del total de las calorías, haciendo que la galleta de pijiguao represente una buena opción de incorporación en la dieta diaria.

Otra de las características a resaltar es el contenido de fosforo, para la galleta de pijiguao (9,6%) resultó ser bastante elevado en comparación con la de yuca el cual dio



negativa la prueba; recordando que este mineral es de gran importancia ya que ayuda a asimilar el calcio en el organismo. El contenido de este último, al igual que en el caso de las harinas, continúa siendo bastante similar en ambas galletas aproximándose al 0,03%.

Otro de los aportes importantes del alimento formulado en esta investigación fue el contenido de fibra cruda (0,653%). La fibra cruda recordemos, ayuda a controlar el sistema digestivo puesto que regula los movimientos intestinales y a su vez está asociada a la disminución del riesgo de enfermedades coronarias. Se encontró porcentajes de grasa o extracto etéreo aproximados al 15% en ambas galletas, la grasa es una fuente importante de energía para la dieta diaria, porque contienen más del doble de energía que cualquier otro nutriente.

#### **4.4 Evaluación de los costos asociados al proceso de formulación de la galleta de pijiguao (*bactris gasipaes HBK*).**

En este objetivo se determinó el costo que genera la elaboración de las galletas de pijiguao (*bactris gasipaes HBK*) y se comparó con el costo de elaboración de la galleta de yuca.

Para poder comparar los costos asociados es necesario primero calcular la cantidad de materia prima necesaria para la elaboración de cada una de las galletas. Para ello se tomó una muestra de 8 kg de materia en cada caso y se calcularon las pérdidas de ésta durante el proceso de elaboración de las harinas. Estas pérdidas se muestran detalladas en la Tabla 4.3.

**Tabla 4.3 Pérdidas de materia vinculadas al proceso de preparación de las galletas de yuca y de la pulpa del fruto de pijiguao (*bactris gasipaes HBK*).**

Proceso	Yuca (kg±0,05)	Pijiguao (kg±0,05)
Pérdidas por pelado	2,40	1,20
Pérdidas por prensado	2,30	2,70
Pérdidas por cernido	0,25	0,20
Total pérdidas	4,95	4,10



En tal sentido, de 8 kg de materia prima podemos obtener un total de 3,05 kg y 3,90 kg de harina húmeda de yuca y pijiguao respectivamente. Durante este proceso se determinó que son necesarios 0,60 kg de harina para la elaboración de cada galleta, lo que se reduce a que de los 8 kg de materia prima se obtienen un total de 5 y 6,5 galletas de yuca y pijiguao respectivamente.

**Tabla 4.4 Costo de la materia prima utilizada en la preparación de las galletas de yuca y de la pulpa del fruto de pijiguao (*bactris gasipaes HBK*).**

Costo de materia prima	Yuca (Bs/kg)	Pijiguao (Bs/kg)
	0,7	8,0

En la Tabla 4.4 podemos observar el costo de la materia prima para cada una de las galletas. El de la yuca, se calculó tomando el costo de un bulto de 60 kg de yuca el cual se consigue en el mercado a un valor de 40 Bs/bulto. En el caso del pijiguao se conoció durante la entrevista con el personal de la plantación, que éste es comercializado a un valor de 8 Bs/kg. Analizando estos costos por kg de materia prima, cada galleta tiene un valor asociado de 1,1 y 9,8 Bs c/u para las galletas de yuca y pijiguao respectivamente.

Existen otros costos asociados al proceso de elaboración de la galleta, como lo son el costo de mano de obra en el cual intervienen tres (3) personas con un salario de 100 bs/día. Además, se toma en cuenta el costo del combustible utilizado (leña), con un valor referencial de 60 bs/día.

Algunos gastos misceláneos, como son el mecatillo y papel utilizado para envolver las galletas el cual es de aproximadamente 10 bs/día. Se conoció que a diario se realizan un promedio de 400 galletas (tortas) al día, en base a estos se calculó el costo asociado por galleta.

**Tabla 4.5 Costos totales asociados al proceso de elaboración de una galleta.**

<b>Costo por actividad</b>	<b>Yuca (Bsf)</b>	<b>Pijiguo (Bsf)</b>
<b>Materia prima</b>	1,10	9,80
<b>Mano de obra</b>	0,25	0,25
<b>Combustible</b>	0,15	0,15
<b>Misceláneos</b>	0,03	0,03
<b>Costo total</b>	1,50	10,20

Comparando los costos totales por galleta, se observa que el de la galleta de pijiguo es bastante superior 10,20 Bs al de yuca 1,5 Bs, sin embargo cabe destacar que este sobre precio es debido a la gran diferencia en el valor de la materia prima. En este aspecto se debe recordar, que el pijiguo no es un fruto oriundo de la región central y el precio estimado es sólo referencial.

#### **4.5 Realización de la prueba de degustación con ambas galletas realizadas, a fin de comparar las propiedades organolépticas de las mismas.**

Debido a que serían estudiadas las propiedades organolépticas de las galletas elaboradas, fue necesario realizar análisis sensoriales en donde participan panelistas humanos que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios, y de muchos otros materiales. Las pruebas sensoriales pueden describirse o clasificarse de diferentes formas. Los expertos en estadística las clasifican en pruebas paramétricas y no-paramétricas, de acuerdo al tipo de datos obtenidos con la prueba. Los especialistas en pruebas sensoriales y los científicos de alimentos clasifican las pruebas en afectivas (orientadas al consumidor) y analíticas (orientadas al producto), con base al objetivo de la prueba. Las pruebas empleadas para evaluar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gustan los productos alimentarios se conocen como "pruebas orientadas al consumidor". Las pruebas empleadas para determinar las diferencias entre productos o



para medir características sensoriales se conocen como "pruebas orientadas al producto"(Watts, 1992).

En el caso de esta investigación se utilizó las pruebas orientadas al consumidor, las cuales incluyen pruebas de preferencia, pruebas de aceptabilidad y pruebas hedónicas (grado en que gusta un producto). Estas pruebas se consideran del consumidor, ya que se llevan a cabo con paneles de consumidores no entrenados. Aunque a los panelistas se les puede pedir que indiquen directamente su satisfacción, preferencia o aceptación de un producto, a menudo se emplean pruebas hedónicas para medir indirectamente el grado de preferencia o aceptabilidad (Watts, 1992).

En el caso de las pruebas de aceptabilidad se empleó para determinar el grado de aceptación de un producto por los consumidores. Para determinar la aceptabilidad de la galleta se usó una prueba de ordenamiento. En esta prueba se les pidió a los panelistas que ordenaran las muestras codificadas, con base a su aceptabilidad, desde la menos aceptada hasta la más aceptada.

Se prepararon dos muestras de galleta de yuca (casabe) comerciales y una de galleta de pijiguao. Primero se dio a degustar las muestras a 5 consumidores para así determinar si la galleta elaborada presentaba características organolépticas que realmente compitieran con las galletas de yuca comerciales. Una vez verificado que los 5 consumidores no mostraron desagrado por la muestra, se procedió a realizar el test al panel de consumidores no entrenados. Treinta (30) panelistas fueron seleccionados quienes evaluaron las muestras una sola vez.

En el Apéndice D se muestra la boleta utilizada en la prueba de ordenamiento por aceptabilidad. A los panelistas se les pidió ordenar las muestras de acuerdo a su aceptabilidad, y evitar clasificar dos muestras en la misma posición, debiendo dar un valor diferente a cada muestra, incluso si les parecía similar.

Se asignó un valor de 1 a la muestra más aceptable, un valor de 2 a la muestra que le seguía en grado de aceptabilidad y un valor de 3 a la que tenía la textura menos



aceptable. Los valores de ordenamiento dados a cada muestra por los 30 panelistas fueron tabulados como se muestra en la Tabla 4.6.

**Tabla 4.6. Datos de ordenamiento tabulados en la prueba de aceptabilidad<sup>1</sup>.**

Panelista	A (yuca 1)	B (pijigao)	C (yuca 2)
1	1	3	2
2	2	1	3
3	2	3	1
4	1	2	3
5	3	1	2
6	1	3	2
7	2	3	1
8	2	1	3
9	1	3	2
10	3	2	1
11	1	3	2
12	1	3	2
13	2	1	3
14	1	2	3
15	1	3	2
16	2	3	1
17	2	3	1
18	2	3	1
19	1	2	3
20	1	3	2
21	3	1	2
22	1	2	3
23	1	3	2
24	1	2	3
25	2	3	1
26	2	3	1
27	2	1	3
28	1	2	3
29	1	2	3
30	2	3	1
Total de rangos	48	70	62

<sup>1</sup> Rango superior: 1 = galleta más aceptable; 3 = galleta menos aceptable.

Las diferencias entre el total de pares fueron:

$$C - A = 62 - 48 = 14$$

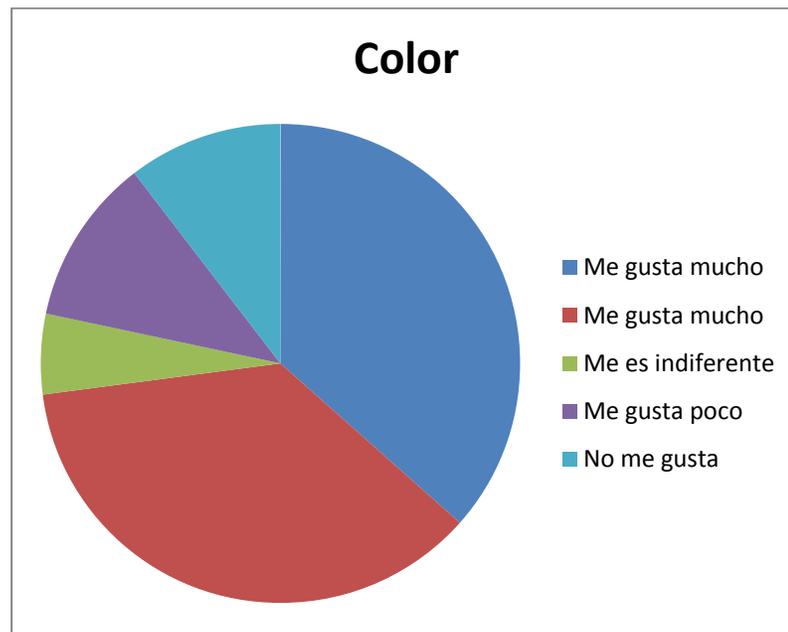
$$B - C = 70 - 62 = 8$$

$$B - A = 70 - 48 = 22$$

Según los valores mostrados en el Apéndice E, en donde se encuentran tabuladas las diferencias críticas absolutas de la suma de rangos para las comparaciones a un nivel de significancia de 5%, con 30 panelistas y tres muestras, el valor crítico tabulado para  $p = 0,05$  es de 19. Por lo tanto, las muestras de galletas A y B fueron significativamente diferentes. El panel consideró que las galletas de las variedades B y C eran menos aceptables que la galleta de variedad A. No hubo diferencia significativa en lo que respecta a la aceptabilidad de las variedades B y C.

Se evaluó también el nivel de agrado o desagrado de la galleta formulada, mediante una escala hedónica estructurada de cinco puntos, en la cual cada panelista eligió entre las opciones me gusta mucho, me gusta, me es indiferente, me gusta poco y no me gusta. A continuación se presentan los resultados de esta evaluación sensorial.

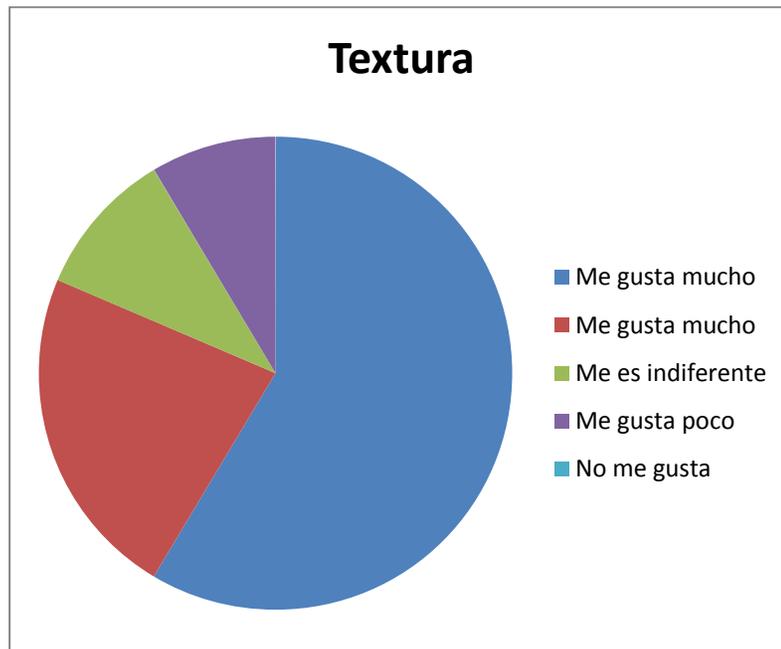
**Figura 4.3. Evaluación Sensorial para el color de la galleta formulada con harina de la pulpa de pijigao.**



**Figura 4.4. Evaluación Sensorial para el sabor de la galleta formulada con harina de la pulpa de pijigao.**



**Figura 4.5. Evaluación Sensorial para la textura de la galleta formulada con harina de la pulpa de pijigao.**





Tomando como patrón de aceptabilidad los dos puntos superiores de la escala (me gusta mucho y me gusta). Se observó gran aceptabilidad para el color, sabor y textura de la galleta formulada. Pocos panelistas mostraron mucho o muchísimo desagrado por la galleta elaborada; la utilización de la harina de pijiguo para la elaboración de la galleta, no afectó las características sensoriales, lo cual se refleja en la alta aceptabilidad arrojada en los resultados del presente estudio.

Para el análisis de los datos de esta prueba, las categorías se convierten en puntajes numéricos del 1 al 5, donde 1 representa "no me gusta" y 5 representa "me gusta mucho". Los puntajes numéricos para cada muestra, se tabularon y analizaron utilizando análisis de varianza (ANOVA), para determinar si existían diferencias significativas en el promedio de los puntajes asignados a las muestras. Se calculó un valor denominado F estadística y un valor crítico tabulado en función de los grados de libertad de las variables en estudio, los cuales fueron comparados para determinar si había o no diferencias significativas.

Se obtuvo un valor F entre los grupos (color, sabor, textura) de 1,797 y un valor crítico de 3,101 para un nivel de significancia del 5%. Como el valor de F calculado es menor al valor crítico se dice que no existen diferencias significativas en cuanto al agrado de los consumidores por alguna de las características organolépticas de la galleta. Los resultados del análisis ANOVA se muestran en la Tabla 4.7.

**Tabla 4.7. Valores de F calculado y F crítico del análisis ANOVA.**

<i><b>Origen de las variaciones</b></i>	<i><b>Suma de cuadrados</b></i>	<i><b>Grados de libertad</b></i>	<i><b>Promedio de los cuadrados</b></i>	<i><b>F calculado</b></i>	<i><b>F crítico</b></i>
<b>Entre grupos</b>	5,490	2	2,744	1,797	3,101
<b>Dentro de los grupos</b>	132,970	87	1,528		
<b>Total</b>	138,456	89			



Aunque la galleta formulada obtuvo un nivel de aceptación elevado para las tres características organolépticas estudiadas, así como también se determinó que esta presenta gran contenido de proteína, minerales, etc., en comparación con la galleta de yuca comercial; también se determinó que los costos de elaboración de la galleta de pijiguo no compiten con los de la galleta comercial, llegando a ser aproximadamente unas 10 veces más costosa.

Sin embargo, puede recomendarse el uso de la harina de pijiguo para la elaboración de otros alimentos ya que representaría un gran aporte nutritivo dentro de la dieta de los consumidores. La harina puede obtenerse mediante métodos físicos y mecánicos, como el secado y reducción de tamaño de partícula, habiendo adecuado previamente la materia prima a través de la recepción, selección, lavado, descascarado y despulpado del fruto.

El proceso de elaboración de la harina se lleva a cabo principalmente mediante los siguientes pasos:

- a) Molienda de los trozos secos en el molino tamiz.
- b) Tamizado de la harina gruesa en el molino tamiz.
- c) Tamizado de la harina intermedia en el molino tamiz.
- d) Clasificación de la harina en ciclones.

**Etapa a) Molienda (Molino 1):** Por un tornillo sin fin se alimenta la materia prima al molino tamiz. En esta etapa los trozos de materia se reducen de tamaño y por medio de la malla del tamiz se rechazan pequeños materiales como la cascarilla y trozos duros de fibra. El material que logra pasar es transportado a ciclones conectados en paralelo los cuales se encargan de la clasificación neumática. La harina en el tamiz se clasifica en dos corrientes una harina fina la cual es llevada a un tercer ciclón recolector y una harina gruesa que se convierte automáticamente en la materia prima del ciclón 2.

**Etapa b) Tamizado (molino 2):** En esta etapa se reduce el tamaño de la harina gruesa proveniente del ciclón 2, generándose dos nuevas corrientes una de harina fina que

llega también al ciclón 3 (recolector) y otra de material grueso que se lleva hasta el molino 3 para una última reducción de tamaño.

**Etapas c) Tamizado (molino3):** Al igual que en las etapas anteriores se hace una última reducción de tamaño del material grueso proveniente del ciclón 2, de donde se obtiene la harina fina que llegara finalmente a recolección.

**Etapas d) Clasificación neumática de la harina (ciclones):** Esta etapa es intermedia de las etapas de molienda. Se utilizan ciclones convencionales, de manera de clasificar el material particulado de tamaño no deseado.

La granulometría de la harina obtenida dependerá del diámetro de las mallas utilizadas en los tamices; la tercera etapa de molienda se utiliza para asegurar un alto porcentaje del material particulado dentro de los parámetros que sean establecidos.

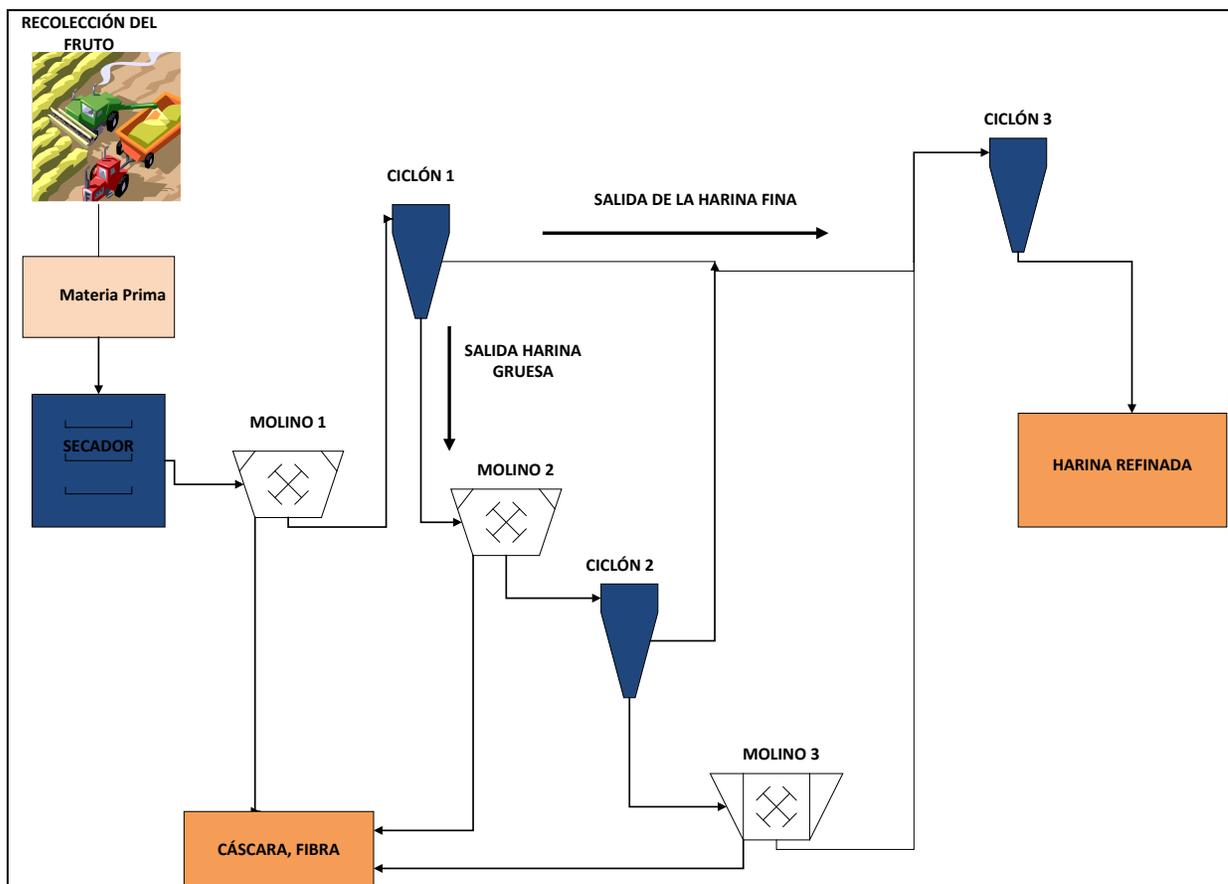


Figura 4.6. Esquema tecnológico propuesto para la elaboración de la harina de pijguao.



## CONCLUSIONES

A continuación se presentan las conclusiones a las que se llegaron luego de haber finalizado este trabajo de investigación.

1. La harina húmeda de pijiguao presenta un alto contenido de proteína, fósforo fibra y grasa cruda, comparado con la harina de yuca.
2. Es posible formular una galleta con la pulpa del fruto de pijiguao imitando el procedimiento de elaboración de la galleta de yuca (casabe) que presente similares características físicas.
3. La galleta de pijiguao presenta un gran valor protéico, de fósforo, fibra y grasa cruda, superiores a los encontrados en la galleta de yuca.
4. Los costos asociados a la elaboración de la galleta de pijiguao (10,20 Bs) es mucho mayor en comparación con la galleta de yuca (1,5 Bs).
5. Las propiedades organolépticas de la galleta de pijiguao elaborada tuvieron gran aceptación por los consumidores.



## RECOMENDACIONES

A continuación se presentan las recomendaciones que se consideran convenientes para ampliar el estudio realizado en la investigación.

1. Incentivar el cultivo de pijiguao en la región central, de manera de explotar los potenciales del mismo a un costo más bajo.
2. Investigar otras opciones de utilización de la harina de pulpa de pijiguao de manera de aprovechar su gran contenido nutricional en la dieta diaria.
3. Evaluar los beneficios económicos y nutricionales al incluir harina de pulpa de pijiguao en la formulación de la galleta de yuca comercial.
4. Realizar análisis microbiológico a la galleta de pijiguao, a fin de determinar la presencia o ausencia de toxinas que puedan afectar la salud de los consumidores.
5. Incentivar la producción de harina de pijiguao a nivel industrial para fomentar su uso como materia prima.



## APÉNDICE A

En la presente sección, se detallarán los cálculos típicos correspondientes a la obtención de los resultados cuantitativos de la investigación

### A.1 Caracterización de la harina de pijiguo

#### A.1.1 Contenido de humedad.

Para el cálculo del contenido de humedad se utilizará la ecuación 3.1:

$$HMV = \frac{m_i - m_f}{m_i} \cdot 100\%$$

Donde:

HMV: Contenido de humedad (%)

$m_i$ : masa inicial de muestra (g)

$m_f$ : masa final de muestra (g)

Sustituyendo para la harina de pijiguo se tiene:

$$HMV = \frac{(5,0011 - 2,6869)g}{5,0011g} \cdot 100\% = 46,2738\%$$

Ahora bien el cálculo del error se hará mediante el método de las derivadas parciales.

$$\Delta HMV = \left( \left| \frac{\partial HMV}{\partial m_i} \right| \cdot \Delta m_i + \left| \frac{\partial HMV}{\partial m_f} \right| \cdot \Delta m_f \right) \cdot 100\% \quad (\text{A.1})$$

Sustituyendo los valores de masa reportados para la harina de pijiguo en la primera muestra en A.2 se obtiene:

$$\Delta HMV = \left( \left| \frac{m_f}{m_i^2} \right| \cdot \Delta m_i + \left| \frac{-1}{m_i} \right| \cdot \Delta m_f \right) \cdot 100\%$$

$$\Delta HMV = \left( \left| \frac{2,6869kg}{(5,0011g)^2} \right| \cdot 0,0001g + \left| \frac{-1}{5,0011kg} \right| \cdot 0,0001g \right) \cdot 100\% = 0,00109\% \approx 0,001\%$$



$$HMV = (46,273 \pm 0,001)\%$$

De igual manera se determina el porcentaje de humedad para la segunda y tercera muestra de la harina de pijiguao, obteniéndose:

$$HMV_2 = (44,923 \pm 0,003)\%$$

$$HMV_3 = (54,840 \pm 0,003)\%$$

Para obtener el resultado de la prueba de humedad se calcula el promedio aritmético de los ensayos realizados considerando sus errores respectivos, el valor final reportado se expresa como un promedio aritmético:

$$\overline{\%HMV} = \frac{(46,273 + 44,923 + 54,840)}{3} \quad (A.2)$$

$$\overline{\%HMV} = 48,678$$

Cálculo del error:

$$\overline{\Delta\%HMV} = \frac{(0,001 + 0,003 + 0,003)}{3}$$

$$\overline{\Delta\%HMV} = 0,002$$

Finalmente, el porcentaje de humedad para la harina de pijiguao es:

$$HMV = (48,678 \pm 0,002)$$

De igual manera se realizaron los cálculos para el contenido de humedad de la harina de yuca así como también para las galletas elaboradas de yuca y pijiguao.

### A.1.2 Contenido de cenizas.

Para el cálculo del contenido de cenizas se uso la ecuación 3.2, quedando para la harina de pijiguao de la siguiente manera:

$$\%Cenizas = \frac{(2,6702 - 2,5755)g}{2,6702g} * 100 = 3,5465\%$$



Y el error de la misma queda expresado como:

$$\Delta\%Cenizas = \left( \left| \frac{\partial\%Cenizas}{\partial c_1} \right| \cdot \Delta C_1 + \left| \frac{\partial\%Cenizas}{\partial c_o} \right| \cdot \Delta C_o \right) \cdot 100\% \quad (\text{A.3})$$

$$\Delta\%Cenizas = \left( \left| \frac{C_o}{c_1^2} \right| \cdot \Delta C_1 + \left| \frac{-1}{c_1} \right| \cdot \Delta C_o \right) \cdot 100\%$$

Sustituyendo los valores queda:

$$\Delta\%Cenizas = \left| \frac{2,5755g}{(2,6702g)^2} \right| \cdot 0,0001g + \left| \frac{-1}{2,6702g} \right| \cdot 0,0001g = 0,00735 \approx 0,007$$

Quedando expresado el contenido de cenizas para la primera muestra de la siguiente manera:

$$\%Cenizas = (3,547 \pm 0,007)\%$$

De igual manera se determina el porcentaje de cenizas para la segunda y tercera muestra de la harina de pijiguao, obteniéndose:

$$\%Cenizas_2 = (1,250 \pm 0,007)\%$$

$$\%Cenizas_3 = (1,202 \pm 0,007)\%$$

Para obtener el resultado de la prueba de cenizas se calcula el promedio aritmético de los ensayos realizados considerando sus errores respectivos, el valor final reportado se expresa como un promedio aritmético:

$$\overline{\%Cenizas} = \frac{(3,547 + 1,250 + 1,202)}{3} \quad (\text{A.4})$$

$$\overline{\%Cenizas} = 1,9996$$

Cálculo del error:

$$\overline{\Delta\%Cenizas} = \frac{(0,007 + 0,006 + 0,006)}{3}$$

$$\overline{\Delta\%Cenizas} = 0,00633$$

Finalmente, el porcentaje de cenizas para la harina de pijiguao es:



$$\%Cenizas = (2,000 \pm 0,006)$$

De igual manera se realizaron los cálculos para el contenido de cenizas de la harina de yuca así como también para las galletas elaboradas de yuca y pijigao.

### A.1.3 Contenido de grasa cruda.

Para el cálculo del contenido de grasa cruda se utilizará la ecuación 3.3:

$$\%Grasa = \frac{m_f - m_i}{G_o} \cdot 100\%$$

Donde:

%Grasa: Contenido de grasa cruda(%)

$m_i$ : masa inicial del balón vacío (g)

$m_f$ : masa final del balón con grasa (g)

$G_o$ : masa de muestra inicial (g)

Sustituyendo para la harina de pijigao se tiene:

$$\%Grasa = \frac{(94,6123 - 94,3120)g}{5,0004g} \cdot 100\% = 6,0055\%$$

Ahora bien el cálculo del error se hará mediante el método de las derivadas parciales.

$$\Delta\%Grasa = \left( \left| \frac{\partial\%Grasa}{\partial m_i} \right| \cdot \Delta m_i + \left| \frac{\partial\%Grasa}{\partial m_f} \right| \cdot \Delta m_f + \left| \frac{\partial\%Grasa}{\partial G_o} \right| \cdot \Delta G_o \right) \cdot 100\% \quad (A.5)$$

Sustituyendo los valores de masa reportados para la harina de pijigao en la primera muestra en A.5 se obtiene:

$$\Delta\%Grasa = \left( \left| \frac{m_f - m_i}{G_o^2} \right| \cdot \Delta G_o + \left| \frac{m_i - 1}{G_o} \right| \cdot \Delta m_f + \left| \frac{1 - m_f}{G_o} \right| \cdot \Delta m_i \right) \cdot 100\%$$



$$\Delta\%Grasa = \left( \left| \frac{(94,6123 - 94,3120)g}{(5,0004g)^2} \right| \cdot 0,0001g + \left| \frac{94,6123 - 1}{5,0004kg} \right| \cdot 0,0001g + \left| \frac{(1 - 94,3120)g}{(5,0004g)^2} \right| \cdot 0,0001g \right) \cdot 100\% = 0,00072\% \approx 0,0007\%$$

Quedando así reportada la medida:

$$\%grasa = (6,0055 \pm 0,0007)\%$$

De igual manera se determina el porcentaje de grasa cruda para la segunda y tercera muestra de la harina de pijiguao, obteniéndose:

$$\%Grasa_2 = (5,8563 \pm 0,0007)\%$$

$$\%Grasa_3 = (5,4083 \pm 0,0007)\%$$

Para obtener el resultado de la prueba de extracto etéreo se calcula el promedio aritmético de los ensayos realizados considerando sus errores respectivos, el valor final reportado se expresa como un promedio aritmético:

$$\overline{\%Grasa} = \frac{(6,0055 + 5,8563 + 5,4083)}{3} \quad (A.6)$$

$$\overline{\%Grasa} = 5,7567$$

Cálculo del error:

$$\overline{\Delta\%Grasa} = \frac{(0,0007 + 0,0007 + 0,0007)}{3}$$

$$\overline{\Delta\%Grasa} = 0,0007$$

Finalmente, el porcentaje de grasa cruda para la harina de pijiguao es:

$$\%Grasa = (5,7567 \pm 0,0007)$$

De igual manera se realizaron los cálculos para el contenido de grasa cruda de la harina de yuca así como también para las galletas elaboradas de yuca y pijiguao.



#### A.1.4 Contenido de fibra cruda.

Haciendo uso de la ecuación 3.4 y sustituyendo los valores obtenidos para la primera muestra de la harina de pijiguao, tenemos:

$$\%Fc = \frac{19,3556 - 19,3084}{4,2096} * 100$$

$$\%Fc = 1,12125$$

Ahora bien el cálculo del error se hará mediante el método de las derivadas parciales.

$$\Delta\%Fc = \left( \left| \frac{\partial\%Fc}{\partial m_{fs}} \right| \cdot \Delta m_{fs} + \left| \frac{\partial\%Fc}{\partial m_{fs1}} \right| \cdot \Delta m_{fs1} + \left| \frac{\partial\%Fc}{\partial m_{ds}} \right| \cdot \Delta m_{ds} \right) \cdot 100\% \quad (A.7)$$

Sustituyendo los valores de masa reportados para la harina de pijiguao en la primera muestra en A.7 se obtiene:

$$\Delta\%Fc = \left( \left| \frac{m_{fs} - m_{fs1}}{m_{ds}^2} \right| \cdot \Delta m_{ds} + \left| \frac{m_{fs} - 1}{m_{ds}} \right| \cdot \Delta m_{fs1} + \left| \frac{1 - m_{fs1}}{m_{ds}} \right| \cdot \Delta m_{fs} \right) \cdot 100\%$$

$$\begin{aligned} \Delta\%Fc &= \left( \left| \frac{(19,3556 - 19,3084)g}{(4,2096g)^2} \right| \cdot 0,0001g + \left| \frac{19,3556 - 1}{4,2096kg} \right| \cdot 0,0001g \right. \\ &\quad \left. + \left| \frac{(1 - 19,3084)g}{(4,2096g)^2} \right| \cdot 0,0001g \right) \cdot 100\% = 0,0001387\% \approx 0,0002\% \end{aligned}$$

Quedando así reportada la medida:

$$\%Fc = (1,1213 \pm 0,0002)\%$$

De igual manera se determina el porcentaje de fibra cruda para la segunda y tercera muestra de la harina de pijiguao, obteniéndose:

$$\%Fc_2 = (1,5751 \pm 0,0002)\%$$

$$\%Fc_3 = (1,1033 \pm 0,0008)\%$$

Para obtener el resultado de la prueba de fibra cruda se calcula el promedio aritmético de los ensayos realizados considerando sus errores respectivos, el valor final reportado se expresa como un promedio aritmético:



$$\% \overline{Fc} = \frac{(1,1213 + 1,5751 + 1,1033)}{3} \quad (A.8)$$

$$\% \overline{Fc} = 1,266577$$

Cálculo del error:

$$\overline{\Delta \% Fc} = \frac{(0,0002 + 0,0002 + 0,0008)}{3}$$

$$\overline{\Delta \% Fc} = 0,0004$$

Finalmente, el porcentaje de fibra cruda para la harina de pijiguao es:

$$\% Fc = (1,2666 \pm 0,0004)$$

De igual manera se realizaron los cálculos para el contenido de fibra cruda de la harina de yuca así como también para las galletas elaboradas de yuca y pijiguao.

#### A.1.5 Contenido de nitrógeno y proteína.

Sustituyendo los valores obtenidos para la primera muestra de la galleta de pijiguao en la ecuación 3.5, se tiene:

$$\% N = \frac{0,0049L * \frac{0,1eq}{L} * 14,02g/eq}{1,0270g} * 100$$

$$\% N = 0,66844$$

El porcentaje de proteína se calcula multiplicando el valor anterior por un factor de 6,25

$$\% P = 0,66844 * 6,25$$

$$\% P = 4,1777$$

Cálculo del error:

$$\Delta \% P = PE * F * 100 * \left| \frac{N}{m} \cdot \Delta V + \frac{V}{m} \cdot \Delta N + \left( \frac{-V * N}{m^2} \right) \cdot \Delta m \right| \quad (A.9)$$

Sustituyendo los valores correspondientes a la ecuación se obtiene:



$$\Delta\%P = 14,02 * 6,25 * 100$$
$$* \left| \frac{0,1eq/L}{1,0270g} \cdot 0,0005L + \frac{0,0049L}{1,0270g} \cdot 0,0001eq/g + \left( \frac{0,0049L * 0,1eq/L}{(1,0270g)^2} \right) \right.$$
$$\left. \cdot 0,0001g \right|$$

$$\Delta\%P = 0,4309 \approx 0,4$$

Finalmente, el porcentaje de proteínas para la galleta de pijiguao es:

$$\%P = (4,0 \pm 0,4)$$

De igual manera se determina el porcentaje de proteínas para la segunda y tercera muestra de la galleta de pijiguao, obteniéndose:

$$\%P_2 = (4,4 \pm 0,4)$$

$$\%P_3 = (4,8 \pm 0,4)$$

Para obtener el resultado de la prueba de proteína se calcula el promedio aritmético de los ensayos realizados considerando sus errores respectivos, el valor final reportado se expresa como un promedio aritmético:

$$\% \bar{P} = \frac{(4,0 + 4,4 + 4,8)}{3} \quad (A. 10)$$

$$\% \bar{P} = 4,4$$

Cálculo del error:

$$\overline{\Delta\%P} = \frac{(0,4 + 0,4 + 0,4)}{3}$$

$$\overline{\Delta\%P} = 0,4$$

Finalmente, el porcentaje de proteína para la galleta de pijiguao es:

$$\%P = (4,4 \pm 0,4)$$

De igual manera se realizaron los cálculos para el contenido de proteína de la harina y galleta de yuca, así como también para la harina de pijiguao.

**A.1.6 Contenido de calcio.**

Sustituyendo los valores obtenidos para la primera muestra de la harina de pijiguao en la ecuación, se tiene:

$$\%Ca = \frac{0,0032L * \frac{0,06eq}{L} * \frac{20,04mgCa}{eq} * 0,250L}{0,1L * 0,0313g * 1000mgCa/g} * 100$$

$$\%Ca = 0,030732$$

Calculo del error:

$$\Delta\%Ca = \frac{20,04 * 100}{1000}$$

$$* \left[ \frac{N * Vt}{A * P} * \Delta V + \frac{V * Vt}{A * P} * \Delta N + \frac{V * N}{A * P} * \Delta Vt + \frac{V * N * Vt}{A^2 * P} * \Delta A + \frac{V * N * Vt}{A * P^2} * \Delta P \right] \quad (A.11)$$

$$\Delta\%Ca = \frac{20,04 * 100}{1000}$$

$$* \left[ \frac{0,06eq/L * 0,250L}{0,1L * 0,0313g} * 0,0005L + \frac{0,0032L * 0,250L}{0,1L * 0,0313g} * 0,0001eq/g \right.$$

$$+ \frac{0,0032L * \frac{0,06eq}{L}}{0,1L * 0,0313g} * 0,0005L + \frac{0,0032L * \frac{0,06eq}{L} * 0,250L}{(0,1L)^2 * 0,0313g} * 0,0005L$$

$$\left. + \frac{0,0032L * \frac{0,06eq}{L} * 0,250L}{0,1L * (0,0313g)^2} * 0,0001g \right]$$

$$\Delta\%Ca = 0,00516$$

Finalmente, el porcentaje de calcio para la harina de pijiguao es:

$$\%Ca = (0,031 \pm 0,005)$$

De igual manera se determina el porcentaje de calcio para la segunda y tercera muestra de la harina de pijiguao, obteniéndose:

$$\%Ca_2 = (0,031 \pm 0,005)$$

$$\%Ca_3 = (0,030 \pm 0,005)$$



Para obtener el resultado de la prueba de calcio se calcula el promedio aritmético de los ensayos realizados considerando sus errores respectivos, el valor final reportado se expresa como un promedio aritmético:

$$\% \overline{Ca} = \frac{(0,031 + 0,031 + 0,030)}{3} \quad (A. 12)$$

$$\% \overline{Ca} = 0,031$$

Cálculo del error:

$$\overline{\Delta \% Ca} = \frac{(0,005 + 0,005 + 0,005)}{3}$$

$$\overline{\Delta \% Ca} = 0,005$$

Finalmente, el porcentaje de calcio para la harina de pijiguao es:

$$\% Ca = (0,031 \pm 0,005)$$

De igual manera se realizaron los cálculos para el contenido de calcio de la harina de yuca así como también para las galletas elaboradas de yuca y pijiguao.

### A.1.7 Contenido de fósforo

Mediante la ecuación 3.6, se determinó el contenido de fósforo en la muestra una vez calculado el valor de absorbancia de la misma (el cual fue 0,15 a una frecuencia de 620 nm) obteniéndose de la curva patrón que los gramos de fósforo fueron 0,12 mg, para la primera corrida de la galleta de pijiguao, se obtiene:

$$\% P = \frac{0,12mg * 250mL}{10 mL * 37,6mg} * 100$$

$$\% P = 8,64361$$

Calculo del error:

$$\% \Delta P = 100 * \left[ \frac{V}{V_o * m} * \Delta C + \frac{C}{V_o * m} * \Delta V + \frac{C * V}{V_o * m^2} * \Delta m + \frac{C * V}{V_o^2 * m} \right] * \Delta V_o \quad (A. 13)$$



Sustituyendo los valores correspondientes:

$$\% \Delta P = 100 * \left[ \frac{250mL}{10mL * 37,6mg} * 0,01mg + \frac{1,12mg}{10mL * 37,6mg} * 0,15mL + \frac{0,12mg * 250mL}{10mL * (37,6mg)^2} * 0,1mg + \frac{0,12mg * 250mL}{(10mL)^2 * 37,6mg} \right] * 0,01mL$$

$$\% \Delta P = 0,7362 \approx 0,7$$

Finalmente se tiene el contenido de fósforo de la muestra:

$$\%P = (8,4 \pm 0,7)$$

De igual manera se determina el porcentaje de fósforo para la segunda y tercera muestra de la galleta de pijiguao, obteniéndose:

$$\%P_2 = (8,8 \pm 0,8)$$

$$\%P_3 = (9,8 \pm 0,8)$$

Para obtener el resultado de la prueba de fósforo se calcula el promedio aritmético de los ensayos realizados considerando sus errores respectivos, el valor final reportado se expresa como un promedio aritmético:

$$\% \bar{P} = \frac{(8,4 + 8,8 + 9,8)}{3} \quad (A. 14)$$

$$\% \bar{P} = (9,6 \pm 0,8)$$

Cálculo del error:

$$\overline{\Delta \% P} = \frac{(0,7 + 0,8 + 0,8)}{3}$$

$$\overline{\Delta \% P} = 0,8$$

Finalmente, el porcentaje de fósforo para la galleta de pijiguao es:

$$\%P = (9,6 \pm 0,8)$$



De igual manera se realizaron los cálculos para el contenido de fósforo de la harina de pijiguao.

## **A.2 Cálculos de los costos asociados a la elaboración de una galleta de pijiguao.**

Los costos asociados a la producción de la galleta fueron obtenidos con ayuda de investigaciones anteriores (Ortíz y Wu, 2010; Rondón, 2009); conjuntamente con cotizaciones del resto de la materia prima utilizada en la fabricación de galletas de yuca (Tabla 4.5) se calculó el costo de realización de 1 galleta utilizando la harina de yuca y la harina obtenida de la pulpa del Pijiguao (*Bactris Gasipaes* HBK) para su posterior comparación.

### **A.2.1 Cálculo de la cantidad de galletas que pueden ser elaboradas por cada 8 kg de materia prima.**

Luego de determinar las pérdidas de materia prima durante el proceso de elaboración de la harina, se determinó el número de galletas que pueden realizarse con la misma, sabiendo que es necesario 0,6 kg de harina húmeda por galleta.

$$N_{galletas} = \frac{(8 \text{ kg} - 4,10 \text{ kg})}{0,6 \text{ kg}} = 6,5 \text{ galletas}$$

### **A.2.2 Cálculo del costo de materia prima por cada galleta de pijiguao.**

Se determinó tomando en cuenta el costo de 8 Bs/kg de pijiguao.

$$Bs/galleta = \frac{(8 \text{ kg} * \frac{8Bs}{kg})}{6,5 \text{ galletas}} = 9,8 \text{ Bs/galleta}$$

## **A.3 Elaboración de la prueba de degustación con ambos casabes realizados mediante test de aceptabilidad.**



Para la prueba de preferencia se sumaron los valores fijados por los consumidores en un rango de (1 – 3), para cada muestra y se compararon las diferencias de estos valores entre las tres muestras presentadas.

Estas diferencias (Tabla 4.6), fueron comparadas con el valor mostrado en el Apéndice E, el cual se obtiene entrando en la tabla con el número total de consumidores muestreados y el número de muestras presentadas

Análisis de la escala hedónica estructurada de cinco puntos. Para este análisis se asignó puntajes numéricos del 1 al 5 a las opciones presentadas a los consumidores, donde 1 representa "no me gusta" y 5 representa "me gusta mucho".

**Tabla A.1 Puntajes asignados a las opciones escogidas por cada consumidor.**

<b>Consumidor</b>	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>
<b>1</b>	5	4	5
<b>2</b>	4	5	4
<b>3</b>	5	2	5
<b>4</b>	4	4	4
<b>5</b>	5	5	5
<b>6</b>	3	3	4
<b>7</b>	5	4	5
<b>8</b>	2	5	4
<b>9</b>	5	4	4
<b>10</b>	4	3	5
<b>11</b>	2	4	4
<b>12</b>	5	5	5
<b>13</b>	4	1	4
<b>14</b>	2	1	5
<b>15</b>	5	5	4



---

<b>16</b>	4	4	5
<b>17</b>	5	5	3
<b>18</b>	4	4	3
<b>19</b>	5	5	5
<b>20</b>	5	4	2
<b>21</b>	3	4	5
<b>22</b>	4	5	2
<b>23</b>	4	3	5
<b>24</b>	5	4	1
<b>25</b>	1	2	5
<b>26</b>	4	5	5
<b>27</b>	1	1	5
<b>28</b>	4	4	5
<b>29</b>	1	2	5
<b>30</b>	4	4	5

Los puntajes numéricos para cada muestra, se tabularon y analizaron utilizando análisis de varianza (ANOVA), Este análisis se elaboró con la ayuda del programa IBMStatistics19, el cual arrojó los resultados mostrados en la Tabla 4.7

**APÉNDICE B**

En la presente sección, se tienen las tablas de resultados.

**Tabla B.1 Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de humedad en las harinas de yuca y pijiguao.**

<b>Muestra</b>	<b>Corrida</b>	<b>Masa de la Cápsula con la muestra antes de desecarla (<math>m_i \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Masa de la capsula con muestra después de desecarla (<math>m_f \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Masa de muestra (<math>m \pm 0,0001</math>)g</b>
Harina de pijiguao	1	79,3992	76,7123	5,0011
	2	81,4775	79,2323	5,0023
	3	81,2580	79,0009	4,9980
Harina de yuca	1	79,8171	77,0861	4,9945
	2	74,9732	72,5947	5,0028
	3	85,2166	82,4552	4,8000

**Tabla B.2 Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de humedad en las galletas de yuca y pijiguao.**

<b>Muestra</b>	<b>Corrida</b>	<b>Masa de la Cápsula con la muestra antes de desecarla (<math>m_i \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Masa de la cápsula con muestra después de desecarla (<math>m_f \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Masa de muestra (<math>m \pm 0,0001</math>)g</b>
Galleta pijiguao	1	80,5968	80,2603	5,0002
	2	81,2161	80,8838	5,0004
	3	81,4737	81,1305	4,9998
Galleta yuca	1	81,4729	81,2509	5,0003
	2	81,2978	81,0302	5,0005
	3	81,9794	81,4829	5,0001

**Tabla B.3 Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de cenizas en las harinas de yuca y pijiguao.**

<b>Muestra</b>	<b>Corrida</b>	<b>Masa de la Cápsula vacía (<math>m_{cv} \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Masa de la cápsula con las cenizas (<math>m_{cc} \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Masa de muestra (<math>C_1 \pm 0,0001</math>)g</b>
Harina de pijiguao	1	18,2866	18,3213	2,6702
	2	19,4834	21,6004	2,5591
	3	20,9643	23,9209	3,0219
Harina de yuca	1	19,9079	19,9488	3,0210
	2	18,4317	18,4748	3,0451
	3	20,9617	21,0080	3,0829

**Tabla B.4 Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de cenizas en las galletas de yuca y pijiguao.**

<b>Muestra</b>	<b>Corrida</b>	<b>Masa de la Cápsula vacía (<math>m_{cv} \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Masa de la cápsula con las cenizas (<math>m_{cc} \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Masa de muestra (<math>C_1 \pm 0,0001</math>)g</b>
Galleta pijiguao	1	18,2866	18,3213	2,6700
	2	19,4834	19,5154	2,5610
	3	20,9643	21,0006	3,0198
Galleta yuca	1	18,4128	18,4486	3,0218
	2	18,3849	18,4221	3,9952
	3	15,1262	15,1604	3,0047

**Tabla B.5 Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de extracto etéreo en las harinas de yuca y pijiguao.**

<b>Muestra</b>	<b>Corrida</b>	<b>Masa del balón antes de la extracción (<math>m_i \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Masa del balón después de la extracción (<math>m_f \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Masa de muestra (<math>G_o \pm 0,0001</math>)g</b>
Harina de pijiguao	1	94,3120	94,6123	5,0004
	2	104,3469	104,6372	5,0001
	3	102,4239	102,6943	4,9997
Harina de yuca	1	94,5630	94,6123	5,0002
	2	106,5469	106,6274	4,9990
	3	142,5239	142,5901	5,0003

**Tabla B.6 Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de extracto etéreo en las galletas de yuca y pijiguao.**

<b>Muestra</b>	<b>Corrida</b>	<b>Masa del balón antes de la extracción (<math>m_i \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Masa del balón después de la extracción (<math>m_f \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Masa de muestra (<math>G_o \pm 0,0001</math>)g</b>
Galleta de pijiguao	1	119,8998	120,7753	4,9996
	2	113,0350	113,8956	5,0002
	3	120,4214	121,2913	5,0002
Galleta de yuca	1	111,4224	111,6844	5,0005
	2	106,4397	106,7814	4,9999
	3	136,3120	136,6228	5,0007

**Tabla B.7 Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de extracto de fibra cruda en las harinas de yuca y pijiguao.**

<b>Muestra</b>	<b>Corrida</b>	<b>Masa del crisol contenido de fibra seca (<math>m_{fs} \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Masa del crisol conteniendo fibra seca incinerada (<math>m_{fs1} \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Masa muestra desgrasada y seca (<math>m_{ds} \pm 0,0001</math>)g</b>
Harina de pijiguao	1	19,1538	18,5909	3,8163
	2	19,5642	20,0385	3,6119
	3	18,4930	19,9068	3,8922
Harina de yuca	1	14,1824	14,1496	2,0813
	2	10,3952	10,3549	2,0043
	3	11,5872	11,5387	2,0672

**Tabla B.8 Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de fibra cruda en las galletas de yuca y pijiguao.**

<b>Muestra</b>	<b>Corrida</b>	<b>Masa del crisol contenido de fibra seca (<math>m_{fs} \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Masa del crisol conteniendo fibra seca incinerada (<math>m_{fs1} \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Masa muestra desgrasada y seca (<math>m_{ds} \pm 0,0001</math>)g</b>
Galleta de pijiguao	1	19,3019	19,2842	3,5009
	2	19,3020	19,2731	3,5199
	3	19,4120	19,3832	3,5465
Galleta de yuca	1	19,3157	19,2831	3,6166
	2	19,3046	19,2742	3,5423
	3	19,3019	19,2742	3,5100

**Tabla B.9 Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de proteína en la harina y galleta de pijiguao elaborada.**

<b>Muestra</b>	<b>Corrida</b>	<b>Volumen gastado en la titulación (V ± 0,5) mL</b>	<b>Masa muestra (m ± 0,0001)g</b>
Harina de pijiguao	1	6,5	1,0040
	2	6,5	1,0314
	3	6,5	1,0064
Galleta de pijiguao	1	4,9	1,0270
	2	5,4	1,0466
	3	5,7	1,0614

**Tabla B.10 Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de fósforo en la harina y galleta de pijiguao elaborada.**

<b>Muestra</b>	<b>Corrida</b>	<b>Volumen total de solución (V ± 0,5) mL</b>	<b>Volumen de alícuota tomada (A ± 0,5) mL</b>	<b>Masa de muestra (m ± 0,0001)g</b>
Harina de pijiguao	1	250,0	10,0	0,0376
	2	250,0	10,0	0,0361
	3	250,0	10,0	0,0350
Galleta de pijiguao	1	250,0	10,0	0,0313
	2	250,0	10,0	0,0322
	3	250,0	10,0	0,0320

**Tabla B.11 Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de calcio en la harina de yuca y pijiguao.**

<b>Muestra</b>	<b>Corrida</b>	<b>Volumen gastado en la titulación (V ± 0,5) mL</b>	<b>Masa muestra (m ± 0,0001)g</b>
Harina de yuca	1	4,0	2,5755
	2	4,1	2,5271
	3	3,8	2,9856
Harina de pijiguao	1	3,8	2,9860
	2	3,9	2,9580
	3	3,5	2,9705

Concentración de la solución de  $\text{KMnO}_4 = 0,06 \text{ eq/L}$

Volumen de solución de cenizas = 250 mL

Volumen de la alícuota de cenizas= 100 mL

**Tabla B.12 Variables obtenidas en la determinación del porcentaje de calcio en la galleta de yuca y pijiguao elaborada.**

<b>Muestra</b>	<b>Corrida</b>	<b>Volumen gastado en la titulación (V ± 0,5) mL</b>	<b>Masa muestra (m ± 0,0001)g</b>
Galleta de yuca	1	4,0	2,5755
	2	4,1	2,5271
	3	3,8	2,9856
Galleta de pijiguao	1	3,8	2,9860
	2	3,9	2,9580
	3	3,5	2,9705

Concentración de la solución de  $\text{KMnO}_4 = 0,06 \text{ eq/L}$

Volumen de solución de cenizas = 250 mL

Volumen de la alícuota de cenizas= 100 mL

**APÉNDICE C**

En la siguiente sección se muestra los valores utilizados para la curva patrón para la determinación de fósforo.

**Tabla C.1 Datos de la curva patrón de fósforo.**

<b>Muestra patrón</b>	<b>Volumen de solución de trabajo (Vst ± 0,05)mL</b>	<b>% Transmitancia (%T ± 0,5)</b>	<b>Absorbancia (Abs ± 0,005)</b>	<b>Concentración de fósforo/100mL (Cf ± 0,01)mg</b>
1	1,00	87,0	0,060	0,05
2	2,00	75,0	0,120	0,10
3	3,00	65,0	0,190	0,15
4	4,00	57,0	0,240	0,20
5	5,00	51,0	0,310	0,25

**APÉNDICE D**

En la siguiente sección se muestra el formato de la boleta de evaluación utilizada para el test de preferencia y aceptabilidad.

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:**

- En esta jornada, Ud. recibirá tres muestras de galleta. Por favor pruebe las muestras y utilizando la siguiente escala, asigne un orden de preferencia a cada galleta.

<b>Puntaje</b>	<b>Descripción</b>
1	Me gusta muchísimo
2	Me gusta mucho
3	Me gusta poco

<b>Muestra</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Puntaje</b>			

- En el caso de la muestra B, seleccione con una X una escala de la siguiente tabla que describa su agrado o no hacia la muestra en cuanto a color, sabor y textura.

<b>Descripción</b>	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>
<b>Me gusta mucho</b>			
<b>Me gusta</b>			
<b>Me es indiferente</b>			
<b>Me gusta poco</b>			
<b>No me gusta</b>			



## APÉNDICE E

En esta sección se muestran las tablas de diferencias críticas absolutas de la suma de rangos para las comparaciones de los resultados en el test de preferencia para un nivel de significancia de 5% y 1%.



---

## REFERENCIAS

1. Alvarado Tay-Lee (2009). Obtención de harina de yuca para el desarrollo de productos dulces destinados para la alimentación de celíacos. Escuela superior politécnica del litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la producción. Tesis de grado. Guayaquil- Ecuador.
2. Análisis de alimentos. Laboratorio de alimentos I. Licenciatura en Química de Alimentos de la Facultad de Química, de la UNAM. Disponible en: [http://dspace.universia.net/bitstream/2024/1067/1/ManualdeFundamentosyTécnicasdeAnálisisdeAlimentos\\_6501.pdf](http://dspace.universia.net/bitstream/2024/1067/1/ManualdeFundamentosyTécnicasdeAnálisisdeAlimentos_6501.pdf).
3. Argote D. y Navarro J. (2010). Desarrollo de un alimento balanceado para aves a partir de dos variedades de la pulpa del pijigüao (*bactris gassipaes HBK*). Trabajo especial de grado. Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.
4. Arkcoll, D y Aguiar, J. (1984). Peach Palm (*Bactris gasipaes HBK*) a new source of vegetative oil from the wets tropics. J. Sci. Food. Agric. 35: 520-526
5. Astorga, C. (1991). Caracterización de dos poblaciones de pejibaye (*bactris gasipaes HBK*) procedentes de Costa Rica y Panamá. IV Congreso Internacional sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijigüao. Perú. p. 73-90.
6. Belén, D., Álvarez, F. y Alemán, R. (2001). Caracterización fisicoquímica de una harina obtenida del mesocarpio del fruto de la palma coroba (*Jessenia polycarpa Karst*). Laboratorio de Biomoléculas. Universidad Simón Rodríguez, Canoabo, estado Carabobo, Venezuela. Universidad de Oriente, Escuela de Ingeniería Química, Puerto la Cruz, Estado Anzoátegui.



7. Bermúdez, D. y Monteagudo, E. (2007). Evaluación de la toxicidad aguda de extractos de plantas medicinales por un método alternativo. REDVET revista electrónica veterinaria 1695-7504 Volumen VIII Número 3. Cuba.
8. Betancourt, E. (2000). Pijguao *BRACTRIS GASIPAES HBK*. Publicado por la estación FONAIAP. Puerto Ayacucho-Edo. Amazonas.
9. Borges, M., Pereira, J. y Pereira, E. (2009). Caracterização da farinha de banana verde. Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Tecnologia Centec Cariri. Brasil. Departamento de Ciências dos Alimentos.
10. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1979. Alimentos para Animales. "Determinación de Fibra Cruda". N° 1194-79.
11. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1979. Alimentos para Animales. "Determinación de la humedad". N° 1156-79.
12. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1982. Alimentos. "Determinación de Calcio". Método de Referencia. (1ra Revisión). N° 1158-82.
13. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1983. Alimentos. "Determinación de Fósforo". (1ra Revisión). N° 1178-83.
14. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1996. Alimentos. "Determinación de la Grasa Cruda". N° 1162 – 1979.
15. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 2.001. Aceites y Grasas Vegetales. "Determinación de Cenizas". (3ra Revisión) N° 328:2001.



16. Comisión Venezolana de Normas Industriales. (1979). Norma Venezolana COVENIN: 1156. Alimentos para animales: Determinación de humedad. Ministerio de Fomento. Caracas-Venezuela.
17. Córdova, M. y Monsalve, C. (2005). Tipos de investigación: predictiva, proyectiva, interactiva, confirmatoria y evaluativa. Disponible en: <http://www.pdfqueen.com/pdf/de/definicion-de-investigacion-proyectiva/>
18. Dergal, S. (2006). Química de los alimentos. (4<sup>a</sup> edición). Editorial PEARSON EDUCACIÓN. México.
19. Dueñas, J. Fiscal, A. (2009). Fibra cruda. Guía práctica de extracto etéreo. México.
20. Fundación Bengoa, (2011). Nutrición y alimentación saludable. Disponible en: <http://www.fundacionbengoa.org>. Revisado: 01 de octubre de 2011.
21. Garbatti, T. (2007). Análisis técnico-económico sobre elaboración del casabe. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Caracas Venezuela.
22. González, G., Toro, S. (2010). Evaluación de las propiedades del aceite de la pulpa del fruto de pijiguo (*bactris gasipaes HBK*) para su aplicación en la industria cosmética. Trabajo especial de grado. Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.
23. Ingeniería de los alimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo (2002)



24. Instituto Nacional de Nutrición (INN), (2008). Disponible en: <http://www.inn.gob.ve> Revisado el 29 de septiembre de 2011.
25. Instituto Tecnológico de Costa Rica (1977). Pejibaye: recetas, valor nutritivo, conservación e industrialización. Cartago: Procomer.
26. Ministerio de Comunicación Tecnología e Industria (MCTI). Prensa Fundacite Amazonas Disponible en: <http://www.mcti.gob.ve/Noticias/5360>. Publicado el 02/08/2010. Consultado: 02 de octubre de 2011 9:24am
27. Montilla, J. y Infante, J. (1998). Posibilidades de la utilización del fruto de pijiguo (arecaceae: *bactris gasipaes HBK*) en la alimentación de monogástricos. Sistema de Información Agrícola Nacional. Venezuela.
28. Mora, U. Clement, C. y Patiño, V. (1.993). Diversidad genética en pejibaye I: Razas y poblaciones híbridas. En IV Congreso Internacional Sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo. Iquitos, Perú. Editorial de la Universidad de Costa Rica.
29. Olvera, M. y Martínez, C. (1993). Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos. FAO. México D. F.
30. Palacio, Valdivia, B. (2008) Investigadora Nacional Programa de Granos Básicos Sorgo. (INTA) Instituto Nicaragüense de tecnología Agropecuaria. Managua-Nicaragua.
31. Pizzani, P. y Blanco, M. (2008). Composición fitoquímica y nutricional de harina de pijiguo (*bactris gassipaes H.B.K*). Universidad Rómulo Gallegos, Área Agronomía San Juan de Los Morros Guárico - Venezuela. Instituto



Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Laboratorio de Nutrición Animal Aragua - Venezuela.

32. Pochon, D. y Koslowski, H. (2010). Efectos de la sustitución parcial de maíz por harina integral de mandioca sobre variables productivas de cerdos en Crecimiento. Cátedra de Nutrición y Alimentación Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Argentina.
33. Rondón, J. (2009). Evaluación del proceso de extracción del aceite de la pulpa del fruto de la palma del pijiguo (*bactris gasipaes HBK*). Trabajo especial de grado no publicado, Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química, Venezuela.
34. Sierra, I. y Morante, S. (2007). Ciencias Experimentales y Tecnología. Experimentación en Química Analítica. Universidad Rey Juan Carlos. Editorial Dykinson. Madrid - España.
35. Vargas R., A. Badillo; A. Leon; C. Michelangelli; A. Escobar; V. de Basilio; A. Díaz; J. Campos; L. Angulo; R. Parra; J.J. Montilla. (1990). Alternativas tropicales para la producción de alimentos concentrados para aves y cerdos. Seminario Científico Internacional.
36. Watts, B. y Ylimaki, G. (1992). Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Departamento de Alimentos y Nutrición. Facultad de Ecología Humana. Universidad de Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canadá.