

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA.
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

Maestría en ciencia y tecnología de los Alimentos



Preparación y caracterización de la harina de la nuez de la fruta de pan
(*Artocarpus heterophyllus*)

Por:

Inga. Katy Elizabeth López Calvillo

Guatemala
2007.

**Preparación y caracterización de la harina de la nuez de la fruta de pan
(*Artocarpus heterophyllus*).**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

**Preparación y caracterización de la harina de la nuez de la fruta de pan
(*Artocarpus heterophyllus*).**

**Trabajo de investigación presentado para optar al grado académico de
Master en Ciencia y Tecnología de los alimentos.**

**Guatemala
2007.**

Vo. Bo.

(f). _____
Dr. Ricardo Bressani.
Asesor.

Tribunal:

(f). _____
Licda. Patricia Palomo.

(f). _____
Licda. Ana Silvia Colmenares

(f). _____
Dr. Ricardo Bressaní.

Fecha de aprobación: marzo de 2007

PREFACIO

Periódicamente, todos los investigadores de alimentos, tenemos la oportunidad de obtener información acerca de los descubrimientos realizados desde la antigüedad en las diversas áreas de la tecnología alimentaria, así como de los avances de la ciencia y de las posibles implicaciones benéficas que pueden tener en el desarrollo corporal, al descubrir alimentos de alta eficiencia proteínica para el consumo humano. Continuamente nos planteamos la pregunta, que otras fuentes alimenticias, existen en nuestro medio, que no han sido estudiadas, ni evaluadas para proponerlas para el consumo humano; de tal cuenta, hace algún tiempo, me plantié la necesidad de buscar nuevas fuentes nutritivas, especialmente de fuentes proteicas, a través de la utilización experimental de materiales de origen vegetal, tales como, la nuez de la fruta de pan; con el propósito de obtener información acerca de su contenido nutritivo y sobre la digestibilidad de los nutrientes constituyentes, para incorporarlos en la alimentación humana, para darle uso y aprovechamiento a este insumo alimenticio, el cual en la actualidad, es consumido por muy pocas personas en la costa Sur de Guatemala lugar donde se produce y donde se cultivó la fruta utilizada para esta investigación a la que se le extrajo la nuez ya que no es muy consumida, como es el pericarpio de esta fruta de pan. Con las nueces extraídas se obtuvo la materia prima requerida para el desarrollo de esta investigación.

Sin embargo, antes de incorporar o de proponer un nuevo ingrediente alternativo para cualquier producto terminado de consumo humano, fue necesario evaluar su consumo y la utilización digestiva de la nuez de la fruta de pan, a través de un estudio biológico en el Bioterio del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, dirigido y asesorado por el Doctor Ricardo Bressani, a quienes agradezco su aporte, para la redacción de esta investigación, cuyo objetivo fué someter la nuez de la fruta de pan a cinco diferentes tratamientos térmicos (cruda, cocida a tres tiempos diferentes (30, 60 y 90 minutos), cocida/tostada, tostada, y frita); tratamientos de los cuales se prepararon harinas como un ingrediente alimenticio alternativo que pueda servir para combinar con otros alimentos.

Las harinas elaboradas, además de analizar su funcionalidad física, química y biológica se evaluó bacteriológicamente para garantizar que el producto cumple los límites permisibles de recuentos totales de bacterias aeróbicas, así como *E. Coli*, *Pseudomona aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp.*

Lo anterior constituye la investigación de la nuez de la fruta cosechada del árbol de pan tan importante por la utilidad y beneficios que brinda en la actualidad; en este documento se expone algunos avances acerca del conocimiento de la nuez de la fruta de pan, sobre su aprovechamiento debido a sus condiciones fisicoquímicas y nutritivas. Se espera con esta publicación contribuir al rescate de este recurso natural, actualmente subutilizado.

ÍNDICE

Contenido	Página
PREFACIO	V
ÍNDICE	Vii
LISTA DE CUADROS	iX
LISTA DE GRAFICOS	X
RESUMEN	Xi
1. Introducción	01
2. Antecedentes	02
3. Justificación	15
4. Objetivos	16
5. Hipótesis	17
6. Materiales y Métodos	18
7. Diseño Experimental	28
8. Resultados y discusión	30
8.1. Caracterización física y química de la nuez de la fruta de pan.....	30
8.2. Caracterización fisicoquímica de la harina de la nuez de la fruta de pan...	33
8.3. Caracterización bromatológica de la harina de la nuez de la fruta de pan...	36
8.4. Comparación de la composición proteínica de las harinas más comestibles.	37
8.5. Resultados bacteriológicos de las harinas.....	38
8.6. Resultados del estudio biológico de las harinas.....	38
8.7. Determinación de ácido Cianhídrico y Glucósidos cianogénicos.....	40
8.8. Determinación de Látex en nueces.....	41
8.9. Resultados del estudio biológico No. 1	42
8.10. Resultados del estudio biológico No. 2	43
9. Conclusiones	45
10. Recomendaciones	47
11. Bibliografía	48

12. Anexos	49
12.1. Resumen gráfico de la composición química de la harina de pan.....	49
12.2. Base de datos del aumento de peso y digestibilidad de estudio biológico	50
12.3. Análisis de costos	51
12.4. Especificaciones Cogunor 34 085 para la harina.....	52

LISTA DE CUADROS

No Tabla	Contenido	Página
1.	Características anatómica de la nuez de la fruta de pan.....	30
2.	Porcentaje de cáscara externa e interna	31
3.	Composición química de la nuez cruda	32
4.	Composición química de la cáscara de la nuez cocida.....	32
5.	Diseño experimental y rendimientos	33
6.	Granulometría de los tres tratamientos	34
7.	Resultado fisicoquímico de la harina de la nuez de la fruta de pan.....	35
8.	Resumen de la composición química: análisis proximal.....	36
9.	Comparación de composición química de varias harinas.....	37
10.	Recuento microbiológico de la harina de la fruta de pan (tres tratamientos)	38
11.	Porcentaje de proteínas de la harina de la fruta de pan	39
12.	Dietas y proteínas de los dos estudios biológicos realizados.....	40
13.	Determinación de ácido cianhídrico y glucósidos cianogénicos.....	41
14.	Determinación de la presencia de látex en la nuez.....	42
15.	Resultados del primer estudio biológico.....	43
16.	Resultados del segundo estudio biológico.....	43
17.	Digestibilidad aparente.....	50
18.	Aumento de peso, estudio biológico No. 1.....	50
19.	Relación de eficiencia proteica, estudio No. 1.....	50
20.	Aumento de peso, estudio biológico No. 2.....	50
21.	Relación de eficiencia proteica, estudio No. 2.....	50
22.	Análisis de costos, de la producción de harina de la nuez de la fruta de pan..	51
23.	Requisitos de la harina según NGO 34 085.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

No. Gráfica	Contenido	Página
1.	Grafico No.1: Composición Química de la harina de la fruta de pan resumen de los cinco tratamientos 5 tratamientos.....	49

LISTA DE FIGURAS

No de figura	Contenido	Página
Fig No.1.	Porcentaje de las partes de la fruta de pan.....	31
Fig No 2.	Partes de la nuez de la fruta de pan	31
Fig No 3.	Ilustración de la nuez pelada.....	31
Fig. No 4.	Ilustración de la cáscara	31.

RESUMEN

Por la importancia que el árbol de pan tiene a nivel mundial, como alimento y como fuente medicinal por su alto contenido de fibra; en esta investigación se realizó la caracterización bromatológica, biológica y bacteriológica de las nueces de la fruta de pan; teniendo como resultados valores que argumentan el valor potencial que esta nuez posee y que pueden utilizarse como complemento de otros productos alimenticios, contribuyendo a que estos sean altamente nutritivos.

La investigación consistió en extraer las nueces de la fruta de pan, y someterlas a diferentes tratamientos térmicos para luego ser sometidos a molienda y deshidratación con el objeto de obtener una harina de la fruta de pan. Los tratamientos térmicos a los que se le sometió son: nuez cocida o hervida durante 30, 60 y 90 min., cocida y luego tostada, otra muestra solo tostada, y un nuevo tratamiento con la nuez frita y finalmente una muestra sin tratamiento térmico (Cruda), dichos tratamientos térmicos, influyeron levemente en el contenido proteínico de la nuez. Obteniéndose resultados desde 10.62 % hasta 12.24 % de proteína, siendo la de menor porcentaje la harina de la nuez de la fruta de pan frita a 125°C/ 5 minutos, y la de mayor contenido proteico la harina de la nuez de la fruta de pan cocida por 30 y 60 minutos a 100 °C a 15 lbs de presión.

Como inicio de la caracterización se realizó el estudio de las harinas haciendo la determinación bromatológica de cada harina preparada, presentando resultados de alto valor nutritivo para la gama alimenticia, ya que muchas harinas preparadas y consumidas en la actualidad, no constituyen el valor nutritivo que esta nuez es capaz de proveer a su consumidor.

1. La nuez de la fruta de pan fresca (resultados de la fruta) posee 21.5% de carbohidratos, 4.96% de proteína, y 9.10 % de grasa; la humedad de esta nuez fue reducida desde 63.25% de agua como nuez fresca, hasta 3.53% de humedad como la harina.
2. El porcentaje promedio de proteína de la harina de la nuez de la fruta de pan preparada por los diferentes tratamientos térmicos es de 11.60%, dicho valor supera los valores de la harina de arroz, harina de trigo, centeno, y maíz nixtamalizado. Además posee 73.85% de carbohidratos, 3.66% de fibra, 3.64 % de cenizas, 3.50% de grasa.

Los resultados de este producto de alto valor nutritivo dan credibilidad al mismo para ser procesado e introducido en la alimentación humana.

Se continuó el estudio de las harinas preparadas con la nuez de la fruta de pan sometiéndolas a dos estudios biológicos en el que participaron 8 ratas whistar recién nacidas, para cada uno de los tratamientos térmicos evaluados, (cocida por 30 60 y 90 minutos, cocida / tostada) y otra sin tratamiento (cruda). Las ratas mantuvieron durante los 15 días de observación, una dosificación de 100 gr diarios de comida.

1. Al finalizar las investigaciones biológicas se concluyó que la dieta preparada con la harina de la nuez de la fruta de pan cruda, no es apta para consumo humano por haber presentado mortalidad total de las ratas en observación en los dos estudios realizados.
2. Las dietas preparadas con harinas de la nuez cocida a 30, 60 y 90 minutos; presentaron índices de aceptabilidad en el consumo y aumento de peso por rata. Los incrementos de peso fueron:
 - a. Nuez cocida por 60 minutos =41.5 g;
 - b. Nuez cocinada por 30 minutos= 36.75 g,
 - c. y en la nuez cocinada por 90 minutos= 33.63g;

Siendo la harina de la nuez cocida durante sesenta minutos, la mejor.

Para concluir el estudio de las harinas se realizaron evaluaciones microbiológicas de hongos y levaduras, salmonella, Escherichia Coli, presentándose ausencia en las evaluaciones excepto de hongos y levaduras en rangos no permisibles, debido al mal manejo del producto durante la recolección y almacenamiento de la nuez, así mismo se determino la cantidad de glucósidos cianogénicos y ácido cianhídrico presente en la nuez, para garantizar que el insumo proteico evaluado, constituye un aporte proteínico en alimentos y que no causará daños al consumidor, teniéndose como resultado menor índice de presencia de ácido cianhídrico y glucósidos cianogénicos en la harina cocida por 90 minutos y en la harina con doble tratamiento (cocida y tostada); seguida de las cocinadas por 30 y 60 minutos.

La determinación de presencia de látex, en la nuez de la fruta de pan, es el factor importante que indica la causa primordial de la mortalidad de las ratas en la dieta preparada con la harina de nuez cruda, seguido de un sin fin de factores mínimos que en cierta forma alteraron su sistema digestivo, tales como la presencia de glucósidos cianogénicos y ácido cianhídrico, además del mal manejo y almacenamiento de las nueces, permitió que la presencia de hongos y levaduras tuviera crecimiento en cantidades no permisibles para el consumo humano.

Por su alto valor nutritivo se aconseja el consumo de la harina de la nuez de la fruta de pan cocida por 30 y 60 minutos, a la cual se le recomienda para su seguridad alimentaria, someterla a un tratamiento previo de eliminación de látex.

Finalmente se motiva para que profundice esta investigación y se evalúe la caracterización de la nuez de la fruta de pan, la cual al ser sometida a un tratamiento térmico, no menor de 80°C y durante 30 minutos, es una fuente importante de proteínas inocuas, que pueden ser utilizadas como un producto alternativo para ser combinado con otros alimentos de bajo contenido proteico, además se induce a que en futuras investigaciones se desarrolle nuevos productos en los que se pueda combinarse esta harina de la nuez de la fruta de pan evaluándola biológicamente para garantizar que es apta para el consumo humano.

I. INTRODUCCIÓN

Debido a la situación socioeconómica por la que atraviesa el país, surge la necesidad de evaluar nuevas fuentes alimenticias para satisfacer las necesidades de la población y promover de esta manera productos

La presente investigación se realizó con el objetivo de preparar y caracterizar física, química y biológicamente la harina preparada de la semilla de la fruta de pan (*Artocarpus Heterophyllus*), sometida a cinco tratamientos: cruda, cocida, cocida y tostada, solo tostada y finalmente frita; ya que constituye una fuente importante de nutrientes para el consumo humano.

La semilla de la fruta de pan es un producto no explorado a profundidad ni explotado en el medio nacional; ya que en los lugares donde se produce (área Suroccidental de Guatemala) se pierde y no es aprovechada. Esta semilla constituye un alto contenido de carbohidratos, y buena fuente de vitamina B; y moderadamente contenido de vitamina A y C, como también proteínas.

Este estudio se realizó con el propósito de obtener una harina como producto intermedio, que permite la elaboración de una gran variedad de productos alimenticios altamente nutritivos, por lo que la investigación consistió en caracterizar las harinas producidas de la semilla de la fruta de pan, las cuales se sometieron a análisis químico comparativo en los siguientes tratamientos: cruda, cocida, cocida y tostada y frita, para los dos lotes de cosecha recolectados en abril y mayo, y posteriormente a una tercera preparación de harinas con una nueva cosecha en agosto. Con dicha evaluación se logró verificar su comportamiento y contenido nutritivo, así como su digestibilidad y su eficiencia proteínica por medio de estudios biológicos con ratas. Dichos estudios fueron de importancia para promover el aprovechamiento productivo de los árboles frutales de pan que se cultivan en nuestro país, a partir de someter las nueces a tratamientos adecuados, que garanticen la inocuidad del producto para su consumo humano; tratamientos y recomendaciones que planteamos a continuación.

Debido a la situación socioeconómica por la que atraviesa el país surge la necesidad de evaluar nuevas fuentes alimenticias para satisfacer las necesidades de la población y promover de esta manera productos innovadores y portadores de nutrientes.

El reciente interés derivado del uso y cultivo de las nueces del árbol del fruto de pan obliga a tener un cuidado especial en su uso y conocer hasta qué punto pueden resultar peligrosas o mortales al consumidor. El siguiente apartado tiene por objeto el enfatizar sobre este tema.

II. ANTECEDENTES

A. Consumo de la fruta de pan en el mundo

Las nueces de la fruta del pan, normalmente son preparadas de la misma manera que las rajadas de papa fritas, son un bocadillo popular en la India y en ciertas partes del Caribe. A veces se hace un postre y unas conservas a partir de las agrupaciones florales masculinas.

En Micronesia y las Islas Marquesas en el Pacífico, en donde la nuez de la fruta de pan es una fuente alimenticia primaria, la consumen convirtiéndola en una pasta la que fermenta hasta obtener una sustancia similar al queso, la cual se puede almacenar por tiempo indefinido. En la Polinesia se le come junto con agua de coco, agua de mar y jugo de limón.

A pesar de que la fruta de pan no se conserva por mucho tiempo en su estado fresco, se puede salcochar y congelar con poca pérdida o deterioración de su calidad nutritiva y de su sabor. Las técnicas de procesamiento industriales, específicamente los métodos de deshidratación, podrían realzar su potencial como un valioso producto agrícola.

En los otros países del sur las cuecen o asan, y se emplean de igual forma que las papas. Los árboles producen mucho durante la cosecha y el sobrante algunas veces suele suministrarse a los cerdos siempre y cuando esté cocida.

Los frutos están divididos en el centro y la pulpa y en algunos países como el sur occidente del África, y La India, donde esta fruta es utilizada, las cortan en rodajas de aproximadamente 2 mm. de espesor y las secan al sol antes de molerla. De esta forma se obtiene una harina de olor agradable, que es utilizada como un buen pienso energético para toda clase de ganado y no así para el consumo humano.

Investigaciones realizadas en Barbados y en Brasil con la fruta de pan seca hecha en harina para sustituir el fruto del pan en parte para la harina del trigo se encontró que la combinación era más nutritiva que la harina del trigo exclusivamente. La harina del fruto del pan es más rica que la harina del trigo en la lisina y otros aminoácidos esenciales.

En Jamaica, la harina es hervida, endulzada, y comida en el desayuno; pero en Guatemala, no existe antecedentes del aprovechamiento absoluto de esta fruta, ya que los tiempos de su temporada (tres veces al año), pocas veces es consumida por algunas personas de la región del sur; como verdura de forma hervida, tostada o frita ya que tienen este recurso alimenticio al alcance de su mano, pero no se tiene información internacionalmente, sobre el consumo de las nueces de esta fruta, la cual es acreedora de un mayor porcentaje de nutrientes, más que la pulpa .

Dado a que las nueces de la fruta de pan son un producto altamente nutritivo, no explorado ni explotado, en el presente documento se presentan los resultados realizados en el estudio fisicoquímico y nutricional, realizado a la semillas de la fruta de pan, las cuales nos orientan a realizar propuestas y alternativas de nuevos productos, que puedan permitir al guatemalteco no sólo aprovechar los recursos alimenticios no explotados, sino también ampliar la gama de productos altamente nutricionales .

B. Revisión bibliográfica de la producción de harina

1. **Harinas:** Es el producto bien pulverizado, que resulta de la molienda de los granos de cereales y semillas deshidratadas, a los cuales se le ha desprovisto previamente de sus glumas y cutículas. La molienda se realiza a las partes del la nuez: la cutícula el endospermo y el germen que forman respectivamente el 15%, 83,5% y 1,5% del total de la semilla (<http://www.gemina.com.ni/arroz.htm>).

2. **Deshidratación:** El alimento seco o deshidratado es aquel que ha sido sometido a diversos tratamientos de eliminación de agua (exposición al sol, aplicación de calor, etc.)Se ha reducido su contenido de humedad por debajo del 50 por ciento con el objeto de conservarlo (Madrid J. 2001:576)

El secado de alimentos es uno de los métodos más comunes de conservación de alimentos. El principio del secado es el de disminuir la disponibilidad del agua para las reacciones enzimáticas y de crecimiento microbiano mediante la eliminación del agua libre de los producto alimenticios. Otro de los objetivos del proceso de secado es la reducción del volumen y peso global en la elaboración de alimentos útiles (Barbosa & Carnovas 2000:71).

3. **Conservación:** Se define como conservación de productos a los obtenidos a partir de alimentos perecederos de origen animal o vegetal contenidos en envases herméticos y tratados por esterilización en presencia de calor (Madrid J. 2001:576).

4. **Fabricación de la harina:** Descascarado. Se separan las partículas (cascarilla) y limpian la superficie del grano.

- a. **Limpieza:** Antes de someter la nuez a la molienda, debe ser privado de sus impurezas mediante.
- b. **Lavado:** Se realiza un lavado con agua para dejar sedimentado las impurezas pesadas, seguido de agitación y desecación con aire caliente hasta acondicionarlo a la humedad requerida para la molienda.
- c. **Desecado:** Las máquinas desecadoras, liberan el grano de su cutícula externa, operación que se hace con más fuerza cuando más integral se desea obtener la harina. También se separa aquí el embrión porque su tejido es rico en grasa, susceptible de enranciar la harina.
- d. **Trituración:** En la actualidad la molienda se realiza con rodillos superpuestos que giran en sentido contrario y son de superficie lisa o con ranuras, trabajan en serie, según diagramas de molienda, y se combinan con instalaciones neumáticas y tamices. Mientras mayor es la distancia entre los cilindros, menor es el grado de división de la harina y así el la nuez, por efecto de una trituración grosera, proporciona la sémola o harina gruesa y la semolina intermedia, que pondría utilizarse en combinación de la harina del trigo para fabricar fideos.

5. Conservación de la harina

Debe almacenarse en depósitos limpios, secos, y frescos, como por ejemplo de cemento aislado, debiendo revolverse a menudo para airearla y enfriarla porque el calentamiento espontáneo facilita la vida parasitaria y el enranciamiento (<http://webserver.pue.udlap.mx/~pwesche/4.0html#41>).

C. Bibliografía general de la fruta de pan

(Artocarpus Heterophyllus -Jakfruit)

1. El sinónimo: El integrifolius del artocarpus, el integrifolia del artocarpus, el integra del artocarpus.
2. El nombre común: El jackfruit, el nangka, la jaca, el jakfruit.
3. La familia: Las moráceas. Es un árbol de fruta tropical majestuoso, originalmente del Sureste Asia; crece abundantemente en Surinam, a una altura de 75 pies. Jackfruit es un de hoja perenne con las hojas oblongas coriáceas glaseadas. El varón y las flores hembras están en el mismo árbol pero separado. Nangka es el monoecious, mientras las frutas dependen de 3' largo y 20" extensamente.

4. **La fruta:** La fruta puede pesar a 60 libras, a veces más aun. La fruta de nangka es amarillenta y está compuesto de duro cono en las puntas. Hay varios cultivos de jackfruit. Todos parten de jackfruit contenga un látex blanco. El sabor está en alguna parte entre el plátano y manzana del pino; hay dos tipos generales.

5. **Semillas:** La fruta de pan contiene de 100 a 500 semillas ovales. El tiempo de viabilidad de estas semillas es corto.

6. Los usos medicinales de la semilla

Las semillas asadas se usan como un afrodisíaco. El extracto de la raíz se usa para el asma, fiebre y diarrea.

7. La propagación

Necesita de mucho sol, puede crecer en la tierra bien agotada rica. Necesita de mucha humedad y no tolera la sequedad. Los árboles maduros pueden resistir heladas.

Las semillas son óvulos maduros de los cuales, de darse las condiciones oportunas, nacerán nuevas plantas.

8. El embrión

Es la pequeña planta en estado embrionario. Cuando las condiciones son favorables (adecuada humedad, calor y oxígeno) se desarrolla dando lugar a una nueva planta. Contiene las partes siguientes:

La radícula es la parte del embrión que emerge primero. Una vez fuera se convierte en una auténtica raíz, produciendo pelos absorbentes y raíces secundarias.

- a. La plúmula es una yema, se encuentra a lado opuesto de la radícula
- b. El hipocotilo es el espacio entre la radícula y la plúmula. Se divide a su vez en el eje hipocotíleo, situado a continuación de la radícula y el eje epicotíleo, situado por encima de los cotiledones. Se convierte en un tallo.
- c. Cotiledones, que adquieren la función de primeras hojas o de reserva alimenticia, a veces ambas cosas a la vez.

De acuerdo al número de cotiledones, clasificamos las plantas en: monocotiledóneas (con un solo cotiledón) o dicotiledóneas (con dos cotiledones). En el primer grupo encontramos plantas tan importantes como los cereales, palmeras, lirios, tulipanes u orquídeas. Los miembros del segundo grupo son más numerosos y comprenden la mayoría de las angiospermas.

El endospermo o albumen es la reserva alimentaría contenida en la semilla. En las monocotiledóneas está constituido por almidón, conformando casi la totalidad de la semilla. A veces esta reserva se encuentra incluida en los cotiledones, como ocurre siempre en el caso de la dicotiledóneas.

Epispermo es la cubierta exterior. Está formada por la testa y, en el caso de las angiospermas, con una cubierta suplementaria por debajo de ésta, llamada tegmen. La testa a veces es delgada, como ocurre en las semillas protegidas por el endocarpio leñoso, pero a veces, cuando falta esta protección, la testa actúa de defensa contra el mundo exterior además de evitar la pérdida de agua de la semilla. Sobre esta superficie, podemos ver el micrópilo que es como un pequeño poro, a través del cual se había producido la entrada del tubo polínico en el óvulo y por donde se dirige la radícula en la germinación.

9. Las flores

Las plantas son monoecios, con el varón y las inflorescencias hembras en el mismo árbol. Las flores unisexuales son pequeñas y discretas, se agrupan en las inflorescencias carnosas. Las inflorescencias masculinas aparecen primero, y es amarillo. Las inflorescencias hembras son más densas o cabezas.

Es originario de Java, Indonesia, pero creciendo abundantemente también en Surinam. Se cree que fue traída a México y Centroamérica por los españoles

10. Las hojas

Las hojas del verde glaseadas grandes están profundamente cortadas en 5 a 11 lóbulos. Ellos tienen el pelo en la parte inferior.

11. La distribución y Hábitat:

El fruto del pan prefiere los climas isleños con una abundancia de lluvia y tierras no agotadas. Las plantas jóvenes nacen mejor en la sombra parcial.

12. Los Usos de la agro silvicultura de artocarpus (el fruto del pan)

El fruto del pan puede consumirse como una fruta cuando maduro o como una verdura cuando no este maduro. Tiene las semillas formadas irregulares.

13. Cultivo

Su madera es ligera y tiene algunas aplicaciones en la fabricación de embalajes. Su follaje puede servir como forraje para el ganado. Las flores y hojas tienen aplicaciones medicinales.

Los usos medicinales: en las Indias Orientales una decocción de las hojas se usa bajar la tensión arterial elevada y relevar el asma. Los retoños, ladrillo y látex también tienen las aplicaciones del medicinal.

14. Uso como comida para los Humanos

Las semillas pueden hervirse o pueden asarse y puede comerse con un poco la sal. El fruto del pan puede comerse crudo (maduro) o cocinado (cocido, frito, o cocido al vapor). Es una fuente importante de hidratos de carbono o almidón y es una grapa dietética en algunos lugares, sobre todo Polynesia. La pulpa interna húmeda de formularios del seedless (el fruto del pan) se come después de cocinar, y tiene el sabor y textura de patatas. Las semillas de las frutas también se cocinan (hervidas o asadas)

Su fruto, que puede o no tener semillas, es consumido después de ser tostado o guisado. Los frutos deben consumirse verdes, pues una vez maduros son insípidos. Se multiplica por semillas, pero es un árbol tropical que sólo se puede ver y raramente en Canarias.

Es también conocido como panapén en otros lugares y se consume como un vegetal cocido, ya sea hervido, frito u horneado.

15. Composición química

La harina del fruto del pan es muy más rica que la harina del trigo en la lisina y otros aminoácidos esenciales.

Su contenido de carbohidratos es alto y se le considera como una buena fuente de vitamina B y como una fuente moderadamente buena de vitamina A y C

El valor calórico y el contenido de proteína del panapén son de 75 a 80 cal por 100 g y de 1.5 por ciento, respectivamente. A pesar de que el panapén no se conserva por mucho tiempo en su estado fresco, se puede salcochar y congelar con poca pérdida o deterioración de su calidad nutritiva y de su sabor. Las técnicas de procesamiento industriales, específicamente los métodos de deshidratación, podrían realzar su potencial como un valioso producto agrícola

16. La toxicidad

La mayoría de las variedades de fruto del pan es purgante si se come crudo. Algunas variedades son dos veces hervido y el agua tirada, evitar los efectos desagradables, mientras hay unos cultivares nombrados que pueden comerse seguramente sin cocinar.

17. Otros Usos

- a. Las hojas: Las hojas del fruto del pan son comidas ávidamente en la India, por el ganado doméstico, caballos cerdos y cabras.
- b. Látex: Después de hervir con el aceite de coco, el látex sirve por calafatear los barcos y mezclado con la tierra coloreada, se usa como una pintura para los barcos. El látex del fruto del pan se ha usado en el pasado por los hawaillanos como la liga en las puntas de postes para atrapar a los pájaros.
- c. Madera: La madera es amarillenta o amarillo grisáceo con señales oscuras o manchas de la naranja; fuerte, elástico y resistente. Se usa para la construcción y mobiliario. En Samoa, es el material estándar para los casapostes y para el tejado fino redondeado de casas nativas. En Guam y Puerto Rico la madera se usa para las particiones del interior. Debido a su luminosidad, la madera está en la demanda para las tablas para surfear. La madera es estimada para hacer los artículos de la casa
- d. Fibra: La fibra es extraída del ladrido, es difícil extraer pero muy durable. El material para tela de la cinta se obtiene del ladrido interno de árboles jóvenes y ramas.
- e. Las flores:

Las púas de la flor masculina se mezclaban con la fibra de la madera para hacer papel.

f. Los Usos medicinales:

- 1) Se cree que una decocción de la hoja del fruto del pan baja la tensión arterial en Trinidad y la Bahamas, y también se dice que releva el asma.
- 2) Las hojas aplastadas son aplicadas en la lengua para este tratamiento arterial.
- 3) Se usan cenizas de hojas quemadas en las infecciones superficiales.
- 4) Un polvo de hojas asadas es empleado como un remedio para el bazo agrandado.
- 5) La fruta aplastada es usada en los tumores madurarlos.
- 6) Se frota las flores tostadas en las encías alrededor de un diente dolorido.
- 7) El látex se usa en las enfermedades de la piel y se vena en la espina para relevar la ciática. El látex diluido se toma para superar la diarrea internamente.

D.) Características de calidad y medición de la harina.

Cada producto alimenticio tiene sus propias características, que se pueden medir por métodos de evaluación sensorial o por pruebas fisicoquímicas. El control de la calidad del producto aquí elaborado dependerá de conocer dichas propiedades.

1. Características de calidad de los alimentos

En la fabricación de los alimentos la medición cuantitativa de las características de estos es esencial para la instauración de un programa de control de calidad. Estas características están clasificadas en dos grandes grupos: físicas y atributos nutricionales.

2. Características físicas

El ser humano acepta el alimento sobre la base de determinadas características que definen y puede percibir con sus sentidos. Esos atributos se describen en términos de sensaciones y, a veces, se denominan características cualitativas, sensoriales u organolépticas.

Las Características físicas incluyen:

- a. color
- b. aroma
- c. sabor
- d. textura, sensación en la boca
- e. viscosidad o consistencia.

Incluyen percepciones de:

- 1)Factores de aspecto: como color, tamaño, forma y defectos físicos.
- 2)Factores Cenesésicos: como textura, viscosidad, consistencia, impresión al tacto y a la boca.
- 3)Factores de aroma: o sensaciones en las que se combina el olfato y el gusto (kramer & Twigg, 1983: 28).

Para realizar la medición y control de calidad en el producto en estudio se realizara la siguiente secuencia de medición en cuanto a las características de la fruta de pan.

Para la evaluación total de la calidad de la harina de la fruta de pan (*Artocarpus heterophyllus*) se utilizó una combinación de métodos físicos, químicos, bacteriológicos y biológicos.

3. Métodos químicos

La naturaleza y cantidad de sustancias que hay en un producto alimenticio dado se pueden determinar mediante análisis químicos.

Los métodos analíticos empleados son útiles para:

- a. Preparar e imponer normas de identidad y pureza o valor de sustancias alimenticias.
- b. Identificar sustancias en los alimentos.
- c. Evaluar cambios en los productos durante el almacenamiento o tratamientos de preparación.
- d. Estudiar la forma de mejorar o controlar la calidad de alimentos naturales o procesados.
- e. Determinar el valor nutritivo de alimentos con fines científicos, dietéticas o de etiquetado.

Los análisis de composición molecular de sustancias alimentarias se denominan análisis inmediatos, sirven para conocer el contenido de proteínas, grasas, hidratos de carbono, cenizas y agua. Algunas antecedentes marcan los resultados de análisis inmediatos de diversos artículos alimenticios, pero para la harina de fruta de pan elaborada a partir de tres diferentes tratamientos, no se encuentra publicación alguna, por lo que para establecer el porcentaje de proteína y aportarla a la tabla de publicaciones; en este documento se establece dicho estudio.

4. Bromatología: Análisis proximal

Se realiza a un ingrediente o alimento dado. Sirve para la formulación específica de un alimento. Para que los resultados sean confiables, la muestra a la cual se le va a realizar el análisis debe ser representativa y homogénea respecto al lote del que fue tomada.

Para la selección de muestras a analizar; hay que tener en cuenta lo siguiente:

- a. Representativa del total del alimento o del lote en particular.
- b. Evaluar el terreno, para que la toma de muestra sea lo más homogénea posible.
- c. Conocer con precisión la materia prima.
- d. Muestras representativas y homogéneas.
- e. Enviar al laboratorio no menos de 500 g para análisis bromatológico (Montes. 1981:290).

1) Determinación de nitrógeno no orgánico por la digestión de Kjeldahl.

El método estándar para la determinación de nitrógeno es por la digestión de Kjeldahl, el nitrógeno orgánico es convertido a amonio por digestión con ácido sulfúrico concentrado, en presencia de sulfato de cobre, mercurio u otro catalítico. El amonio formado puede ser cuantificado por remoción en la mezcla digerida, por medio de destilación seguida por una titulación. La presencia de catalítico en los procesos de digestión acelera la oxidación y completa la digestión. A partir de este análisis es calculada

la riqueza proteínica del alimento, a partir del contenido total de nitrógeno, multiplicado por un factor medio que es 6.25, pero que varía según el producto que se ensaya (Pomeranz & Melona, 1971). (N x 6.25) no deberá ser inferior al 7.0% referido al peso en seco (Codex Alimentarius 1989).

2) Extracto etéreo

Se determina el porcentaje de grasas totales en una muestra (Montes. 1981:290).

El cálculo de contenido de grasa en una muestra se basa en el contenido total de sustancias soluble en éter cuando se pulveriza y deseca. Se utiliza el aparato de Soxhlet, dispositivo que permite, en primer lugar, vaporizar el éter, condensándolo hasta que recubra la muestra que se va a extraer, y después por un mecanismo de sifón lo devuelve al matraz de ebullición para su reevaporación. Repitiendo esta maniobra se termina por extraer e la muestra la totalidad de la grasa, que ha quedado depositada en el solvente. A continuación se evapora el solvente. La diferencia entre los pesos del matraz en seco más la grasa y el fracaso en seco solo representa el peso de la grasa que contenía la muestra, o mas exactamente su extracto por el éter (Pomeranz & Melona, 1971:180).

3) Contenido de humedad

La humedad es lo que el producto alimenticio pierde de material cuando se calienta a una temperatura ligeramente superior a la de ebullición del agua. Este contenido se puede recuperar sencillamente colocando la sustancia en cuestión sobre un agente deshidratante o calentándola en un horno de vacío. Aunque en general sólo se considera como humedad en un horno de vacío. Sólo se considera como humedad el contenido de agua, en realidad se refiere a la perdida total o a la extracción de materiales volátiles a la temperatura de desecación. El residuo después de haber sometido un artículo alimenticio al calor directo, al horno de vacío o al método de ácido sulfúrico es el contenido total de sólidos.

El porcentaje de humedad no deberá exceder del 15.5% m/m.

Los valores además del método de la AOAC, se pueden determinar con el procedimiento de las normas COGUANOR NGO 34 086 h2 (procedimiento similar al de cenizas) y se calcula con la formula: % de humedad (m/m) = Pesa filtros tapado con muestra sin secar en gramos menos el pesa filtro tapado con muestra seca en gramos, dividido entre el pesa filtro tapado con la muestra sin secar en gramos restado de la masa del pesa filtro tapado en gramos x 100 (Codex Alimentarius, 1989 y Guatemala 1985. *Coguanor* NGO 34 086 h3).

4) Materia seca

Para la determinación de materia seca parcial (MSP) se aplica 60 °C de 2- 48 horas, eliminando el 90% de humedad.

Para la determinación de Materia Seca Total (MST) se usan 3-5 g de muestra molida. Se realiza a 105°C por 18-48 horas y se obtiene 85-97% de MST

5) Cenizas

Los minerales son determinados en el alimento por la incineración. Con esto no se especifica las combinaciones en que se encuentra un material, los minerales presentes en las combinaciones orgánicas se convierten en compuestos inorgánicos (Montes, 1981:576).

6) Fibra cruda

La determinación de la fibra cruda consiste en digerir la muestra desengrasada, primeramente con solución de ácido sulfúrico, lavar y digerir nuevamente con solución de hidróxido de sodio, luego lavar, secar y finalmente calcinar hasta destrucción completa de la materia orgánica. La pérdida de masa después de la calcinación representa el contenido de fibra cruda en la muestra (Montes. 1981:290).

En química bromatológica se llama residuo celulósico o fibra Cruda al residuo insoluble que dejan los alimentos o forrajes, al someterlos a un tratamiento determinado con ácidos y álcalis diluidos e hirvientes. De esta definición se deduce ya que no se trata de una sustancia uniforme, sino que representa la suma de los componentes insolubles o por lo menos difícilmente solubles de la membrana celular, como celulosa, lignina y quitina, mientras que se solubilizan las gomas, mucílagos, taninos, sustancias colorantes y hemicelulosas. Se pueden aceptar como cifras límites 0.4% para harina flor y 2% para harina integral.

7) Acidez

El pH de un alimento denota su acidez. Un producto alimenticio con bajo pH es decir de pH4 o menor a cuatro, se considera ácido, siéndolo menos si el pH se sitúa por encima de 4. Los valores de pH se pueden medir por métodos calorimétricos y electrométricos. Los métodos calorimétricos emplean sustancias denominadas indicadores, que cambian de color con los distintos pH, el indicador más utilizado es la fenolftaleína.

5. Métodos bacteriológicos

La harina de la nuez de la fruta de pan deberá estar libre de microorganismos patógenos y de microorganismos que causen la descomposición del producto y daños al consumidor.

Como microorganismos se conoce a todos aquellos seres vivos, de tamaño diminuto, que no pueden observarse a simple vista. Suelen tener una estructura unicelular y es difícil clasificarlos en el reino vegetal o animal; se les clasifica en: bacterias, levaduras, mohos, virus; están presentes en el aire, suelo, agua, plantas animales, etc. Estos pueden ser patógenos y no patógenos, estos últimos son utilizados para biotecnología alimentaria, para producir alimentos, tales como fermentación del mosto de vino, cerveza, acidificación de leche para yogurt, maduración de productos cárnicos (Madrid J. 2001:576).

a. Conservadores

Se podrá agregar como conservador el propionato de calcio o de sodio en una dosis no máxima a 2000 mg por kilogramo de harina.

6. Métodos físicos

El Análisis de las harinas incluye el análisis organoléptico:

- a. Inspección visual.
- b. Limpieza del producto.
- c. Estado de conservación.
- d. Ausencia de suciedad
- e. Prueba de tamización

Se pasa la harina por un tamiz fino de 0.2 mm. Si deja residuo se investigan en él sustancias extrañas se determina el porcentaje en cada tamiz.

1) Granulometría

Pesar 15 gramos de muestra y se hace pasar por una serie de zarandas con diferentes diámetros. Se pesa la cantidad de almidón que ha pasado por cada zaranda.

7. Método biológico

a. Evaluación de la calidad proteínica de la harina de la fruta de pan.

La evaluación proteínica de un alimento se lleva a cabo partiendo de lo más simple a lo más complejo. La evaluación comienza con el análisis de nitrógeno y posteriormente a la prueba biológica con animales experimentales.

El resultado obtenido depende de los aminoácidos limitantes y de su disponibilidad y balance y de la presencia o ausencia de otros materiales que pueden interferir con la evaluación.

Los métodos de un solo nivel pueden dividirse subsecuentemente en técnicas basadas en balance de nitrógeno y técnicas basadas en datos de crecimiento.

b. Método basado en cambios de peso corporal

El método más simple de determinar el valor nutritivo se realiza a partir de medir la tasa de crecimiento de animales jóvenes alimentados con la dieta sometida a prueba. Osborne, Mendel y Ferri, tradujeron este concepto en una base cuantitativa, relacionando la ganancia de peso con la cantidad de proteína consumida; el índice obtenido fue denominado índice de eficiencia proteínica (**PER**). Dichos autores demostraron que el PER variaba con el nivel de proteína en la dieta y recomendaron que cada proteína fuese estudiada a su nivel óptimo.

El método conocido como razón proteínica neta (**NPR**) representa una mejora sobre el PER en el sentido de que se usa un grupo control alimentado con una dieta libre de proteína. En la práctica, el NPR es comparable al NPU, método ampliamente conocido y muy usado, que se basa en la retención de nitrógeno. Difiere en el sentido de que el primero se estima a partir de los cambios en peso corporal, mientras que el segundo mide los cambios en nitrógeno corporal (Pellett & Young 1980:111).

III. JUSTIFICACIÓN

La nuez o semilla del fruto del árbol de pan pueden desecarse fácilmente y utilizarse para la alimentación humana.

Existen dos clases de árboles de la fruta de pan (*Artocarpus altilis Fosb*) y (*Artocarpus Heterophyllus*), produciéndose en mayor cantidad en la costa sur de Guatemala la especie *Artocarpus Heterophyllus*, por lo que dicha especie fue utilizada para este estudio, además, esta especie contiene más cantidad de nueces que la *Artocarpus Altilis*; razón por la que *artocarpus Heterophyllus* fue seleccionada para proveernos de suficientes semillas de las cuales se extrajo una buena cantidad de harina para ser sometida a análisis. Se puede promover la industrialización de esta harina, al ser factible la eliminación de sustancias tóxicas que puedan ser nocivas para el consumo humano; de ser así, con ella se podría desarrollar en un sin fin de productos para la alimentación guatemalteca, ya que investigaciones anteriores describen a la fruta de pan, como portadora de un alto contenido de carbohidratos, y aporta de 75 a 80 calorías; 1.5 % de proteínas; considerada como una buena fuente de vitamina B y como una fuente moderadamente buena de vitamina A y C.

Debido a la importancia nutritiva de esta fruta y con afán de proponer alimentos libre de toxinas y sustancias nocivas para el desarrollo de nuevos productos; con esta investigación se realizó un estudio que garantice el uso de las nueces de la fruta de pan pulverizado para el consumo humano y con ello, ofrecer a la población guatemalteca de nuevos productos innovadores y nutritivos; avalados con la evaluación química de la harina obtenida de la nuez de la fruta de pan adquirida bajo cinco diferentes tratamientos: nuez cruda, nuez hervida o cocida bajo tres tiempos 30, 60 y 90 minutos; nuez cocida/tostada, nuez tostada, nuez frita;

Los resultados de la caracterización de las harinas preparadas se realizaron con el objeto de proponer una harina inocua, Debido a la toxicidad de la nuez de la fruta de pan, la cual actúa como purgante si se come crudo como un producto alternativo el cual puede ser desarrollado y combinado para nuevos productos y de esta manera aprovechar al máximo este recurso alimenticio nutritivo no explotado mundialmente y permitir con ello, que la sociedad pueda consumirlo en tiempos de cosecha y fuera de temporada.

IV. OBJETIVOS

A. GENERAL

1. Preparar una harina de la nuez de la fruta de pan (*Artocarpus heterophyllus*).

B. ESPECIFICOS

1. Caracterización anatómica de la nuez de la fruta de pan.
2. Caracterización química de la nuez cruda, y procesada por cocción, tostado y frita.
3. Elaboración y caracterización de la harina preparada con nuez de la fruta de pan bajo varios tratamientos térmicos.
4. Caracterización nutricional de la harina de la nuez de la fruta de pan.

V. HIPÓTESIS

La harina preparada de la nuez de la fruta de pan (*Artocarpus heterophyllus*) tiene características fisicoquímicas y nutrientes adecuados para el consumo humano.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materiales

1. Nuez de la fruta de pan cruda
2. Horno
3. Espátula
4. Agua destilada
5. Tamices
6. Cajas de papel de Aluminio
7. Papel Filtro Whatman No. 42
8. Cristalería (balones, beaker, tubos de ensayo, picetas, varillas de vidrio, embudos,)
9. Viscosímetro
10. Consistómetro
11. Texturómetro
12. Densímetro
13. Destilador
14. Digestor
15. Muflas
16. Bioterio

B. Caracterización física

1. Métodos para la caracterización de la nuez de la fruta de pan

a. Peso de la nuez o semilla.

- 1) Pesar tres veces 100 semillas.
- 2) Calcular el valor promedio y desviación estándar de las tres repeticiones.

b. Tamaño de la nuez o semilla

1. Desplazamiento de volumen de una muestra de 100 gramos de la nuez

a. Aparatos:

- 1) Recipiente con volumen conocido.
- 2) Suficiente cantidad de cualquier semilla para llenar el recipiente
- 3) Probeta graduada.

b. Procedimiento:

- 1) Llenar el recipiente con la semilla de control, golpeando dos veces el fondo para su apelmazamiento.
- 2) Vaciar la mitad de la cantidad de semilla del recipiente, controlando que no hayan pérdidas de semilla.
- 3) Colocar la muestra de la fruta de pan dentro del recipiente con semilla.
- 4) Con la porción de la semilla vaciada llenar nuevamente el recipiente.
- 5) Cuantificar con la probeta la cantidad de semilla que desplazó la muestra de la nuez de la fruta de pan
- 6) Efectué tres mediciones por muestra.

c. Cálculos:

Expresar el promedio del volumen remanente de semilla (en ml) dividido entre 100 como el tamaño del grano.

c. Porcentaje de cáscara.

Peso de la cáscara seca de 25 granos de la nuez de la fruta de pan

1) Aparatos

- a) Balanza analítica
- b) Horno con vacío, calibrado a 60 °C y vacío de 25 mm de Hg.
- c) Desecador, conteniendo desecante químico.

2) Procedimiento:

- a) Seleccionar una cantidad representativa del grano de la muestra a analizar.
- b) Tome al azar tres muestras de 25 granos.
- c) Remojar cada muestra en agua a temperatura ambiente por toda la noche (16-18 hrs.), usando una cantidad de agua de aproximadamente 50 ml.
- d) Secar las semillas con una toalla de papel y separar manualmente la cáscara y cotiledón de cada grano.
- e) Secar las cáscaras y cotiledones en horno con vacío por 4 horas
- f) Pesar las cáscaras y cotiledones secos después de enfriarlos en un desecador.

3) Cálculos:

% de cáscara = $\frac{\text{Peso de cáscara seca}}{\text{peso cotiledón} + \text{cáscara}} * 100$

Mayor al 10% contenido de cáscara alto.

d. Absorción de agua

Cantidad de agua, expresada como porcentaje del peso del grano, absorbida por la almendra de la fruta de pan durante determinado tiempo.

1.) Aparatos:

- a) Balanza analítica con precisión de 0.1 mg

2.) Procedimiento:

- a) Pesar una muestra de 25 nueces en duplicado (W1)
 b) Ponerlos a remojar en agua destilada utilizando 75 ml a temperatura ambiente.
 c) A intervalos de una hora, por un máximo de ocho horas, remover la muestra de veinticinco nueces de la fruta de pan remojadas, secarlos con una toalla y pesarlos inmediatamente (W2)

3.) Cálculos

Calcule la absorción de agua utilizando la siguiente ecuación

$$\% \text{ Absorción de agua} = \frac{W2 - W1}{W1} \times 100$$

e. Tiempo de cocción

Es el tiempo requerido para llevar la nuez de la fruta de pan a condiciones de textura capaz de ser consumido como alimento.

1.) Aparatos

- a) Estufa
 b) Beaker de vidrio, capacidad de 600 ml.

2.) Preparación de la muestra

- a) Lavar 25 nueces de la fruta de pan y colocarlos en 75 ml de agua.

b) Dejarlos en remojo por 18 horas a temperatura ambiente, al final del periodo de remojo separar los granos del agua de remojo.

3.) Procedimiento:

a) 300 ml de agua se agregan a un beaker de 600 ml, el que se coloca sobre una estufa y se pone a calentar hasta ebullición. Se agregan las semillas de la fruta de pan y se deja hervir.

b) Cada determinado tiempo varios granos son removidos del agua hirviendo y con ellos se realiza la prueba sensorial que determina el tiempo de cocción.

c) La prueba sensorial puede efectuarse en dos formas:

1.1. Oprimiendo una nuez entre el dedo índice y el pulgar.

1.2. Mordiendo un grano con los dientes incisivos y oprimiéndolo entre la lengua y el paladar.

Conforme la ebullición continua, la textura del cotiledón cambia de una sensación granular áspera a una sensación granular suave, si las nueces continúan en ebullición más del tiempo óptimo de cocción, la textura del grano continúa cambiando. Cuando los granos están sobrecozidos la sensación granular suave cambia a una textura pastosa, probablemente debido al continuo hinchamiento del almidón y ruptura de las paredes celulares.

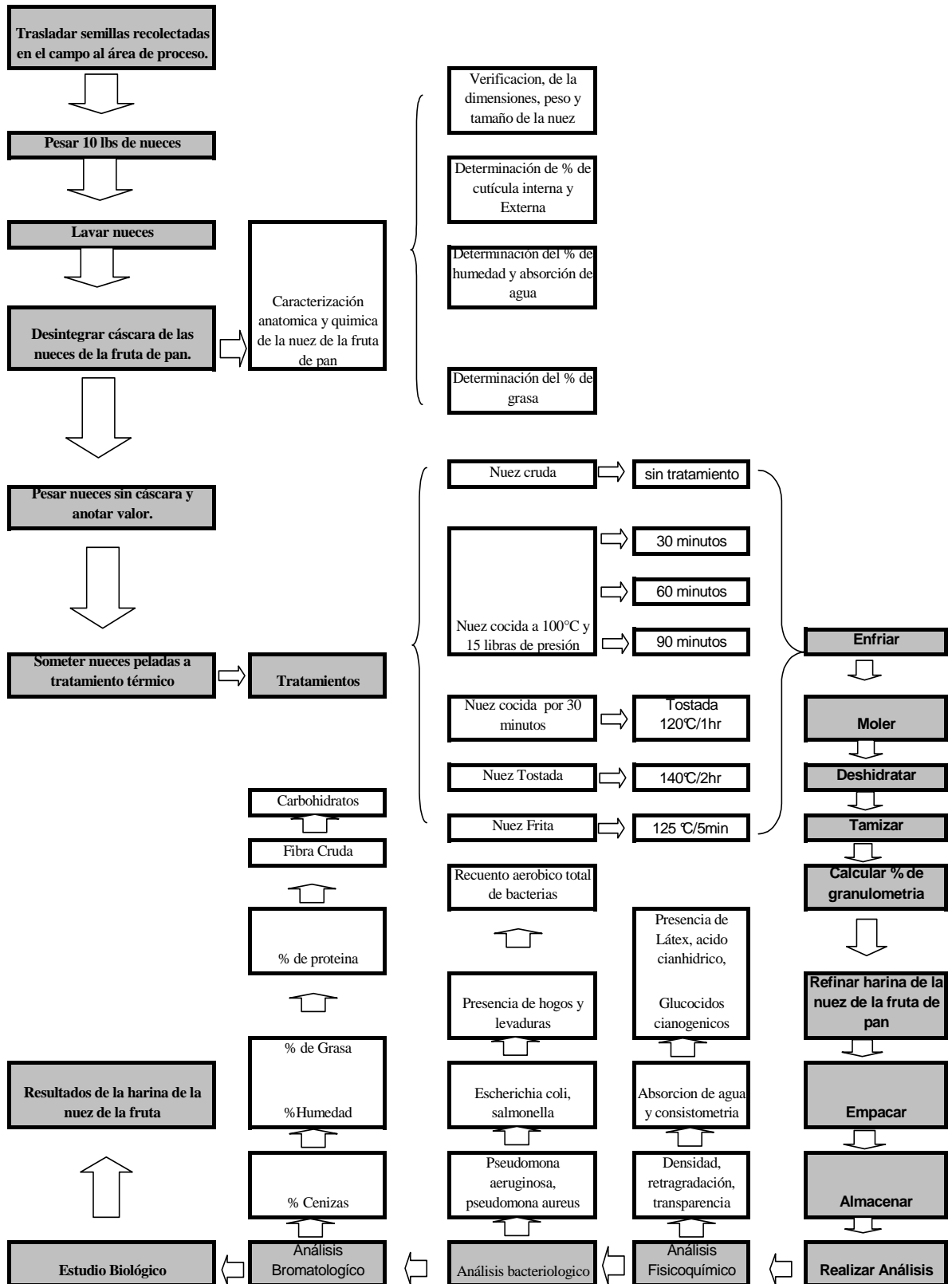
Reportar como tiempo de cocción cuando la textura es granular suave.

Nuez con más de 35 min. De cocción, nuez dura.

C. Metodología de preparación de la harina de la nuez de la fruta de pan.

1. Recolección de la fruta en el campo durante la temporada de enero a marzo y de Julio a septiembre
2. Extraer las nueces de la fruta de pan.
3. Lavar las nueces con abundante agua, para quitar partículas ligozas (exudado blanco, espeso y viscoso, látex).
4. Escurrir las nueces
5. Almacenar en bolsa de polietileno a temperaturas de 5 a 12 °C en refrigeración, por espacio de 20 días en que se estima no mostrará ninguna alteración anormal, mientras se recolectan 600 nueces, si se desea obtener 3.5 lbs de harina por tratamiento, si se quiere procesar más, realizar la proporción.
6. Recolectadas las 10 libras de nueces = 600 unidades de nueces para un tratamiento, proceder a quitar la cutícula (cáscara).
7. Someter las nueces a cocción durante 30 minutos a 100 °C y 15 libras de presión en autoclave.
8. Moler la semilla cocida
9. Deshidratar la masa a 80 °C durante ocho horas.
10. Moler la harina obtenida para refinarla.
11. Tamizar en mesh con diámetros No. 20, 30, 45, 60, 80 y 100.
12. Calcular porcentajes de la granulometría.
13. Afinar la harina que quedo en el mesh 20 y 30.
14. Empacar
15. Almacenar para análisis.
16. Elaborar de la misma forma todas las demás harinas en los diferentes tratamientos sustituir en el paso No 7 los diferentes procesos térmicos: cocida a 60 y 90 minutos; cocida por 30 minutos y luego tostarla 1 hora a 120 °C; y finalmente el tratamiento de la fritura a 125°C durante 5 minutos. Omitir el paso No 7 para la harina de la nuez cruda, la cual hay que pasar directamente a moler.

1. Diagrama de flujo para la elaboración de la harina de la nuez de la fruta de pan



D. Metodología para la evaluación física de la harina de la fruta de pan.

a. Densidad

Procedimiento

1. Pesar una cantidad conocida de la harina de la fruta de pan.
2. Colocar la harina en una probeta, para determinar el volumen que ocupa.
3. Se pesa la probeta con la harina de la fruta de pan.
4. Se divide el peso de la harina dentro del volumen de la probeta que se utilizó.

Cálculos

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{Volumen}}$$

b. Retrogradación

Procedimiento:

1. Preparar una solución de harina de la fruta de pan al 6% p/v
2. Calentar la solución a 70°C (temperatura de gelatinización) y con agitación constante.
3. Enfriar y reposar la solución.
4. Medir la cantidad de agua que se separa de la solución a diferentes tiempos (5, 15, 20 minutos).

c. Granulometría (tamaño del gránulo)

Procedimiento:

1. Pesar 15 g de muestra y se hace pasar por una serie de zarandas con diferentes diámetros
2. Se pesa la cantidad de harina de la fruta de pan que ha pasado por cada zaranda.
3. Cuando se tenga el 90% del peso inicial se determina la medida y diámetro del tamiz.

d. Absorción de agua

Procedimiento:

1. Preparar una solución de la harina de la fruta de pan cruda, cocida y tostada al 6 por ciento de peso en volumen (p/v) (pesar tres gramos de almidón y colocarlos en 50 mililitros de agua).
2. Filtrar la solución, sobre un papel filtro whatman No. 1 previamente tarado y secar.
3. Calcular el peso de la harina por diferencia y multiplicarlo por la densidad del agua, para conocer el peso de agua que absorbe la harina de la nuez de la fruta de pan.

e. Transparencia

Procedimiento:

1. Preparar 200 ml de una solución de la harina de la fruta de pan al 6% p/v.
2. Calentar la solución en una estufa con agitación hasta el punto de gelatinización.
3. Dejar enfriar hasta temperatura ambiente y anotar las características físicas de dicha solución.

f. Consistometría

Procedimiento:

1. Preparar una solución de la harina de la nuez de la fruta de pan, cruda, cocida y tostada al 6% p/v.
2. Colocar la solución en la tapadera de una caja de petri.
3. Medir el tiempo que la solución tarda en cubrir el área de la tapadera.

Cálculos:

Consistometría = área

Tiempo

g. Viscosidad Aparente

Procedimiento:

1. Preparar una solución de la harina de la fruta de pan cruda, cocida y tostada al 5% p/v.
2. Colocar en agua hirviendo durante 15 minutos y enfriarlas a temperatura ambiente.
3. Medir la viscosidad aparente a 25°C en un viscosímetro Brookfield (model RVF, Stoughton, MA) a dos velocidades de deformación (1, y 61 min⁻¹) utilizando aguja No. 1 y 61

E. Caracterización química

Metodología de evaluación de la nuez y de la harina elaborada bajo 5 diferentes tratamientos.

1. Ceniza

Método 942.05 AOAC, Cáp. 4, Pág. 5, 17th ed.

2. Humedad

Método 930.15 AOAC, Cáp. 4, Pág. 2, 17th ed.

3. Grasa

Método 920.39 AOAC, Cáp. 4, Pág. 33, 17th ed.

4. Proteína

Método AOAC, Cáp. 4, Pág. 33, 17th ed.

5. Fibra Cruda

Método AOAC 7.070

6. Carbohidratos

Por diferencia

7. Látex presente: con el 2% G.L de ácido acético. Reacción: lo aglomera.

F. Caracterización bacteriológica

Se determinó la presencia en límites permisibles de: Recuento de aerobios totales, presencia de hongos y levaduras, *Escherichia Colí*, *Pseudomona aeruginosa*, *Spseudomona aureus*, y *salmonella* presentes en las harinas elaboradas en los tratamientos, cocida y Cocida tostada, incluida la que no tiene ningún tratamiento (Cruda); de acuerdo a los requerimientos establecidos por la norma Guatemalteca Obligatoria para la aceptación permisible de estos microorganismos en harinas.

G. Caracterización biológica

Procedimiento: El procedimiento comprende la identificación de la muestra: harina de la nuez de la fruta de pan y la preparación de la muestra: cruda, cocida y tostada. Posteriormente un Bio ensayos en Ratas:

1. Razón proteínica neta (NPR). Se usa el método de Bender y Doell , en el que se preparan dietas:

1. Se utilizaron ratas de raza Wistar, machos y hembras recién destetados, de 21-23 días.

2.Las ratas son distribuidas en grupos de ocho (mitad machos y mitad hembras), de manera que los pesos promedio de los grupos no difieren de mas de 1 gramo. La variación en peso de las ratas dentro de cada grupo no debe exceder de 10g.

3.Las ratas son colocadas en jaulas individuales con fondos levantados de tela metálica, en un cuarto con aire acondicionado mantenido a 24-25 grados Celsius. La comida y agua son ofrecidos *ad libitum*. Se coloca papel o cartón bajo las jaulas para recoger la comida regada, que tiene que ser recogida diariamente. El consumo de comida y la ganancia en peso de las ratas son determinados semanalmente por 14 días.

4.Calcular NPR

El NPR para cada animal es calculado de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{NPR} = \frac{\text{Peso ganado del animal que consume la proteína en prueba} + \text{pérdida promedio de peso del animal alimentado con dieta basal}}{\text{Proteína consumida por el animal que consume la proteína en prueba}}$$

Y estos son promediados para dar el valor promedio y el error estándar. La razón proteínica Neta Relativa (RNPR es el Npr del material a prueba expresado en relación al NPR de la referencia estándar, caseína. La razón puede también ser expresada como porcentaje.

$$\text{NPR} = \frac{(\text{peso ganado del animal que consume la proteína en prueba}) + (\text{Pérdida promedio de peso del animal Alimentado con dieta basal})}{\text{Proteína consumida por el animal que consume la proteína en prueba.}}$$

VII. Diseño experimental

Las semillas o nueces de la fruta se obtendrán directamente de la fruta adquirida en la costa sur de Guatemala, o por adquisición de la nuez con algún proveedor. Esta nuez será almacenada a 5 a 12 °C hasta el momento de su uso.

A. Semilla Cruda

La semilla de nuez cruda será lavada y luego molida en un molino de masa previo a ser deshidratada con aire a 80°C durante 8 horas, Una vez baje su contenido de humedad inicial=100% el material será molido para adquirir de el una harina cruda de la nuez de la fruta de pan

Procedimiento:

1. Extracción de las semillas de la fruta de pan.
2. Lavado de las semillas o nueces
3. Molido del endospermo de las semillas húmedas
4. Secado de las semillas en aire caliente a 80°C
5. Almacenamiento a temperatura ambiente

B. Material cocido en agua.

La semilla de nuez cruda se meterá en agua usando una parte de semillas por cinco partes de agua; se llevara a hervir y se mantendrá la cocción por (30) minutos. Luego la semilla cocida se pasa por el molino de masa previo a su deshidratación con aire caliente a 80°C durante ocho horas, obteniendo así la harina cocida.

Procedimiento

1. Extracción de las semillas de la fruta de pan.
2. Lavado de las semillas o nueces
3. Hervido de las nueces en una relación 1:3 (1 parte de nuez y 3 de agua) por 30 minutos.
4. Molido del endospermo de las semillas húmedas
5. Secado de la molienda en aire caliente a 80°C/8 hrs
6. Almacenamiento a temperatura ambiente

1. Cocción y tostación.

Un nuevo tratamiento fue, someter la nuez a cocción como el procedimiento anterior y luego a tostación a 120°C por una hora.

2. Se prepararon tres nuevos tratamientos de las nueces cocidas a tres tiempos (30, 60 y 90 minutos)

C. Material cocido por tostación.

La semilla de nuez se someterá a un tratamiento de cocción en seco (tostación), proceso que dura alrededor de 30 minutos. Una vez tostada la semilla se muele en el molino de masa y se deshidrata a 80 °C con aire caliente durante 8 horas en un deshidratador.

Procedimiento

1. Extracción de las semillas de la fruta de pan.
2. Lavado de las semillas o nueces
3. Tostado de las nueces durante 30 minutos
4. Molido del endospermo de las semillas tostadas
5. Secado de la molienda en aire caliente a 65°C
6. Almacenamiento a temperatura ambiente

D. Fritura de la nuez

La nuez se sometió durante 5 minutos a 120 grados Celsius en aceite, luego se molió y deshidrato para su análisis.

VIII. Resultados y discusión

El objetivo de la investigación realizada consistió en preparar y evaluar una harina de la nuez de la fruta de pan bajo diferentes tratamientos térmicos; harinas a las que se les caracterizó fisicoquímica, y nutricionalmente. Adjunto se encuentran los resultados y la discusión de los mismos.

8.1. Caracterización Física y química de la nuez

1. Caracterización de la nuez de la fruta de pan

Tabla No. 1

Características físicas de la nuez de la fruta de pan	Máximo	Mínimo	Media	Desviación estándar
Dimensiones de la nuez				
Ancho (mm)	31.05	14.95	25.66	3.56
Largo (mm)	29.25	12.17	21.83	3.77
Peso de la nuez seca (g)	9.00	3.63	6.05	1.45
Peso de la nuez húmeda (g)	10.03	3.6	6.63	1.45
Absorción de agua de la nuez (g)	11.48	0.2	9.47	1.45
Tamaño del grano = remanente de semilla (ml)/100 en cm.				3 cm

La nuez de la fruta de pan fue caracterizada previa a ser sometida a los diferentes tratamientos térmicos programados, (nuez cocida a 30, 60 y 90 minutos, nuez cocida y tostada, finalmente la nuez frita). Esta caracterización realizada a un intervalo de 100 nueces, determinó que las dimensiones de la nuez son las siguientes:

FORMA: La forma del grano es plano convexas.

TAMAÑO: El tamaño fue evaluado de acuerdo al volumen que la nuez ocupa en un recipiente aforado, el cual tiene un valor de 3 cm. De acuerdo a los datos de largo y ancho también se puede estimar que el tamaño comprende la siguiente área = (Largo X Ancho) 21.83 X 25.66 milímetros o 2.18 X 2.6 cm. = 5.7 cm. de área.

ANCHO: El ancho de la nuez se encuentra desde 14.95 hasta 31.05 mm con promedio de 25.66 mm.

LARGO: El Largo de la nuez se encuentran desde 12.17 hasta 29.25 mm con promedio de 21.83 mm.

PESO: El peso de la nuez seca se encuentra desde 3.65 hasta 9.00 gramos con promedio de 6.05 g nuez seca y con incremento moderado de agua que esta logra absorber = 3.42 g o ml de humedad que al sumárselo al peso promedio seco da un valor promedio de 9.47 g de nuez húmeda.

No. DE NUECES / KG (PESO) : 120 – 132 unidades. Para este estudio se utilizaron 600 semillas para cada tratamiento = 5 kg de peso con cáscara, o cutícula interna y externa. Cada fruta de pan contiene 49% de nueces de su peso total = 64 unidades aproximadamente; la cáscara de esta fruta es aproximadamente el 21 %, la pulpa la conforma otro 21 % y el corazón el 9% restante.

De acuerdo a estos resultados para la obtención de la materia prima se utilizaron de 9 a 10 frutas de pan/ tratamiento, recolectándose más de 80 frutas para los 8 tratamientos térmicos realizados.

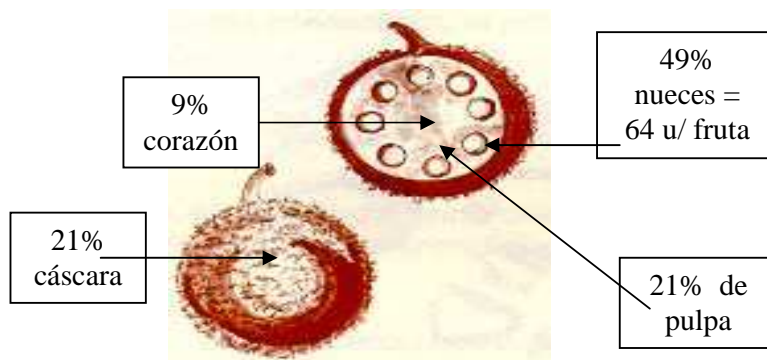


Fig. 1. % de las Partes de la fruta de pan

Luego de evaluar las características de la nuez de la fruta de pan, era importante verificar la cantidad de cutícula que esta posee, los resultados son los siguientes:

Tabla No. 2

Porcentaje de cáscara de la nuez de la fruta de pan	
Porcentaje externo	Porcentaje interno
24.7	3.16
Contenido Alto por: R> a 10%	Contenido bajo por: R<10%

$$\% \text{ Cáscara} = \frac{\text{Peso de cáscara seca}}{\text{peso cotiledón} + \text{cáscara}} * 100.$$



Fig. 2 Partes de la nuez de la fruta de pan

72 a 80 % es nuez comestible.



Fig. 3 semilla pelada de la fruta de pan

20 a 28 % es cáscara leñosa y cutícula apergaminada



Fig. 4. Cáscara de la fruta de pan.

Es importante conocer la característica química de la materia prima utilizada la preparación de las harinas planificadas, con el objeto de conocer los valores de donde partimos; en el cuadro siguiente encuentra el análisis de la nuez de la fruta de pan fresca.

Tabla No. 3

Composición química nuez cruda de la fruta de pan	Muestra 1	Muestra 2	Media	Desviación estándar
% Humedad	64.90	61.59	63.25	1.66
% Proteínas	4.83	5.10	4.96	0.14
% Fibra Cruda	2.47	1.43	1.95	0.52
% Grasa	1.31	1.13	1.22	0.12
% Cenizas	1.41	1.47	1.44	0.03
% de carbohidratos	19.76	22.74	21.25	1.48
Total	100.00	100.00	100.00	3.31

Se puede apreciar que el porcentaje de proteína de la nuez es bajo, debido a la cantidad de humedad que ésta posee, es decir que a medida que se elimine la cantidad de humedad en la nuez, el porcentaje de proteína se concentra y por lo tanto se incrementa desde 4.83% nuez fresca hasta 11.60 % harina de la nuez. La nuez también posee una cantidad muy apreciable de carbohidratos, grasa y fibra.

El contenido promedio de humedad de la nuez fresca = 63.25% fue disminuido hasta 3.534% de humedad en las harinas preparadas para minimizar el crecimiento de microorganismos por la actividad del agua (A_w), además para cumplir con las normas guatemaltecas NG0 34 085, que permite como máximo un 14% de humedad en las harinas; la norma también establece dos clasificaciones de harinas clase A y B. La harina preparada en este estudio es de clase A, por no estar enriquecida con algún aditivo adicional.

Debido a que la nuez necesita desintegrarse la cutícula para ser procesada, se evaluó las características químicas de la cutícula externa que se le quitó, para conocer cuanto valor nutritivo contenía:

Tabla No. 4

Composición química de la cáscara cocida de la nuez de la fruta de pan	Muestra 1	Muestra 2	Media	Desviación estándar
% Humedad	1.98	2.26	2.12	0.14
% Proteínas	10.65	10.42	10.53	0.11
% Fibra Cruda	9.57	7.89	8.73	0.83
% Grasa	0.51	0.32	0.42	0.10
% Cenizas	4.21	4.07	4.14	0.07
% de carbohidratos	73.09	75.04	74.06	0.97
Total	100.00	100.00	100.00	2.23

8.2 Caracterización fisicoquímica de la harina preparada

Para la preparación de la harina de la nuez de la fruta de pan, se requirió diez libras de nueces de la fruta de pan para ser sometidas a tratamientos térmicos desde 80°C hasta 140°C de temperatura, se procesaron dos lotes de producción recolectados en abril y mayo, cada tratamiento contenía 600 nueces aproximadamente = 5 Kilogramos.

Diseño experimental y rendimientos

El diseño experimental comprendía preparar cinco tipos de harinas elaboradas bajo diferentes procesos térmicos, dichos procesos requerían de tiempos y temperaturas establecidas para su control, las cuales se exponen en la siguiente tabla para su mejor comprensión:

Tabla No. 5
Descripción del diseño experimental de los tratamientos y rendimientos

Diseño experimental	Producciones	Tiempo de cocción	Temperatura °C	Rendimiento de 10 Lb. utilizadas	Rendimiento de la harina % Promedio/tratamiento
Harina de la fruta de pan Cruda	Primer lote	0 minutos	80 °C deshidratador	45%	35.5%
	Segundo lote	0 minutos	80 °C deshidratador	26%	
Harina de la fruta de pan Cocida	Primer lote	30 minutos	100 °C a 15Lbs-F y luego deshidratado 80°C	50%	38.5%
	Segundo lote	25 minutos	100 °C a 15Lbs-F y luego deshidratado a 80°C	27%	
Harina de la fruta de pan Cocida/ y tostada	Primer lote	30 min. de cocción y 1 HR de tostado	100 y 120°C y luego deshidratado a 80°C	38%	31.5%
	Segundo lote	30 min. de cocción y 1 hrs. de tostado	100 y 120°C y luego deshidratado a 80°C	25%	
Harina de la fruta de Tostada	Primer lote	Tostado 1 hora	120°C y luego deshidratado a 80°C	50%	35%
	Segundo lote	Tostado 2 horas	140°C y luego deshidratado a 80°C	20%	
Harina de la fruta de pan frita	Primer lote	1 min.	125°C	40%	26.5%
	Segundo lote	5 min.	125°C	13%	

Este cuadro describe los tiempos y temperaturas de cocción a los que fue sometida la nuez de la fruta de pan, a la vez expone los rendimientos promedios obtenidos en cada tratamiento térmico realizado, concluyéndose que el promedio de los cinco tratamientos produjo un 33.4 % de rendimiento de harina de la nuez de la fruta de pan. Es decir que de 5 Kg. de semillas se obtienen 3.34 libras de harina.

Granulometría de las harinas.

Finalizada la molienda de la harina deshidratada a 80°C/ 8 hrs., fue necesario tamizarla para separar los granos que aún requerían de más molienda.

Los porcentajes promedios de la granulometría de los dos lotes de harina procesados se detallan en el siguiente cuadro:

Tabla No. 6

MESH	Harina Cruda (gramos)	%	Harina Cocida (gramos)	%	Harina Cocida y tostada (gramos)	%	Media (g)
No. 20	480	28	465	27	285	16.5	23.83
No.30	358.5	20.5	203	11.5	336.5	19.5	17.17
No. 45	424.5	24.5	248.5	14.5	199	11.5	16.83
No. 60	115	7	128	7.5	104	6	6.83
No. 80	85	5	134	7.5	150	8.5	7.00
No. 100	4.4	0.255	8	0.465	86	5.06	1.93
Total	1467.4	85.255	1186.5	68.465	1160.5	67.06	73.59
Cantidad de harina que no paso el tamiz No. 20							26.41

Los mayores porcentajes en la granulometría de la harina en sus diferentes tratamientos se encontraron en los mesh No.20 y 30, es decir que el 20- 26.41 % de harina quedo en cada uno de estos tamices, logrando pasar el 60 % de la harina, concluyéndose que el 40% quedo entre el tamiz numero 20 y 30 los cuales fueron nuevamente molidos para su refinado y tamizado posterior.

Al tener preparada las harinas se procedió a realizar la evaluación de funcionalidad de la misma, por medio de la prueba de retrogradación, viscosidad, densidad, absorción de agua, transparencia y consistometría. La evaluación de la funcionalidad de las harinas requirió, que se preparará una solución de la harina cruda al 6%, una solución de la harina cocida al 6%, una solución de la harina cocida y tostada al 6%, las cuales se llevaron hasta el punto de ebullición, para poder dar continuidad al análisis, del cual se presentan los resultados a continuación.

Tabla No. 7
Resultados fisicoquímicos de la harina de la nuez de la fruta de pan

Tratamientos		Densidad de la harina en base seca	Densidad de la harina de la nuez de la fruta de pan en solución del 6%	Viscosidad de la harina en solución al 6%	Retrogradación de la harina en solución del 6%	Absorción de agua=(g) Harina* densidad de agua	Transparencia de la solución de harina al 6%	Consistometría de la solución de harina al 6%
Harina de la Nuez Cruda		G /cm3	g /ml	Cp	% de separación	ml	Descripción visual	Área recorrida cm2/seg
Estudio No.1		0.735	1.0015	11.85	59%	0.39		92
Estudio No.2		0.56	1.009	29.9	2%	1.13	amarillo oscuro, con sedimento	84.58
Harina de la Nuez Cocida								
Estudio No 1	30 min.	0.7	1.005	21.3	48.67%	1.14	amarillo claro, con sedimento	87
	60 min.	0.77	1.006	10.2	40%	1.2		85.40
Estudio No.2	60 min.	0.67	1.003	9	59%	1.19		88.60
	90 min.	0.67	1.004	35.7	63%	0.77		92
Harina de la Nuez Cocida/Tostada								
Estudio No.1		0.74	1.002	18	44.83%	1.48	amarillo oscuro, con sedimento	84.92
Media		0.69	1.004	19.42	45.21 %	1.04		87.79 cm2/seg

Los diferentes tratamientos térmicos a los que se le sometió a la nuez de la fruta de pan, son los factores que influyen en los resultados variables que pueden observar en el cuadro anterior. Para poder expresar un valor para cada una de estas evaluaciones, se promedio los resultados de cada tratamiento, promedios que expresan la funcionalidad intermedia de las harinas; estas son: Densidad = 0.69 g/cm³ en seco, y 1.004 g/cm³ en solución, 19.42 cp de viscosidad, 45.21% de retrogradación, 1.04 ml de absorción de agua/ gramo de harina, y 87.79 cm²/seg. de área recorrida de la solución.

De acuerdo a este ultimo resultado, se percibe que la harina no tiene propiedades viscosas (almidón), que contribuyan a darle una mejor consistencia a la solución de harina preparada. Por tal motivo es recomendable utilizar esta harina en combinación con algún almidón, para tener un producto final bastante homogéneo y que no presente la cantidad de retrogradación que en esta evaluación se determinó.

La presencia de retrogradación en las soluciones de la harina de la nuez de la fruta de pan evaluadas, inició desde el momento que la solución salió de su proceso de cocción, teniéndose resultados a los 5 minutos desde un 26% de retrogradación incrementándose de 5 a 10 % cada 5 minutos, y adquiriéndose en esta evaluación un máximo de 45.21% de retrogradación de las tres harinas evaluadas (cruda cocida y tostada).

8.3. Caracterización bromatológica

Finalizada la caracterización anatómica y fisicoquímica, se realizó el estudio bromatológico, de las harinas preparadas.

Los resultados de la composición química proximal de las harinas preparadas, contienen un bajo contenido de grasa, alto contenido de carbohidratos y contenido medio de proteínas. Las ligeras variaciones que se observan en el contenido de nutrientes en los dos lotes analizados, podrían deberse a factores de cosecha, forma y tiempo de almacenamiento de la nuez previo al tratamiento, así como cambios en los tratamientos en los diferentes lotes.

Un resumen del comportamiento químico de las harinas preparadas bajo cinco tratamientos (cruda, sólo cocida, cocida y tostada, tostada y finalmente frita), están presentadas en el siguiente cuadro:

Tabla No. 8

COMPOSICIÓN QUÍMICA. Media de las harinas preparadas en los cinco tratamientos para los dos lotes procesados						Desviación estándar cinco tratamientos
Composición química	Cruda	Cocida	Cocida/Tos	Tostada	Frita	
% Humedad	4.07	2.71	3.41	3.47	4.01	0.55
% Proteínas	11.67	12.24	11.86	11.65	10.62	0.60
% Fibra Cruda	3.65	3.35	3.26	3.18	4.87	0.69
% Grasa	4.81	3.52	2.01	4.63	2.56	1.23
% Cenizas	4.07	3.59	3.52	3.77	3.25	0.30
% de carbohidratos	71.73	74.59	75.94	73.31	73.71	1.55

Finalmente los valores de los cinco tratamientos antes citados pueden resumirse a valores promedio, en el cual se concluye que el insumo proteico, harina de la nuez de la fruta de pan, posee la siguiente composición química:

% de Humedad = 3.53, % de proteínas = 11.60, % de Fibra Cruda = 3.66
 % de Grasa = 3.50 % de Cenizas = 3.64 % de carbohidratos = 73.85

Dado a que los resultados de proteína de la harina de la nuez de la fruta de pan son altamente nutritivas, se presenta una tabla de comparación de las harinas más comestibles en el país Versus la harina preparada en este estudio, para validar la importancia proteínica que esta nuez contiene.

Tabla No. 9

8.4. HARIMAS DE CONSUMO MASIVO Composición química en 100 gramos de porción comestible.		
COMPARACIÓN DE HARINAS	Proteína g	Grasa g
Harina de la nuez de la fruta de pan	11.6	3.5
Harina de trigo	10.5	1
Harina de trigo para pan	11.98	1
Harina de trigo para repostería	8.2	0.86
Harina de arroz blanco	7.2	0.6
Harina de centeno	11.4	1.7
Harina de maíz nixtamalizado, masa seca	9.3	3.8

Fuente: Extraído de la tabla del valor nutritivo de los alimentos de Centroamérica, del instituto de nutrición de Centroamérica y Panamá INCAP.

Se puede observar que la harina de la nuez de la fruta de pan supera a la harina de maíz nixtamalizado, al centeno, al arroz y a la harina de trigo corriente, con su valor proteínico.

Estos resultados nos permiten visualizar que, en la composición química de las harinas, el mayor contenido es de carbohidratos con 7.856%, el segundo es proteínas con 11.608, el tercero es de fibra cruda con 3.662, el cuarto es de cenizas con 3.64%; el quinto es el porcentaje de humedad con 3.534, y el último corresponde a el contenido de grasa con 3.506%. Esto no implica que en cada tratamiento investigado el comportamiento sea similar, la descripción del anterior orden es generalizada y promediada de los tres tratamientos procesados. Es decir que en cada tratamiento térmico el contenido químico proximal fue variable, debido a la temperatura en la que fue sometida, adjunto se encuentra el resumen de la composición química de la nuez de la fruta de pan.

En las gráficas No. 1 se observa el comportamiento que presentó, el porcentaje de humedad, proteínas, fibra cruda y grasas, en los cinco tratamientos; las diferencias no fueron significativas, los resultados obtenidos son aceptables.

8.5. Resultados Bacteriológicos de las harinas

Microbiología

Tabla No. 10

Recuento microbiológico de la harina de la fruta de pan				
Recuento de	fruta de pan cruda	Fruta de pan Cocida/Tostada	Fruta de pan solo tostada	límites
Aerobios totales	670UFC/g	2220UFC/g	15UFC/g	10 ³ UFC/ml o g
Hongos y levaduras	1000UFC/G	1570UFC/G	20UFC/G	10 ² UFC/ml o g
E. coli	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente/10 ml o g
P. aeruginosa	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente/10 ml o g
S. aureus	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente/10 ml o g
Salmonella	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente/10 ml o g.
DICTAMEN	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	LIMITES

Los resultados bacterianos nos indican que la harina cruda y cocida, presenta índices de crecimiento microbiano fuera de rangos permisibles por la norma obligatoria de Coguanor NGO 6044; sólo la harina preparada cocida y tostada es apta para consumo humano de acuerdo a este análisis. Se realizó también análisis de escherichia coli, pseudomona aeruginosa, stafilococcus aureus, y salmonella, obteniéndose en estos análisis ausencia total de estos microorganismos, y en la prueba de aerobios totales se determinó que había presencia de cantidades permisibles dentro de norma reglamentaria para el consumo humano.

La presencia de esta cantidad de bacterias patógenas es consecuencia del mal manejo y almacenamiento que la materia prima recibió, por lo que es necesario tomar las precauciones para posteriores estudios, en el que debe guardarse las nueces bajo refrigeración de 5 a 12°C.

8.6. Resultados del estudio biológico.

Para complementar el estudio de la caracterización de la nuez de la fruta de pan, se realizó, dos estudios biológicos, en el cual se empleó 24 ratas, de 23 días de edad, distribuidas en grupos de ocho (cuatro machos, y cuatro hembras/ dieta), para cada estudio. En cada estudio se evaluaron cinco dietas, las que se denominaron de acuerdo al insumo proteico.

Las Denominaciones de acuerdo al insumo proteico:

Primer estudio biológico: (Grupo No1)

Dieta 1: HNCR = Harina de la nuez de la fruta de pan cruda.

Dieta 2: HNCO = Harina de la nuez de la fruta de pan cocida por 30 minutos

Dieta 3: HNCT = Harina de la nuez de la fruta de pan cocida por 30 min. y tostada a 140°C/2hrs

Segundo Estudio Biológico: (Grupo No. 2)

Dieta 1: HNCR = Harina de la nuez de la fruta de pan cruda

Dieta 2: HNC30 = Harina de la nuez de la fruta de pan cocida por 30 minutos

Dieta 3: HNC60 = Harina de la nuez de la fruta de pan cocida por 60 minutos

Dieta 4: HNC90 = Harina de la nuez de la fruta de pan cocida por 90 minutos

Tabla No. 11

% de proteínas de la harina de la fruta de pan previo a calcular dietas.					
Tratamientos	% de proteínas				Promedio
CRUDA	11.06	12.39	12.06		11.84
COCIDA	12.49	12.92	11.66	11.89	12.24
COCIDA/TOSTADA	11.37	11.59	12.39	12.09	11.86

Tabla No. 12

Descripción de las dietas del primer estudio biológico	1	2	3	4	DLN	% Proteína estudio 1	% proteína estudio 2
Fruta de pan (Cruda)	85					10.26	10.62
Fruta de pan (Cocida)		82				10.2	10.58
Fruta de pan (Cocida/tostada)			84			10.62	
cocida 60 minutos							10.96
Cocida 90 minutos							10.62
Caseína				11			
Minerales	4	4	4	4	4		
Aceite	5	5	5	5	5		
Vitaminas	1	1	1	1	1		
Almidón	5	8	6	79	90		
Total	100	100	100	100	100		

El criterio de formulación se basó en el método oficial de la AOAC (1990), donde se especifica que las raciones deben contener un 10% de proteína. Las raciones fueron molidas y tamizadas a través de una malla de 1mm o mesh No. 20. Además del insumo proteínico, las dietas contenían aceite de maíz, almidón de maíz, agua, así como mezclas de vitaminas y minerales, teniendo como control el caseinato de sodio y la dieta libre de nitrógeno. Los insumos proteínicos utilizados en el presente trabajo se obtuvieron de la preparación de la harina a partir de nueces de la fruta de pan, obtenidas en la costa sur de Guatemala.

Los resultados obtenidos fueron:

1.NPR (relación proteica neta) del primer estudio biológico.

El valor de NPR, es negativo Por no obtenerse incremento de pesos en las ratas.

1. HNCR	=	-15.67
2. HNCO	=	-0.61
3. HNCT	=	-0.44
4. Caseína	=	4.62
5. DLN	=	-0.22

2. NPR (relación proteica neta) del segundo estudio biológico.

El NPR de la primer dieta: harina de la nuez cruda, no presentó aumento de peso en las ratas; por tal razón el NPR es negativo, las demás dietas si presentaron resultados favorables muy cercanos a la dieta patrón (caseína), solo la dieta de harina cocida a noventa minutos, presento un valor bajo, por el tratamiento térmico recibido.

1. HNCR	=	-2.51
2. HNC30	=	3.09
3. HNC60	=	3.12
4. HNC90	=	2.84
5. Caseína	=	4.50
6. DLN	=	-0.22

3. DA (digestibilidad aparente) del segundo estudio biológico.

1. HNCR	=	79.44
2. HNC30	=	77.32
3. HNC60	=	83.45
4. HNC90	=	91.08
5. Caseína	=	70.89
6. DLN	=	75.51

Se presento diferencias entre NPR de los dos estudios realizados, debido al mal manejo, almacenamiento y manipulación que el producto recibió previo a su procesamiento, pero no es a ello que se le atribuye que dichos insumos proteínico tienen una déficit en la digestibilidad por parte de los animales, en especial para la dieta preparada con la harina de la nuez cruda; dieta en la cual las ocho ratas que la consumieron fallecieron. Debido a ello, se requirió evaluar la presencia de látex, ácido cianhídrico, y glucósidos cianogénicos en las nueces, para indicar la causa de dicha mortalidad.

8.7. Determinación de la cantidad de ácido cianhídrico en la harina de la nuez de la fruta de pan.

Tabla No. 13

Tratamientos	Acido cianhídrico y glucósidos cianogénicos	
	Promedio de Glucósidos Cianogénicos	Promedio de ácido cianhídrico
Estudio No. 1		
Cruda	0.52	0.216
Cocida	0.39	0.162
Cocida/tostada	0.39	0.162
Estudio No. 2		
Cruda	0.26	0.108
Cocida X 30 minutos	0.39	0.162
Cocida X 60 minutos	0.39	0.162
Cocida X 90 minutos	0.39	0.162
Estándar	3.9	1.62
Promedio total	0.39	0.162
Parámetros	1ml(AgN03)=2.60 mg glucósidos Cianogénicos (KNC)	
	1ml(AgN03)=1.08 mg ácido cianhídrico	

La harina preparada con la nuez de la fruta de pan, libera glucósidos cianogénicos y ácido cianhídrico, en cantidades muy pequeñas después de haber sido sometida a tratamientos térmicos.

Tabla No. 14

8.8. Determinación de látex en la nuez de la fruta de pan				
Producto	Ácido Acético			
	2%	10%	99%	
Nuez con cáscara	Presencia	Presencia	Presencia	+
Nuez Sin cáscara	Presencia	Presencia	Presencia	+
Harinas Cruda	No identificado	No identificado	No identificado	-

Los resultados de este trabajo coinciden con el criterio generalizado de experimentadores que consideran a la fruta de pan como deficiente, por su contenido tóxico, si ésta es consumida sin algún tratamiento térmico, además es considerada como purgante si se come cruda; sin embargo hay que señalar que la calidad nutricional de esta nuez es parecida a los cereales que son considerados de buena calidad, por tal motivo con esta investigación se propone aprovechamiento máximo a esta nuez altamente proteínica, en el tratamiento más adecuado para el consumo humano.

La harina preparada con la nuez de la fruta de pan cruda fue el insumo proteínico de menor calidad inocua, por presentar cantidades no permisibles de hongos y levaduras, y un contenido de ácido cianhídrico = 0.22 mg, y glucósidos cianogénicos = 0.52 mg, contenido mayor a las de las otras harinas, las cuales tienen valores promedios de 0.39 mg de glucósidos cianogénicos, y 0.162 de ácido cianhídrico. La liberación de látex en las nueces frescas, fue transmitida a la harina de la nuez cruda, lo cual dificultó la asimilación digestiva de la misma. El látex no es fácilmente eliminado durante la cocción, por lo que se recomienda que las nueces previo a ser tratadas, se elimine el contenido de látex en una solución de ácido acético al 2% G.L. Finalmente se concluye que la presencia de todas estas sustancias nocivas, influyeron en la dieta preparada con la harinas de la nuez cruda, para que ésta presentara resultados negativos en el estudio biológico. Por lo tanto esta harina cruda no es apta para el consumo humano.

Por otra parte se estima que las harinas preparadas bajo tratamiento térmico, son aptas para consumo humano, ya que en las dietas preparadas con ellas se lograron obtener resultados de relación proteínica neta y digestibilidad, muy cercanos a la dieta patrón (caseína). Los siguientes cuadros describen los resultados obtenidos en los dos estudios biológicos realizados.

Tabla No. 15

8.9. Resultados estudio biológico No.1										
Dietas	RATAS		Aumento de peso		Alimento ingerido		Proteína ingerida		NPR	
	Cantidad	Vivas	por rata	8 ratas	por rata	8 ratas	por rata	8 ratas	Media	Desv. Est.
Harina de la nuez de la fruta de pan cruda	8	0	- 11.88	-95	13.75	110	1.41	11.28	-15.67	23.4
Harina de la nuez cocida/30 minutos.	8	6	5.88	47	70.13	561	7.15	57.2	-0.61	6.03
Harina Cocida(30min)/ Tostada (2hrs)	8	7	4.25	34	74.13	593	8.13	65.04	-0.44	5.55
Caseína	8	8	76.5	612	165	1320	18.1	144.8	4.62	0.24
DLN	8	8	-7.25	-58	68	544	0.58	4.64	-0.22	2.12

Fuente: Bioterio INCAP, y Laboratorio UVG.

Tabla No. 16

8.10. Resultados estudio biológico No.2												
Diets	RATAS		Aumento de peso		Alimento ingerido		Proteína ingerida		NPR		Digestibilidad aparente	
	Cantidad	Vivas	por rata	8 ratas	por rata	8 ratas	por rata	8 ratas	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.
Harina de la nuez de la fruta de pan cruda	8	1	-10.38	-83	11.13	89.04	1.18	9.44	-2.51	1.53	79.44	1.21
Harina de la nuez de la fruta de pan cocida / 30 minutos	8	8	36.75	294	134.88	1079	14.27	114.16	3.09	0.23	77.32	2.18
Harina de la nuez de la fruta de pan Cocida / 60 minutos	8	8	41.5	332	143.63	1149	15.75	126	3.12	0.34	83.45	8.07
Harina de la nuez de la fruta de pan cocida / 90 minutos	8	8	33.63	269	135.75	1086	14.42	115.36	2.84	0.15	91.08	0.9
Caseína	8	8	76.5	612	165	1320	18.1	144.8	4.5	0.23	70.89	13.33
DLN	8	8	-7.25	-58	68	544	0.58	4.64	-0.22	2.12	75.51	9.46

Fuente: Bioterio INCAP, y Laboratorio UVG.

Tabla No. 17

No Rata	Digestibilidad Aparente					
	CRUDA	COCIDA/30MIN	COCIDA/60MIN	COCIDA/90MIN	CASEINA	DLN
R1	80.04	78.26	72.91	91.49	88.77	87.80
R2	81.18	79.71	79.26	92.61	56.57	71.68
R3	79.91	77.85	76.02	89.14	70.13	77.05
R4	80.40	78.15	76.37	89.82	68.09	65.50
Media	80.38	78.49	76.14	90.76	70.89	75.51
Desviación Estándar	0.57	0.83	2.60	1.58	13.33	9.46

Las dietas preparadas con las harinas cocinadas por 30, 60 y 90 minutos presentaron mejor aceptación e incrementos de peso de los animales en observación. La digestibilidad aparente mostró diferencias significativas, siendo las dietas con harina de la nuez cocida a 30 y 90 minutos las que presentaron los mayores resultados ($79.44 \pm 1,205$ y $83,45 \pm 8,07$, respectivamente).

Finalmente los dos estudios realizados demuestran que los animales sometidos a las dietas con harina cocida con 30 y 60 minutos, ganaron mucho más peso que las harinas cocida por 90 minutos y la cocida/30 minutos y luego tostada/2hrs a 140°C ; además estas dos dietas presentaron la relación de eficiencia proteica neta (NPR) y la digestibilidad con valores más cercanos a la muestra control (caseína).

Los tratamientos térmicos de 30 y 60 minutos son ideales para la conservación de la calidad proteínica neta de la nuez de la fruta de pan. Para garantizar la inocuidad de las harinas bajo estos dos tratamientos, se recomienda ser sometida a la eliminación de látex, con ácido acético al 2 % G.L.; y eliminación por medio de cocción o exposición al calor. Se recomienda mantener un buen manejo y almacenamiento de la misma, para evitar la presencia de sustancias nocivas para el consumo humano.

IX. CONCLUSIONES

1. De acuerdo al desarrollo de este trabajo de investigación se concluye que los tratamientos térmicos utilizados para la preparación de la harina influyen levemente en el contenido de proteína de la nuez de la fruta de pan. A pesar de los incrementos de tiempos y temperaturas de cocción en la nuez de la fruta de pan, los descensos del porcentaje de proteína en cada uno de los tratamientos térmicos a los que se le sometió, superan los porcentajes de proteínas de las harinas de consumo nacional; entre estas harinas se encuentran: Harina de Trigo = 10.5%, Arroz blanco = 7.2%, Centeno = 11.4, Maíz nixtamalizado = 9.3% de proteína. Estos resultados constituyen un aval para proponer el consumo de esta harina en combinación con otros productos alimenticios; alimentos que deberán ser producto de un nuevo diseño y desarrollo a los cuales en estudios posteriores deberá evaluarse su funcionalidad para el consumo humano, debido a que esta investigación tuvo como alcance la evaluación del comportamiento fisicoquímico, biológico y bromatológico de las harinas preparadas bajo diferentes tratamientos térmicos.
2. Los resultados obtenidos en los estudios biológicos demuestran que: para obtener buenas tasas de crecimiento en las ratas, se necesita que una dieta no sólo supla los requerimientos cualitativos y cuantitativos de nutrientes, sino que también debe ser ingerida, digerida y absorbida en la cantidad adecuada. Los análisis realizados dentro de esta investigación constituyen un respaldo para informar que las harinas preparadas con la nuez de la fruta de pan son una excelente fuente proteica, debido a su composición química, si éstas son consumidas bajo tratamientos térmicos de cocción.
3. La harina de la nuez de la fruta de pan son buenas fuentes proteicas, pero de pequeño valor nutritivo al consumidor porque no pueden ser digeridas y absorbidos por el mismo si se consumen sin algún tratamiento térmico (cruda), debido a la presencia de látex, (exudado blanco, viscoso y lechoso) que actúa como un componente no digerible para el consumo humano.
4. Se concluye que mientras más se someta la nuez de la fruta de pan a tratamientos térmicos, se logrará minimizar, el contenido de látex, ácidos cianhídricos, glucósidos cianogénicos presentes en la nuez, y mientras mejor sea el manejo y almacenamiento de la misma, se minimizará la presencia de hongos y levaduras en las harinas.

5. De acuerdo a los resultados, se acepta la hipótesis la cual literalmente dice: La harina preparada de la nuez de la fruta de pan (*Artocarpus heterophyllus*) tiene características fisicoquímicas y nutrientes adecuados para el consumo humano; se estima que la varianza de los resultados obtenidos entre los diferentes tratamientos, permiten enfatizar que todas las harinas preparadas con la nuez de la fruta de pan, sí contienen nutrientes ideales para el consumo humano con porcentajes mayores que las harinas de consumo normal, y que sólo se recomienda el consumo de esta harina si la nuez a sido sometida a tratamientos de cocción por durant treintaminutos y un segundo tratamiento con sesenta minutos; se advierte que el consumo de la nuez cruda y sin la eliminación previa de látex, puede causar intoxicaciones e indigestiones al consumidor.

La composición química muestra que la harina de la nuez de la fruta de pan, tiene muy buenas probabilidades de uso para el consumo humano ya que al ser combinada con otros productos, pueden contribuir al crecimiento normal del hombre sano.

X. RECOMENDACIONES

- h. Debido a que los resultados obtenidos de proteína en la cáscara de la nuez de la fruta de pan, casi alcanzan el valor de proteína que obtuvo la harina preparada con la nuez, se recomienda que en posteriores estudios se evalúe la forma de darle utilidad a la cáscara de la nuez de la fruta de pan, para alimento de animales entre concentrados, para que con la cáscara, se incremente el valor nutritivo de este producto.
- i. Se recomienda consumir la nuez de la fruta de pan, cocinada bajo procesos térmicos, con temperaturas mayores de 80°C por más de media hora de cocción.

Debido a la toxicidad de la nuez de la fruta de pan, la cual actúa como purgante si se come cruda, finalmente se recomienda:

- j. No consumir la harina de la nuez cruda, debido a que el látex, ácido cianhídrico, y hongos, contenidos en la semilla, continúan presentes en la harina por no haber recibido algún tratamiento térmico, lo cual se verificó con dos estudios biológicos los cuales mostraron índices de mortalidad.
- k. Es necesario que al momento de la cosecha y extracción de las nueces del pericarpio de la fruta de pan, para minimizar la contaminación y evitar proliferación de hongos y levaduras durante su almacenamiento, se manipule bajo las buenas prácticas de manufactura, y sea refrigerado rápidamente entre 5°C y 12 °C, para su mayor conservación si no se va a procesar en el momento; o procesarlo de inmediato, para evitar presencia de sustancias nocivas.

XI. BIBLIOGRAFIA

- Barbosa G. & Carnovas 2000. *Manual de laboratorio de ingeniería en Alimentos*. Edit. Acribilla S. A. Zaragoza España. P 71.
- Bressani R et al y colaboradores. 1986. *Métodos para establecer calidad tecnológica y nutricional del frijol (phaseolus vulgaris)*. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. (Incap). Guatemala.
- Codex Alimentarius. *Cereales*. 1989
- Coello, C. 1989. *Introducción a los cereales*. P 345. Edit, Acribilla.
- Costell E. 1987. *Tecnología de las harinas*. P. 186
- Centro de comercio internacional UNCTAD/GStt. 1991. *Control de calidad en la industria alimentaria*. Ginebra. P 210.
- Guatemala. 1985. *Comision de Normas Guatemaltecas*. 1985. COGUANOR NGO 34 086 h3.
- Madrid A. Madrid J. 2001. *Nuevo Manual de Industrias Alimentarias*. Edic. mundi prensa. Tercera edición. P 72, 576.
- Montes,A.L. 1981. *Cultivos de cereales*. Edit. Ginebra. P 290
- Pellett P. & Young V. 1980. *Evaluación nutricional de alimentos proteínicos*. Edic. Universidad de las naciones unidas. P 47.
- Recopilado de internet en marzo del 2005:
<http://instruct1.cit.cornell.edu/courses/hort400/mpts/artoatil.html>
- Recopilado de internet en febrero del 2005.
http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/Storage/span_dg.shtml
- Recopilado de internet en febrero del 2005.
<http://www.arbolesornamentales.com/Artocarpusaltilis.htm>
- Recopilado de internet en marzo del 2005:
<http://www.fs.fed.us/global/iitf/Artocarpusaltilis.pdf> ARCHIVO PDF.
- Recopilado de internet en febrero del 2005:
<http://www.inbio.ac.cr/bims/k03/p13/c045/o0240/f01539/g008295/s025386.htm>
- Recopilado de internet en febrero del 2005: <http://www.tropilab.com/breadfruit.html>
- Reyes H. 1998. *Ciencia y tecnología de los alimentos*. Editorial Acribilla.
- Wittig de Pena. 1989. *Análisis sensorial*. México.
- Vicente & Cenzano 2001. *Nuevo manual de industrias alimentarias*. Mundi- Prensa.

XII. Anexos

Gráfico No. 1

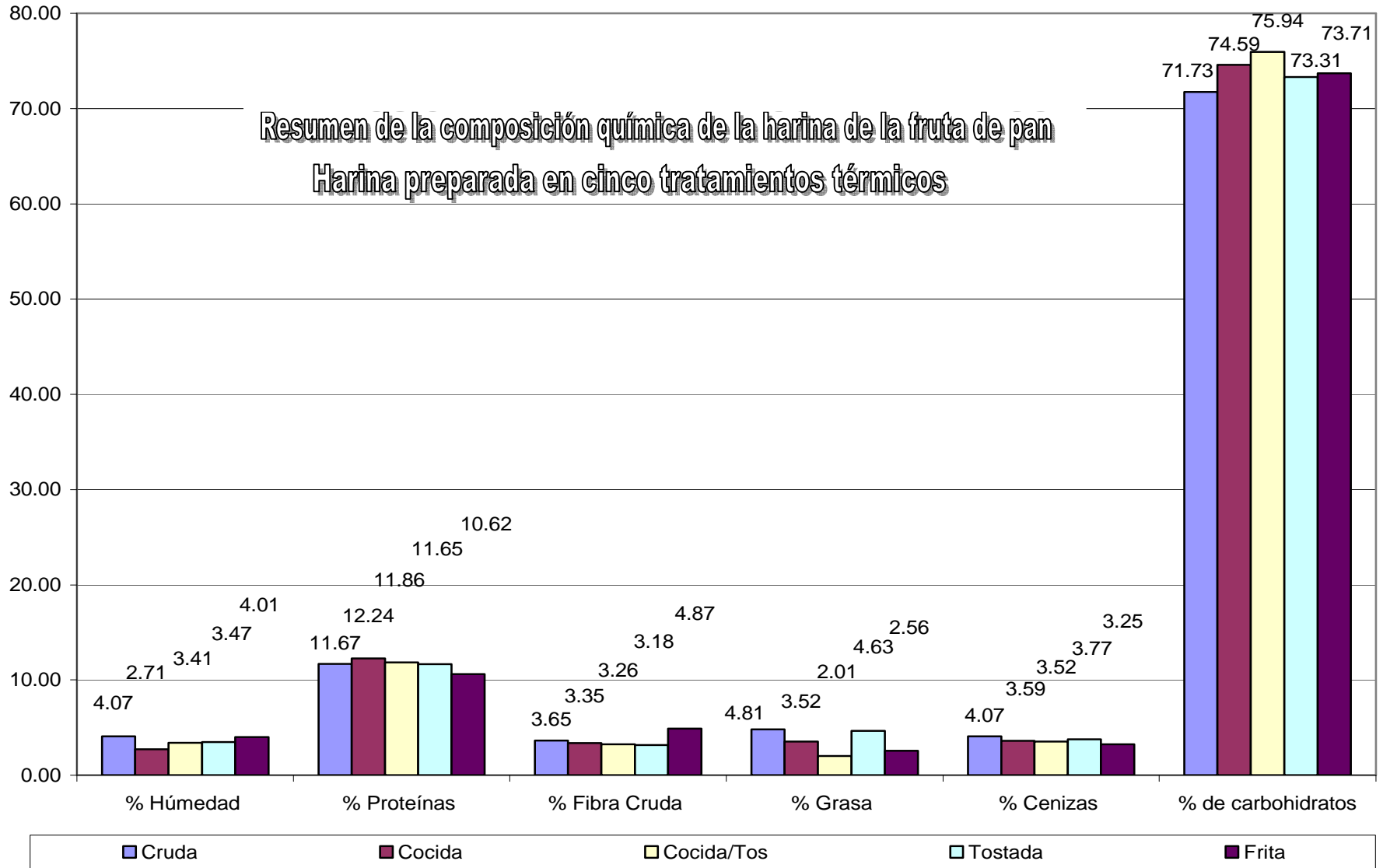


Tabla No. 18

Aumento de peso (g) "Estudio No.1"					
Rata	Harina cruda	Harina cocida	Harina Cocida/tostada	Caseína	DLN
R1	-14	15	12	91	-6
R2	-12	-8	13	82	-9
R3	-14	14	12	78	-8
R4	-11	20	8	78	-7
R5	-15	13	2	74	-8
R6	-15	-15	1	79	-6
R7	-7	9	-15	74	-8
R8	-7	-1	1	56	-6

Tabla No. 19

NPR Estudio No.1"					
Rata	Harina cruda	Harina cocida	Harina Cocida/tostada	Caseína	DLN
R1	-65.78	2.04	1.75	4.89	1.41
R2	-1.78	-1.47	1.73	4.69	-3.77
R3	-32.89	2.13	2.25	4.67	-1.52
R4	-4.06	2.28	1.65	4.98	0.54
R5	-2.52	2.11	1.10	4.32	-1.49
R6	-18.88	-15.19	1.07	4.54	1.81
R7	0.49	2.31	-14.13	4.53	-1.21
R8	0.07	0.93	1.04	4.34	2.45

Tabla No. 20

Aumento de peso (g) "Estudio No.2"						
rata	Harina Cruda	Harina cocida a 30 min	Harina Cocida a 60 min.	Harina cocida a 90 min.	Caseína	DLN
R1	-7	38	36	38	91	-6
R2	-8	38	48	36	82	-9
R3	-12	37	51	36	78	-8
R4	-11	36	38	29	78	-7
R5	-13	41	42	31	74	-8
R6	-12	34	39	33	79	-6
R7	-10	35	38	31	74	-8
R8	-10	35	40	35	56	-6

Tabla No. 21

Relación de Eficiencia proteica NPR "Estudio No.2"						
rata	Harina Cruda	Harina cocida a 30 min.	Harina Cocida a 60 min.	Harina cocida a 90 min.	Caseína	DLN
R1	0.26	3.56	3.46	2.82	4.77	1.41
R2	-0.88	3.29	3.48	2.89	4.57	-3.77
R3	-4.07	2.97	3.36	2.99	4.55	-1.52
R4	-3.92	3.12	3.33	2.92	4.86	0.54
R5	-3.38	3.06	2.76	2.88	4.21	-1.49
R6	-3.19	2.89	2.78	2.79	4.43	1.81
R7	-2.88	3.00	2.68	2.50	4.42	-1.21
R8	-1.99	2.85	3.10	2.93	4.23	2.45

Tabla No. 22

ANALISIS DE COSTOS				
Costeo para la preparación de un saco de 100 lb. de harina de la nuez de la fruta de pan				
Cantidad de materia prima = 333.34 lb. de nueces para un rendimiento de 100 lbs de harina				
Datos	Cosecha	Pelado	Proceso	Almacenamiento
Escalas salariales	Q25.00	Q30.00	Q25.00	Q0.00
Costos de materiales	Q60.00	Q10.00	Q15.00	Q5.00
Costos fijos	Q5.00	Q25.00	Q5.00	Q20.00
Costos Variables	Q5.00	Q10.00	Q45.00	Q10.00
Optimizar costos	Q5.00	Q10.00	Q20.00	Q5.00
Costeo por fase de proceso	Q95.00	Q75.00	Q90.00	Q35.00
Costeo con optimización	Q90.00	Q65.00	Q70.00	Q30.00

Total costos/saco de 100 lb. Q255.00

Costo /lb. de harina de la fruta de pan Q2.55

El proyecto de la preparación de la harina de la nuez de la fruta de pan es viable.

Tabla No. 23
Requisitos de la harina

Características físicas y químicas	Clase A o Clase B
Humedad en porcentaje en masa, máximo	14%
Proteínas en porcentaje en masa, mínimo	6,5%
Grasa, en porcentaje en masa, máximo	2,0%
Fibra cruda, en porcentaje en masa, máximo	1,0%
Cenizas, en porcentaje en masa, máximo	2,0%

Nota: Clase A = Harina corriente
 Clase B = Harina Enriquecida.

Fuente: Coguanor NGO 34 085. 1985.