



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Química

## **DETERMINACIÓN DE LA FÓRMULA DE UN ALIMENTO NUTRITIVO, BASADO EN HARINA DE PALMISTE**

**Omar Daniel Haroldo Ramírez Porres**

Asesorado por el Ing. Ronal Adolfo Herrera Orozco

Guatemala, julio de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DETERMINACIÓN DE LA FÓRMULA DE UN ALIMENTO NUTRITIVO,  
BASADO EN HARINA DE PALMISTE**

INFORME DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO DE GRADUACION  
(EPS FINAL)

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**OMAR DANIEL HAROLDO RAMÍREZ PORRES**

ASESORADO POR EL ING. RONAL ADOLFO HERRERA OROZCO  
ASESORA DE EPS: INGA. LORENA VICTORIA PINEDA CABRERA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO QUÍMICO**

GUATEMALA, JULIO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spinola de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía
EXAMINADORA	Inga. Lorena Victoria Pineda Cabrera
EXAMINADORA	Inga. Hilda Palma de Martini
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DETERMINACIÓN DE LA FÓRMULA DE UN ALIMENTO NUTRITIVO,  
BASADO EN HARINA DE PALMISTE,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, en agosto 2007.

Omar Daniel Haroldo Ramírez Porres



Guatemala, 24 de febrero de 2009.  
Ref.EPS.DOC.390.02.09.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

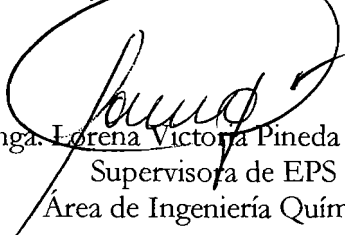
Por este medio atentamente le informo que como Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Omar Daniel Haroldo Ramírez Porres** de la Carrera de Ingeniería Química, con carné No. **9213212**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DETERMINACIÓN DE LA FÓRMULA DE UN ALIMENTO NUTRITIVO BASADO EN HARINA DE PALMISTE”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

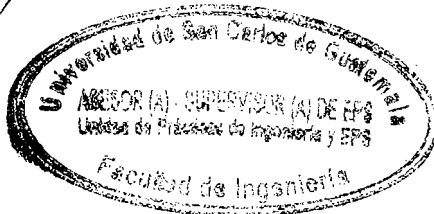
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

  
Inga. Lorena Victoria Pineda Cabrera  
Supervisora de EPS  
Área de Ingeniería Química

c.c. Archivo  
LVPC/ra





Guatemala, 24 de febrero de 2009.  
Ref.EPS.D.118.02.09.

Ing. Williams G. Alvarez Mejía  
Director Escuela de Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Alvarez Mejía.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DETERMINACIÓN DE LA FÓRMULA DE UN ALIMENTO NUTRITIVO BASADO EN HARINA DE PALMISTE"** que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Omar Daniel Haroldo Ramírez Porres**, quien fue debidamente asesorado por el **Ing. Ronal Herrera Orozco** y supervisado por la **Ingeniera Lorena Victoria Pineda Cabrera**.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano

Directora Unidad de EPS



NISZ/ra



Guatemala, 19 de mayo de 2010  
Ref. TG.050.2010

Ingeniero  
**Williams Guillermo Álvarez Mejía**  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería  
Presente.

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el Acta EPS-064-10-B-IF le informo que reunidos los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del informe final del Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-, para optar al título de INGENIERO QUÍMICO al estudiante universitario **OMAR DANIEL HAROLDO RAMÍREZ PORRES**, identificado con carné No. 92-13212, titulado "DETERMINACIÓN DE LA FORMULA DE UN ALIMENTO NUTRITIVO BASADO EN HARINA DE PALMISTE", el cual ha sido asesorado por el Ingeniero Químico Ronal Herrera Orozco y asesorado-supervisado de EPS por la ingeniera Lorena Victoria Pineda Cabrera.

Habiendo encontrado el referido informe final **satisfactorio**, se procede a recomendarle autorice a la estudiante **Ramírez Porres** proceder con los trámites requeridos de acuerdo a normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

Inga. **Teresa Lisely de León Arana, M.Sc.**  
COORDINADORA  
Tribunal que revisó el informe final  
Del trabajo de graduación

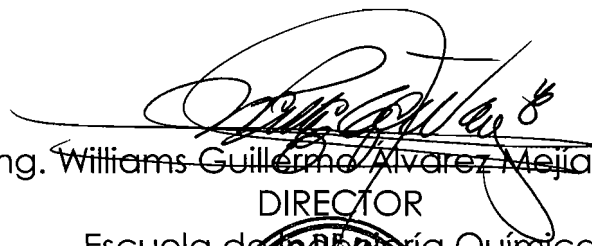


ESCUELA DE  
INGENIERIA QUIMICA

C.c.: archivo



El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS final) del estudiante **OMAR DANIEL HAROLDO RAMIREZ PORRES** titulado: **"DETERMINACIÓN DE LA FÓRMULA DE UN ALIMENTO NUTRITIVO, BASADO EN HARINA DE PALMISTE"**. Procede a la autorización del mismo, ya que reúne rigor, coherencia y calidad requeridos.

  
Ing. Williams Guillermo Alvarez Mejia; C.Dr.  
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, Julio de 2010

Cc: Archivo  
WGAM/am





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **DETERMINACIÓN DE LA FÓRMULA DE UN ALIMENTO NUTRITIVO, BASADO EN HARINA DE PALMISTE**, presentado por el estudiante universitario **Omar Daniel Haroldo Ramírez Porres**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A large, handwritten signature in black ink, consisting of a large loop and a horizontal stroke.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, julio de 2010

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>DIOS</b>	Por concederme sabiduría y paciencia para concluir mis estudios universitarios.
<b>MIS PADRES</b>	Luis Haroldo y Zoila Luz, por el apoyo incondicional y constante, consuelo y guía. Gracias mis queridos papas por su sacrificio y ejemplo, digno de imitar. Mami gracias por su ayuda e insistencia... amor eterno a mi padre que desde el cielo goza por mis éxitos.
<b>A MI ESPOSA E HIJAS</b>	Lizeth, por su paciencia y cariño. Lucy y Sofy, regalos de Dios que me dan inspiración y alegría cada día de mi vida.
<b>MIS HERMANOS</b>	Lugui y Ennio, por su apoyo y consejos. Especial amor que nos une por medio del ejemplo de nuestros padres.
<b>FAMILIA</b>	Mis abuelitos, por su gran cariño, tíos, tías y primos, por su apoyo y cariño. Gracias padrino, Carlos Vela.
<b>AMIGOS</b>	Personas cercanas a nuestra familia que me apoyaron y rezaron por nosotros.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>IX</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XV</b>
<b>OBETIVOS</b>	<b>XVII</b>
<b>HIPÓTESIS</b>	<b>XIX</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XXI</b>
<b>1. ANTECEDENTES</b>	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>3</b>
2.1. Conceptos fundamentales de alimentos nutritivos	3
2.1.1. Conceptos básicos de nutrición	3
2.1.2. Conceptos y descripción de la harina de Palmiste	3
2.1.3. Alimentos nutritivos	6
2.2. Normas aplicadas a nutrición	7
2.3. Procesamiento de harina de Palmiste	11
<b>3. DISEÑO DE METODOLÓGICO</b>	<b>17</b>
3.1. Variables	17
3.2. Delimitación del campo de estudio	17
3.3. Recursos humanos disponibles	17

3.4. Recursos materiales disponibles	18
3.5. Técnica cualitativa y/o cuantitativa	19
3.6. Recolección y ordenamiento de información	22
3.7. Tabulación y procesamiento de la información	23
3.8. Análisis estadístico	24
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>27</b>
4.1. Resultados analíticos	27
4.2. Resultados sobre el control de proceso	32
4.2.1. Preparación de harinas	32
4.2.2. Instrucciones para preparar atol	33
4.2.3. Resultados de vida útil de la mezcla de harinas	35
4.2.4. Resultados organolépticos	35
4.2.5. Resultados de capacitación y comunicación	36
<b>5. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	<b>39</b>
5.1. Proceso de la harina de palmiste	39
5.2. Determinación, control y preparación de ingredientes	39
5.3. Formulación	40
5.4. Pruebas piloto	41
5.5. Análisis del producto y proceso desarrollado	42
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>47</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>49</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>51</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>55</b>





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Guía alimentaria de Guatemala	8
2. Estrategia de mejora nutricional	9
3. Tipos de fortificación de alimentos	10
4. Resultado de sabor del alimento nutritivo	25
5. Resultado de color del alimento nutritivo	25
6. Resultado de olor del alimento nutritivo	26
7. Resultado de textura del alimento nutritivo	26
8. Diagrama de proceso de formulación del alimento nutritivo	34
9. Fotografía de charla de capacitación	36
10. Fotografía del alimento nutritivo a base de harina de palmiste	41
11. Fotografía de la degustación del alimento nutritivo	44
12. Diagrama de extracción de aceite de palmiste	59
13. Diagrama de proceso de palmistería	60
14. Fotografía de las plantas piloto de formulación	65
15. Fotografía del equipo de mezclado de harinas	66
16. Fotografía de batidoras piloto	66
17. Fotografía de molino industrial para obtener harinas finas	67

## TABLAS

I.	Parámetros fisicoquímicos de la harina de palmiste	5
II.	Perfil ácidos grasos harina extraída con solvente	5
III.	Perfil ácidos grasos harina extraída por prensado	6
IV.	Ingesta diaria recomendada	11
V.	Mezclas de harinas vrs % proteína	27
VI.	Análisis proximal del alimento formulado	28
VII.	Poder calorífico del alimento nutritivo formulado	28
VIII.	Análisis microbiológico del alimento formulado	29
IX.	Comparación bromatológica de harinas alimenticias	29
X.	Granulometría de harinas	30
XI.	Perfil de metales pesados del alimento nutritivo	30
XII.	Tabla nutricional del alimento nutritivo	31
XIII.	Estabilidad oxidativa del alimento nutritivo	35
XIV.	Resultados organolépticos	35
XV.	Lista de personal capacitado	37



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>SÍMBOLO</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
%	Porcentaje
°C	Grados centígrados
ppm	Partes por millón
ppb	Partes por billón
<	Menor que
>	Mayor que
mg	Miligramo
g	Gramo
Kg	Kilogramo
Kcal	Kilocalorías
IU	Unidades internacionales
VD	Valor diario



## GLOSARIO

<b>Ácidos Grasos</b>	Un ácido graso es una biomolécula orgánica de naturaleza lipídica formada por una larga cadena hidrocarbonada lineal, de número par de átomos de carbono, en cuyo extremo hay un grupo carboxilo.
<b>Alimento nutritivo</b>	Los alimentos son sustancias que deben ser transformadas químicamente para satisfacer la necesidad del hombre.
<b>Análisis de peróxidos</b>	Es la cantidad (expresada en miliequivalentes de oxígeno activo por kg de grasa) de peróxidos en la muestra que ocasionan la oxidación del yoduro potásico en las condiciones de trabajo descritas. La muestra problema, disuelta en ácido acético y cloroformo, se trata con solución de yoduro potásico. El yodo liberado se valora con solución valorada de tiosulfato sódico.
<b>Bromatología</b>	Es la ciencia que estudia a los alimentos en cuanto a su producción, manipulación, conservación, elaboración y distribución.
<b>Estabilidad oxidativa</b>	Es una prueba predictiva que mide dicha resistencia a la oxidación dando cierta indicación de su vida útil.

<b>Granulometría</b>	Es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños
<b>Harina</b>	La harina (término proveniente del latín farina, que a su vez proviene de far y de farris, nombre antiguo del farro) es el polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón.
<b>Harina de Palmiste</b>	Es el residuo de la extracción del aceite de la semilla de la palma africana ( <i>Elaeis guineensis</i> ), que se cultiva en zonas tropicales.
<b>Ingesta diaria</b>	La IDR es la ingesta diaria promedio que cumple con los requerimientos nutricionales de casi todas las personas saludables en una categoría específica de edad y género.
<b>Micotoxinas</b>	Son "metabolitos fúngicos cuya ingestión, inhalación o absorción cutánea reduce la actividad, hace enfermar o causa la muerte de animales (sin excluir las aves) y personas."
<b>Organoléptica</b>	Son el conjunto de descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, como por ejemplo su sabor, textura, olor, color. Todas estas sensaciones producen al comer una sensación agradable o desagradable.

<b>Palmiste</b>	Es una semilla de la palma africana ( <i>Elaeis guineensis</i> ), que se cultiva en zonas tropicales
<b>Palma africana</b>	Es una planta propia de la región tropical calurosa (selva húmeda tropical cálida), crece a altitudes por debajo de los 500 msnm, aunque se desarrolla bien en regiones pantanosas.
<b>Perfil de metales</b>	Cantidad, % o ppm (partes por millón), existente de un metal específico dentro de un alimento o muestra. Generalmente se analiza existencia de metales pesados (ej. Hierro, cobre, zinc, plomo, etc. etc.)
<b>El poder calorífico</b>	Es la cantidad de energía que la unidad de masa de materia puede desprender al producirse una reacción química de oxidación. Capacidad de energía o calorías existentes.
<b>Porción</b>	Cantidad separada de otra mayor; cantidad de comida que se da diariamente a una persona.
<b>Proteína</b>	Son macromoléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos, altamente necesarias para la nutrición.
<b>Tabla nutricional</b>	Tabla que indica el contenido porcentual de nutrientes (grasas, calorías, carbohidratos, sales, vitaminas, fibra, etc.) dentro de una porción de un

alimento, y su aportación porcentual sobre la dosis diaria recomendada.

**Toxinas**

Son proteínas o lipo-polisacáridos que causan daños concretos a un huésped.

**Vida útil**

Es la duración estimada que un objeto puede tener al cumplir correctamente con la función para la cual ha sido creado.

## RESUMEN

El presente informe contiene el estudio de la formulación de un alimento nutritivo, al utilizar como base el aprovechamiento de la harina de palmiste (subproducto de extracción de aceite de palmiste, almendra de palma de aceite), debido a su aportación de proteína, variable principal para establecer el porcentaje adecuado de harina dentro de la fórmula.

Se realizó el análisis de las aportaciones nutricionales en diferentes porcentajes de harina de palmiste, además se estudió las normas, costos y facilidad de existencia de dicha harina en mercado local. También se determinó el conjunto de ingredientes por ser utilizados en la fórmula, establecido de acuerdo con la facilidad de abastecimiento de la empresa interesada en el proyecto.

Luego de establecer el porcentaje de harina de palmiste más adecuado para la fórmula, por su aportación de proteína y su aceptación organoléptica, se establecieron los parámetros de calidad con base en los resultados de perfil fisicoquímico, bromatológico, organoléptico y nutricional del alimento formulado para ser consumido en forma de atol. Para ello se realizaron pruebas piloto de preparación y mezclado correcto de ingredientes y se determinaron las variables de control en el proceso de formulación del alimento.





## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Determinar los beneficios nutricionales que aporta la harina de palmiste y el perfil nutritivo que proporciona el atol terminado al organismo humano.

### **ESPECIFICOS**

1. Investigar las diferentes características físicas, químicas y bromatológicas de los ingredientes a ser utilizados en el alimento a desarrollar.
2. Determinar el valor nutritivo del atol formulado con harina de palmiste.
3. Establecer la composición química del atol formulado.
4. Determinar el proceso adecuado de formulación del alimento nutritivo y sus principales variables de operación.
5. Verificar los procesos de preparación de materia prima, para el mejor aprovechamiento de la harina de palmiste.
6. Orientar e informar sobre el aprovechamiento de la harina de palmiste para la formulación de un alimento nutritivo.



## **HIPÓTESIS**

Es posible formular un atol de consumo humano y nutritivo, utilizando hasta un 25% de harina de palmiste, al mezclarlo con harina de maíz y harina de arroz.



## INTRODUCCIÓN

Las diferentes actividades diarias de las personas de esta época pueden provocar ciertos desequilibrios en el organismo, los cuales se relacionan con un mayor riesgo de sufrir enfermedades. El acceso a la información correcta sobre nutrición permite mejorar y mantener la calidad de vida al incorporar alimentos más sanos a la dieta humana y mejorar la alimentación.

La necesidad socioeconómica de proporcionar alimentos de interés nutritivo es cada día más fuerte y ha sido un tema de gran interés para la industria alimentaria que desea participar en un mercado saturado de clientes cada día más exigentes. Tal es el caso de la empresa Alimentos Regia, S.A. que ha manifestado el interés por apoyar el desarrollo de nuevos productos alimenticios que proporcionen ventajas nutritivas y económicas a los consumidores.

El presente informe contiene información fundamental sobre el aprovechamiento de harina de palmiste, la cual escasamente se ha investigado para realizar alimentos humanos. Se presenta un plan de trabajo basado en objetivos concretos para determinar la fórmula correcta de combinar diferentes ingredientes, especialmente harina de palmiste, que obtenga un atol con características nutritivas.

El cumplimiento de objetivos se realiza a través de la metodología propuesta; luego se fijaron los antecedentes sobre la utilización de la harina de palmiste y se informa sus propiedades. Mientras la fase de investigación propone técnicas experimentales y los recursos a utilizarse para obtener

toda la información básica en aspectos fisicoquímicos y nutricionales que pueda indicar los beneficios de la fórmula.

A lo largo del desarrollo del proyecto, se establece un esquema del proceso piloto de incorporación de los ingredientes y producción del alimento nutritivo, así mismo se realizan varias pruebas organolépticas para determinar la aceptación del producto terminado. Todo esto como parte del Servicio Técnico Profesional. Posteriormente, se capacitará al personal que tiene a su cargo el proceso de desarrollo para dar cumplimiento a los objetivos de la fase de docencia.

Actualmente, no existe la empresa que utilice la harina de palmiste como base para diseñar alimentos nutritivos, únicamente se encuentran registros y estadísticas de su producción y tendencias de desarrollo a nivel internacional como base para concentrados de animales. Más de dos tercios del aumento previsto del consumo de harinas se concentrarán en los países en desarrollo, esto se explica por la modificación de las preferencias en el consumo que suelen acompañar al incremento de los ingresos y a la mayor concentración de la producción de productos pecuarios en esos países.

## 1. ANTECEDENTES

Actualmente, no existe un estudio de la utilización de harina de palmiste como base para diseñar alimentos nutritivos para consumo humano, como atol. Este subproducto del proceso de extracción de aceite de palmiste, únicamente se ha utilizado para consumo animal y no se ha aprovechado en otras aplicaciones. Únicamente, se encuentran registros y estadísticas de su producción y tendencias de desarrollo a nivel internacional como base para concentrados de animales.

Tanto la torta de palmiste como la harina de palmiste tienen un futuro promisorio como alimento para animales. El comercio internacional de productos básicos se refiere únicamente a la harina de palmiste, pero en realidad existen tres tipos diferentes con base en su forma física: torta de palmiste, harina de palmiste y palmiste en "pellets".

La harina extraída con disolventes se considera especialmente inapetecible y, por consiguiente, tiene que mezclarse con otros ingredientes que proporcionen características organolépticas agradables. Sin embargo, es una materia segura e inocua, y, si se toma el debido cuidado en la organización de la alimentación, los animales la comen con facilidad.

Se emplea principalmente para la alimentación de los bovinos y tiende a producir una mantequilla sólida cuando se suministra a los bovinos lecheros. Se han obtenido buenos resultados al suministrar 2-3 kg al día a los bovinos adultos.

Más de dos tercios del aumento previsto del consumo de harinas se concentrará en los países en desarrollo, esto se explica por la modificación de las preferencias en el consumo que suelen acompañar al incremento de los ingresos y a la mayor concentración de la producción de productos pecuarios en esos países.



## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Conceptos fundamentales de alimentos nutritivos

#### 2.1.1. Conceptos básicos de nutrición

Los granos, cereales y papas tienen muchas características que los hacen muy aceptables, porque son:

**Nutritivos:** proporcionan la energía que el cuerpo necesita para funcionar.

**Abundantes:** al cocinarlos duplican o triplican su volumen.

**Económicos:** su precio sigue siendo más bajo que cualquier otro alimento.

**Sabrosos:** se pueden preparar de varias maneras, solos o combinados con otros alimentos y pueden comerse en platos dulces o salados.

**Satisfacen:** dan sensación de saciedad.

#### 2.1.2. Conceptos y descripción de harina de palmiste

Actualmente son muy escasos los estudios sobre la utilización de harina de palmiste como base para diseñar alimentos nutritivos para consumo humano, como atol. Este subproducto del proceso de extracción de aceite de palmiste, únicamente se ha utilizado para consumo animal y no se ha aprovechado en otras aplicaciones.

Únicamente se encuentran registros y estadísticas de su producción y tendencias de desarrollo a nivel internacional como base para concentrados

de animales. Debido a que realmente en las últimas décadas no ha habido una escasez grande de harinas de cereales a nivel mundial, la utilización para alimento humano ha sido muy pobre, y los antecedentes de su utilización se reducen a pruebas de acidez y solubilidad. Se ha encontrado comentarios únicamente sobre el uso de harina de palmiste para incrementar niveles de proteína y disminución de polifenoles presentes en la harina.

Tanto la torta de palmiste como la harina de palmiste tienen un futuro promisorio como alimento para animales. El comercio internacional de productos básicos se refiere únicamente a la harina de palmiste, pero en realidad existen tres tipos diferentes con base en su forma física: torta de palmiste, harina de palmiste y palmiste en "pellets".

La harina extraída con disolventes se considera especialmente inapetecible y, por consiguiente, tiene que mezclarse con otros ingredientes que proporcionen características organolépticas agradables. Sin embargo, es una materia segura e inocua, y, si se toma el debido cuidado en la organización de la alimentación, los animales la comen con facilidad. Se emplea principalmente para la alimentación de los bovinos, y tiende a producir una mantecilla sólida cuando se suministra a los bovinos lecheros. Se han obtenido buenos resultados suministrando 2-3 kg al día a los bovinos adultos.

La harina de palmiste es el subproducto obtenido del proceso de extracción de aceite de palmiste (almendra de palma de aceite). El proceso para extraer el aceite puede ser por prensado o por solvente y de cada proceso se obtiene una harina con diferentes características fisicoquímicas.

En Guatemala, el aceite de palma y aceite de palmiste es extraído desde hace 15 años aproximadamente, se cuenta con más de 45,000 hectáreas

sembradas con palma. La almendra de palma corresponde al 5% en peso de cada fruto de palma.

Al aplicar a la almendra los procesos de quebrado, cocinado y hojuelado, se logra extraer el aceite de palmiste y como producto secundario resulta la harina de palmiste, la cual posee un alto valor de proteína que actualmente está siendo aprovechada sólo para la fabricación de concentrados para ganado, disminuyendo los costos de materia prima.

**Tabla I. Parámetros fisicoquímicos de la harina de palmiste**

	Harina de proceso por prensado	Harina de proceso por solvente
Humedad (%)	6.76	11.05
Aceite Residual (%)	7.83	1.59
Proteína (%)	15.06	17.05
Proteína base 10 (%)	14.59	17.25
Proteína base seca (%)	16.50	19.17
Fibra (%)	26.32	20.21
Cenizas (%)	3.42	3.50

Fuente: Laboratorio Físicoquímico, **Olmecca S.A.**

**Tabla II. Perfil de ácidos grasos**

**Harina de palmiste proceso por solvente**

Harina de palmiste – solventes								
	C<10	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
<b>% Grasa Vrd.</b>	10,0	46,0	15,0	8,0	2,0	18,0	1,0	0,4
<b>% Alimento</b>	0,12	0,54	0,18	0,09	0,02	0,21	0,01	--
Macro minerales (%)								
	Ca	P	Pfisico	Pdisp.	Pdisg. Av	Pdig:Pr c		
	0,25	0,59	0,47	0,15	0,26	0,17		
	Na	Cl	Mg	K	S			
	0,02	0,16	0,29	0,62	0,27			
Micro minerales y vitaminas (mg/Kg)								
	Cu	Fe	Vit. E	Biotina	Colina			
	28	330	--	--	--			

Fuente: Laboratorio Físicoquímico Olmecca S.A.

**Tabla III. Perfil de ácidos grasos  
Harina de palmiste proceso por presión**

<b>Harina de palmiste – presión</b>								
	C<10	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1	C18.2	C18:3
<b>% Grasa Vrd.</b>	10,0	46,0	15,0	8,0	2,0	18,0	1,0	0,4
<b>% Alimento</b>	0,65	3,00	0,98	0,52	0,13	1,17	0,06	--
<b>Macro minerales (%)</b>								
	Ca	P	Pfisico	Pdisp.	Pdisg. Av	Pdig:Pr c		
	0,21	0,58	0,46	0,15	0,26	0,17		
	Na	Cl	Mg	K	S			
	0,02	0,16	0,26	0,62	0,29			
<b>Micro minerales y vitaminas (mg/Kg)</b>								
	Cu	Fe	Vit. E	Biotina	Colina			
	28	410	--	--	--			

Fuente: Laboratorio Físicoquímico, **Olmecca S.A.**

### **2.1.3. Alimentos nutritivos:**

La teoría indica que un alimento nutritivo es todo alimento necesario para que el cuerpo se mantenga sano. Cuando el organismo no recibe el aporte que necesita comienza a consumir sus propias reservas energéticas, lo cual conduce a la desnutrición.

Los nutrientes son sustancias presentes en los alimentos que proporcionan la energía necesaria para realizar las actividades diarias, ayudan al cuerpo a crecer y a mantenerse sano y también sirven para fortalecer las defensas contra las enfermedades. Por lo tanto, el régimen alimentario debe ser adecuado en cuanto a la calidad y cantidad de los alimentos.

Los nutrientes tienen las siguientes funciones principales:

- a) Energéticos: hidratos de carbono (almidones). Se incluyen el azúcar, dulces, pastas y harinas. Los aceites y las grasas animales o vegetales con nutrientes energéticos.

- b) Constructores: proteínas vegetales o animales. Generalmente al escuchar “proteína” se piensa en carne, pero las proteínas vegetales merecen un comentario especial por el alto valor biológico. Tal es el caso de la proteína vegetal aportada por la harina de palmiste, que será utilizada en el desarrollo de un alimento nutritivo.
- c) Reguladores: minerales y vitaminas.

Los granos, cereales o papas deben ser la base de la alimentación, porque proporcionan energía para el funcionamiento de todos los órganos y para desarrollar las actividades diarias. En este grupo se encuentran:

- a) Maíz o cualquier preparación hecha a base de maíz, por ejemplo: tortillas, tamalitos, chuchitos, atol de masa o de elote.
- b) Leguminosas, como los frijoles de cualquier color y en cualquier preparación: parados, colados o volteados; soya, garbanzos y lentejas.
- c) Arroz en cualquier preparación.
- d) Trigo, principalmente: pan, fideos y pastas
- e) Atoles: de haba, de maicena, de elote, de harina de palmiste, etc.

## **2.2. Normas aplicadas a nutrición**

La malnutrición por micronutrientes, MNM, es un problema de salud pública que ocurre en naciones industrializadas y con mayor frecuencia en países en desarrollo. La tecnología moderna para combatir la MNM se encuentra disponible y su costo es asumible. La fortificación de alimentos es una medida de creciente factibilidad y aplicación en los países en desarrollo y según su categoría puede clasificarse en restauración fortificación o enriquecimiento y equiparación.

El agregado de nutrientes a los alimentos puede ser obligatorio o voluntario, según sea ordenado y controlado por el sector oficial o por iniciativa propia de la industria.

**Figura 1. Guía alimentaria para Guatemala**



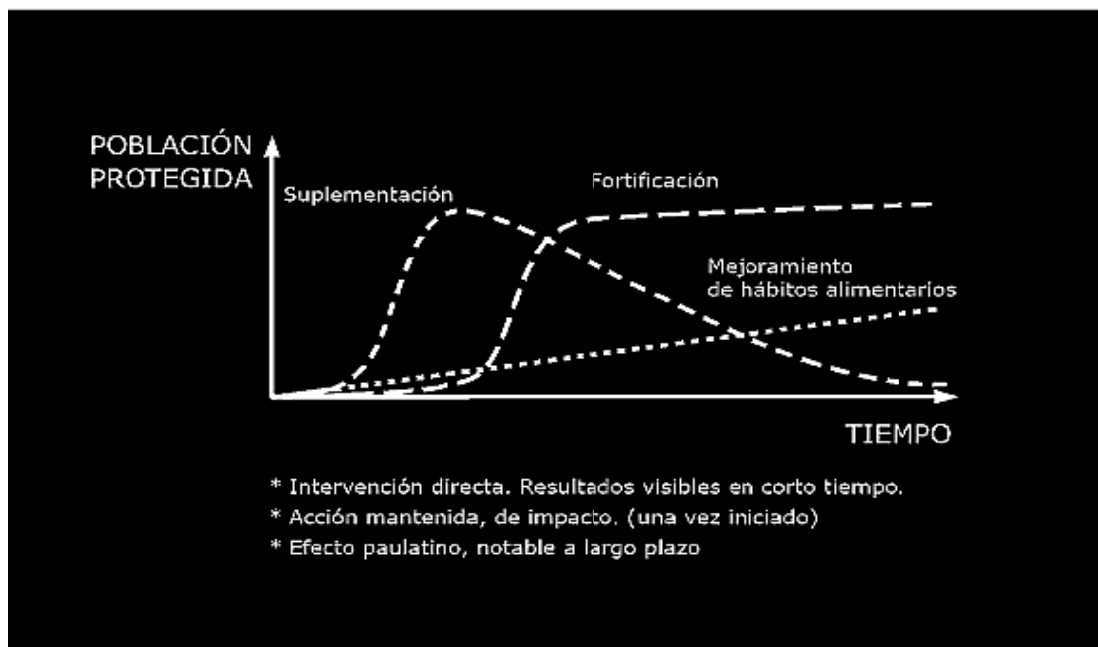
Fuente: Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá.

En los últimos 20 años, la MNM se ha reconocido como un importante problema de salud pública en detrimento de la salud humana y con efectos desastrosos en la productividad y en el desarrollo de los países. Los efectos adversos de la deficiencia de micronutrientes no siempre son clínicamente evidentes; así, niveles moderados de deficiencia pueden acarrear serios efectos en el comportamiento y rendimiento del individuo. No obstante tecnología moderna para combatir la MNM se encuentra disponible, es fácil de implementar y su costo es asumible. Más aún, en las últimas décadas ha habido una manifiesta respuesta de la comunidad internacional con la efectiva colaboración del sector privado para enfrentar este problema.

Las estrategias disponibles hasta el presente e implementadas en diversas regiones se resumen en: suplementación, fortificación, biofortificación, mejoramiento de los hábitos alimentarios, suplementación-fortificación y medidas de salud pública.

**Figura 2. Estrategias para mejoramiento nutricional**

Tres estrategias complementarias



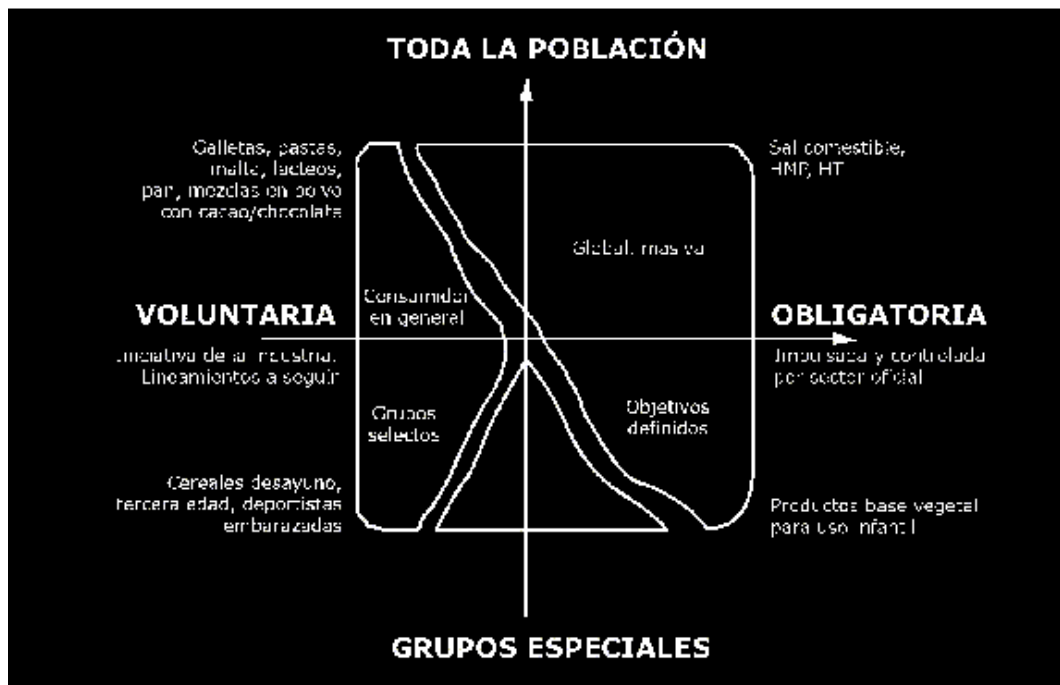
Fuente: Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá.

La Figura 3 ilustra sobre los tipos de fortificación, en la cual se relaciona la fortificación voluntaria con la obligatoria y si es dirigida a toda la población o a grupos especiales. En el cuadrante superior derecho, se tiene la fortificación de carácter obligatorio dirigida a toda la población, la cual es implementada, dirigida y controlada por el sector oficial; también es llamada global o masiva.

En sentido de las agujas del reloj, se tiene en la parte inferior derecha igualmente la fortificación obligatoria pero destinada a grupos especiales. En el cuadrante inferior izquierdo se aprecia la fortificación también dirigida a grupos selectos pero de carácter voluntario, es decir por iniciativa de la industria. Como ejemplos se tienen la fortificación de los cereales para el desayuno, alimentos para la tercera edad, para deportistas y para embarazadas.

En el cuadrante superior izquierdo se muestra igualmente la fortificación voluntaria destinada al consumidor en general, también por iniciativa del sector industrial. Se pueden enumerar aquí diversos ejemplos, la fortificación de galletas dulces y saladas, de pastas alimenticias, de lácteos, pan, malta y mezclas varias en polvo a base de cacao y/o chocolate.

**Figura No. 3: Tipos de fortificación de alimentos**



Fuente: Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá.



**Tabla IV: Ingesta diaria recomendada**

		<b>IDR Costa Rica</b>	<b>RDI/RDA</b>	<b>IDR Incap</b>	<b>Caribbean</b>
Energía	MJ (Kcal)	9,5 (2300)			12,6 (3000)
Proteína	g	50			53
Vitamina A	IU/mcg	3333/1000	5000/1500	2500/750	2500/750
Vitamina C	mg	60	60	60	30
Calcio	mg	800	1000		500
Hierro	mg	14	18		19
Vitamina D	IU/mcg	200/5	400/10	400/10	100/2,5
Vitamina E	IU/mcg	10	30	15	15
Tiamina	mg	1.4	1.5	1.2	1.2
Riboflavina	mg	1.6	1.7	1.4	1.7
Niacina	mg	18	20	19	20
Vitamina B6	mg	2	2	1.5	2
Acido Fólico	mcg	400	400	200	200
Vitamina B12	mg	3	6	1	2
Fósforo	mg	800	1000		
Ioduro	mcg	150	150		
Magnesio	mg	300	400		350
Zinc	mg	15	15		
Cobre	mcg	15	2000		
Biotina	mcg	150	300		
Acido Pantotenoico	mg	6	10		

Fuente: Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá.

## **2.3. Procesamiento de harina de palmiste**

### **2.3.1 Almacenamiento de materia prima**

La descarga de la almendra de palmiste se puede realizar de dos formas: manual y neumáticamente. La descarga por el sistema neumático tiene la ventaja que la almendra pasa por una limpiadora de impurezas que a la vez separa la almendra quebrada de la entera. Esta separación se hace para evitar que la mayor parte de almendra quebrada entre a los silos de almacenamiento, ya que ésta al estar expuesta al ambiente se oxigena y hace que se oxide fácilmente e incrementa así el porcentaje de la acidez.

### **2.3.2 Quebrado de almendra**

Las operaciones de quebrado y las condiciones que se perciben son: obtener fragmentos de almendra que faciliten la mayor extracción de aceite, quebrar la almendra entera en seis a ocho partes, tener el cuidado de no producir partes demasiadas finas, ya que estas afectarían la posterior extracción del aceite. Aquí se inicia el acondicionamiento de la almendra para facilitar la operación de *roller* hidráulico; dado que la humedad de la almendra almacenada suele ser baja, se utiliza un acondicionador en el cual se le agrega agua para elevar el porcentaje de humedad de la almendra.

### **2.3.3 Proceso en *roller* laminador**

Esta operación es importante para lograr un buen cocinado, aquí la almendra se transforma en pequeñas hojuelas y hace mayor la superficie expuesta a la condiciones del cocinado. Para hacer una buena hojuela es indispensable que la almendra esté húmeda.

### **2.3.4 Proceso de cocinado**

Esta operación consiste en destruir las pequeñas celdas de la almendra de palmiste dentro de las cuales se encuentra las moléculas de aceite y esto se logra romper mediante calor y humedad. La humedad de cocinado debe estar entre 12 y 13 % con una temperatura de 190 a 200°F. Es importante que la almendra haya sido hojueleada para lograr la penetración de calor y humedad.

### **2.3.5 Proceso de secado**

Una vez se ha cocinado la almendra, el exceso de humedad es innecesario lo cual se elimina mediante el secado. La humedad de la almendra al salir del secador debe ser de 7 a 8.5 %.

### **2.3.6 Rollers mecánicos verticales**

Después de pasar los secadores se vuelve a hojuelear para que el hexano pueda penetrar las partículas de la almendra que contienen el aceite y así facilitar la extracción del mismo.

### **2.3.7 Extracción de aceite por solvente**

La extracción del aceite de palmiste es función de tres factores muy importantes que son: humedad, temperatura y hojueado.

- a) Humedad de 7 a 8.5 % al entrar al extractor
- b) Temperatura de 70 a 85° al entrar al extractor.
- c) El hexano debe ser 100% puro y de grado alimenticio; la planta estudiada es marca comercial D`SMET, y tiene una capacidad de 100 TM/día, y emplea la técnica de flujo a contra corriente, las hojuelas entran al extractor por una tolva de alimentación y comienza a circular por una banda continua articulada y levemente inclinada para mejorar la permeabilidad.

Este material es rociado sucesivamente por los distribuidores de MISCELA (aceite + hexano) que la distribuyen uniformemente. Después de la percolación a través de la capa, la miscela enriquecida se recoge en tolvas bajo la banda y es enviada bien sea al rociador sobre la tolva o al de la siguiente de

manera regulada. Entre sección y sección hay un rastrillo articulado que rasca la capa superior del material, lo cual mejorará la percolación e impedirá la circulación superficial del solvente.

Contiene otros sistemas de lavado y limpieza de la banda, variador de velocidad de la misma, evacuación de la torta, evacuación de la miscela; el extractor cuenta con 10 etapas o bombas rociadoras que tienen una capacidad de 30 m<sup>3</sup>/h de miscela. Para la extracción de aceite de palmiste se utilizan de siete a ocho etapas, si el acondicionamiento es bueno esta operación garantiza un aceite residual en la harina de 1.0 a 2.5 %.

### **2.3.8 Destilación de la miscela**

Con respecto a la destilación de miscela, el sistema de D`SMET utiliza un sistema de vacío y bajas temperaturas de operación en todas las etapas de destilación, con el fin de tener un aceite crudo de calidad. Desde el tanque de miscela y regulando su concentración, se operan sobre la miscela varias etapas de condensación y calentamiento; se utiliza como energía en el primer evaporador o economizador donde se inicia la destilación principal, únicamente del calor de los gases que salen del desolventizador de harinas por medio de un ducto superior.

El sistema tiene tres toberas para crear vacío que dependen de las etapas del proceso de recuperación de hexano. VACÍO 1, que debe estar arriba de los 400 mm Hg. VACÍO 2, éste debe estar a 500 mm Hg, y VACÍO 3, que debe estar a 600 mm Hg., el cual es fundamental para la eliminación de los residuos de hexano. Los tres niveles de vacío deben respetarse para que haya una buena destilación y succión de los gases de hexano y su posterior condensación; si los niveles de estos vacíos son bajos, el aceite obtenido puede

contener residuos de hexano. Al aceite que sale del equipo de destilación final (separación hexano-aceite) se le hace la prueba del FLASH POINT para detectar si lleva residuos de hexano.

Si el laboratorio detecta hexano, este aceite se bombea al tanque de reproceso; si se determina que el aceite no contiene hexano, se bombea a tanques de aceite extraído; al llenarse uno de estos tanques se bombea para que el aceite crudo sea filtrado en un filtro prensa, el aceite ya filtrado se bombea a los tanques de almacenamiento en donde se realizan los siguientes análisis de control:

- a) Temperatura, °C
- b) Flash Point, °C
- c) Acidez, % (ácidos grasos libres)
- d) Color Lovibond.
- e) Humedad, %.

### **2.3.9 Desolventizador tostador**

La torta extractada retiene disolvente, el cual tiene que ser evaporado y para ello se transporta al desolventizador, este aparato cuenta con cinco pisos cilíndricos verticales, de tal manera que los tres primeros son de desolventizado y los otros dos de secado. A los tres primeros pisos se les inyecta vapor vivo, a través de ciertos dispositivos.

Los gases de este equipo, que salen hacia arriba en contra corriente con la harina, pasan por el ducto principal superior. Los fondos de cada piso se calientan con vapor para desolventizar la harina de palmiste. Para un mejor entendimiento del proceso de palmiste se puede observar el diagrama de proceso en **Anexo 3 y 4.**



### 3. DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1 Variables

Se estudió como variable determinante de la formulación adecuada del alimento nutritivo, el porcentaje de proteína aportada por la harina de palmiste.

#### 3.2 Delimitación del campo de estudio

El presente estudio aplica únicamente a la harina de palmiste, no a todas las harinas similares o que ya se utilizan para consumo humano. Se realizaron cinco fórmulas principales en las cuales se incrementaron e porcentaje de harina de palmiste como fuente de proteína:

5%	10%	15%	20%	25%
%proteína	%prot.	%prot.	%prot.	%prot.

#### 3.3 Recursos humanos disponibles

- Director EPS: Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
- Director Escuela Ing. Química: Ing. Williams Guillermo Alvarez Mejía.
- Asesor: Ing. Ronal Herrera Orozco
- Supervisor: Inga. Lorena Victoria pineda Cabrera.
- Responsable del Estudiante: Ing. Ronal Herrera e Ing. Rafael Vidaurre.
- Estudiante de EPS: Bachiller Omar Daniel H. Ramirez Porres.

### **3.4 Recursos materiales disponibles**

#### **3.4.1 Analítico**

Se cuenta con un laboratorio Físicoquímico y Microbiología en Alimentos Regia, un laboratorio de Bromatología USAC, un laboratorio físicoquímico Ministerio de Energía y Minas.

#### **3.4.2 Maquinaria**

Se cuenta con una planta piloto de mezclado y cocinado en laboratorio de Alimentos Regia, válvulas, un agitador, un homogeneizador, tubería de acero inoxidable, etc.

#### **3.4.3 Servicios**

La planta piloto y el laboratorio de Alimentos Regia, tiene servicio de agua, vapor, electricidad 110, 220 V.

#### **3.4.4 Financiero**

De acuerdo con el presupuesto planteado para el estudio y apoyo de Alimentos Regia.

#### **3.4.5 Soporte técnico**

Computadoras, impresoras, teléfono, fax, material de oficina.

#### **3.4.6 Información**

Internet, bibliotecas, entrevistas y comentarios, etc.



### 3.5 Técnica cualitativa o cuantitativa

#### 3.5.1 Caracterización de ingredientes

Se realizó análisis fisicoquímicos de la harina de palmiste cruda procedente de la planta Extractora de Aceite de Palmiste, Olmeca S.A. ubicada en La Gomera, Escuintla. La elección de ingredientes se centró principalmente en la utilización de materias primas fáciles de conseguir en el mercado nacional y que estuvieran dentro del *stock* de materias primas de proceso en la planta de Alimentos Regia S.A. Por lo tanto, se decidió utilizar harina de arroz, la cual ya se encuentra en planta Regia para elaboración de otros productos alimenticios y se decidió también utilizar maíz por su presencia abundante en el mercado nacional. De una vez con el objetivo de bajar costos en formulación, se decidió dejar un porcentaje de maíz blanco en lugar del amarillo.

#### 3.5.2. Formulación

Se realizaron cinco fórmulas principales en las cuales se incrementó el % de harina de palmiste como fuente de proteína:

5%	10%	15%	20%	25%
%proteína	%prot.	%prot.	%prot.	%prot.

#### 3.5.3. Pruebas piloto

A nivel planta piloto se realizaron seis corridas con la dosis de harina de palmiste elegida. Y fue la más alta (25%) debido al considerable aporte de proteína. Las pruebas piloto se realizaron a nivel laboratorio de desarrollo, se

utilizó molienda, pesaje en balanza digital, un mezclador de harinas y posterior evaluación de calidad.

#### **3.5.4 Caracterización de fórmula**

Se realizaron análisis fisicoquímicos correspondientes para establecer los parámetros de control sobre la formulación y análisis bromatológicos de la mezcla final, para establecer el perfil de calidad del alimento desarrollado e información necesaria para determinar los aspectos nutritivos aportados por el alimento hacia el consumidor.

#### **3.5.5 Investigación vida útil**

Se realizó el estudio de anaquel por medio de un equipo de análisis de oxidación acelerada, OSI (calcula las horas AOM, detectando el periodo de inducción en el cual el alimento desestabiliza su nivel de peróxidos).

#### **3.5.6 Pruebas Microbiológicas**

Se realizó análisis microbiológico para determinar presencia de microorganismos patógenos y micotoxinas, por ser considerados como de mayor importancia en el control de calidad de un producto alimenticio.

#### **3.5.7 Pruebas organolépticas**

Se realizó un panel de preferencia de las seis dosis sugeridas de harina de palmiste, para transformar los aspectos organolépticos del alimento en datos

concretos de selección de un alimento agradable al paladar y por lo tanto consumible (ver Anexo 9).

### **3.5.8 Cumplimiento de normas**

Con base en la fórmula determinada se estableció el porcentaje de nutrientes, se proporcionó una tabla de factores nutricionales, y se usó como base de cálculos las normativas vigentes en Guatemala y Codex Alimentarius.

### **3.5.9 Control del proceso**

Se realizó un diagrama de flujo del proceso de preparación de la harina de palmiste y se efectuó el procedimiento escrito del proceso piloto de formulación del alimento nutritivo desarrollado, para ello se utilizó una computadora.

Se efectuaron varias pruebas piloto sobre el proceso de formulación para establecer la mejor forma de incorporación de las materias primas y eficiencia del proceso. Se realizaron paneles organolépticos para establecer si con el proceso determinado, se logra la aceptación por parte de los consumidores.

Se ejecutó la interpretación de análisis, físicos, químicos y organolépticos, utilizando metodología indicada en el protocolo de evaluación de los laboratorios de referencia.

Se interpretaron los resultados de pruebas de oxidación acelerada para establecer la vida útil que tendrá el alimento nutritivo en anaquel.

### **3.5.10 Comunicación de la información**

- a) Se realizó la capacitación del departamento de Aseguramiento de Calidad, sobre aspectos nutritivos del alimento formulado. Ésta fue en un salón de reuniones de la empresa por medio de explicaciones directas en pizarra y ayuda de un proyector.
  
- b) Se realizó la capacitación del personal de Desarrollo e Investigación que tendrá a su cargo la evaluación futura para realizar el proceso industrial: molienda, mezcla y envasado. Se explicó las variables críticas sobre la preparación de materia prima y formulación del alimento nutritivo; control de proceso a nivel piloto y resultados esperados.

### **3.6 Recolección y ordenamiento de información**

La recolección de datos se basó en los recursos y metodologías aplicadas para cada técnica cualitativa y cuantitativa; en el inciso 3.5 se describe la forma de trabajo para obtener la información técnica necesaria.

La recolección de los resultados dependió del ritmo de trabajo y eficiencia de cada laboratorio que intervino, para el análisis de las diferentes características tanto de materias primas como del alimento formulado.

Con respecto al orden de la información adquirida de la investigación, se puede indicar que la información preliminar se clasificó como se indica a continuación:

- a) Información fisicoquímica de harina de palmiste
- b) Información bromatológica de aportación de harina de palmiste
- c) Información organoléptica para seleccionar el porcentaje ideal de harina de palmiste
- d) Información fisicoquímica de alimento formulado

### **3.7 Tabulación y proceso de la información**

El procedimiento para procesar la información adquirida durante la investigación y pruebas fue:

- a) Elección de materias primas y preparación inicial: pesaje, pre-molienda, secado.
- b) Realización de mezclas de harina de palmiste propuestas para el estudio, a nivel laboratorio.
- c) Las mezclas fueron cocinadas y preparadas para consumo humano.
- d) Realización de análisis organolépticos para determinar el porcentaje de mayor aceptación dentro del panel de degustación.
- e) Luego de recolectar información organoléptica, se procedió con la tabulación de resultados para realizar un análisis estadístico.
- f) Preparación y pesaje de ingredientes para *batch* piloto de formulación del alimento nutritivo con el porcentaje de harina de palmiste aceptado organolépticamente.

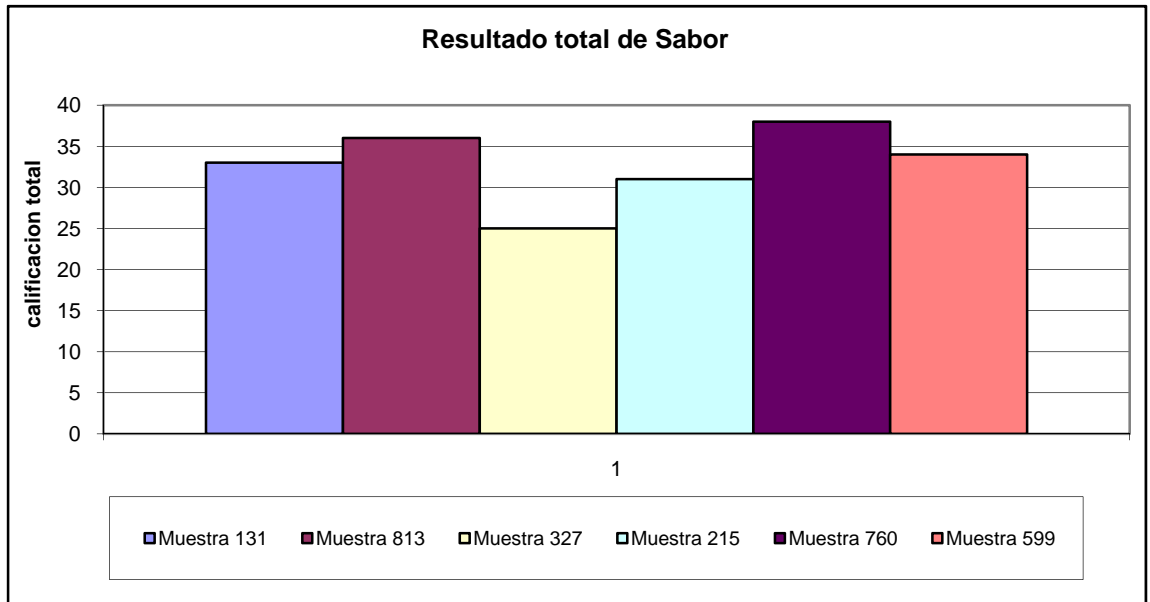
- g) Como la mayor parte de resultados analíticos son puntuales, no fue necesario un proceso especial de la información, el cual implicara cálculos, estimaciones, programas, etc.
- h) Con base en los resultados de análisis fisicoquímicos se procedió a la formulación del alimento nutritivo con todos los ingredientes correctos.
- i) El alimento formulado se analizó para determinar sus aportaciones nutricionales al ser consumido.
- j) Toda la información obtenida del análisis del alimento formulado y de la harina de palmiste fue revisada y tabulada en cuadros (ver cuadros de resultados, inciso 4); luego se trasladó hacia el cuadro No. 8, que contiene el resumen del perfil nutricional del alimento formulado con harina de palmiste.

### **3.8 Análisis estadístico**

Debido a la naturaleza y metodología aplicada para la determinación del porcentaje de harina de palmiste más adecuado dentro de la fórmula de un alimento nutritivo, los datos más significativos posibles de tabular y analizar estadísticamente son los resultados de análisis organoléptico, ya que los perfiles fisicoquímicos y bromatológicos son puntuales.

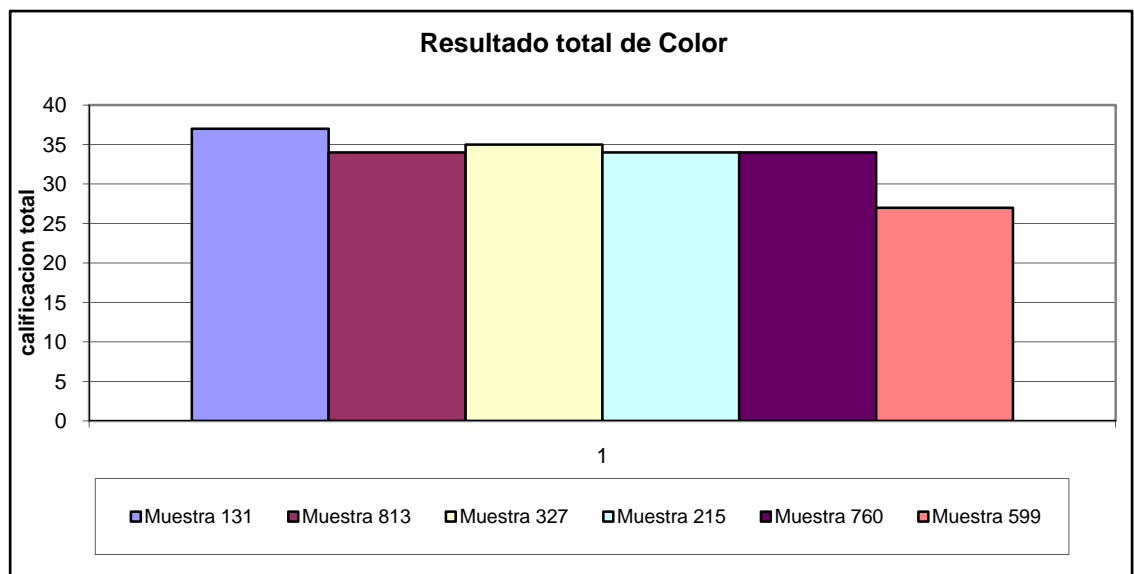
A continuación se muestran las graficas resultantes del análisis de pruebas organolépticas sobre la aceptación de las distintas fórmulas de alimento que usando como base la harina de palmiste. La tabla referencia de las siguientes cuatro gráficas, se encuentra en el capítulo de resultados organolépticos: Cuadro 14, capítulo 4.2.4.

**Figura 4. Resultado de sabor**



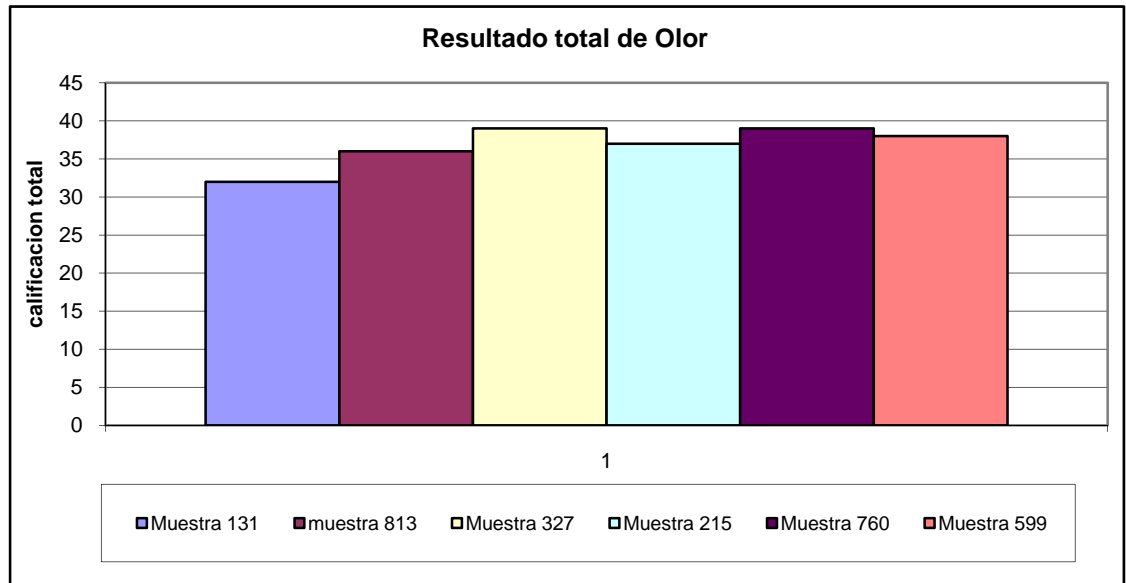
Referencia: cuadro 14, resultados organolépticos.

**Figura 5. Resultado de color**



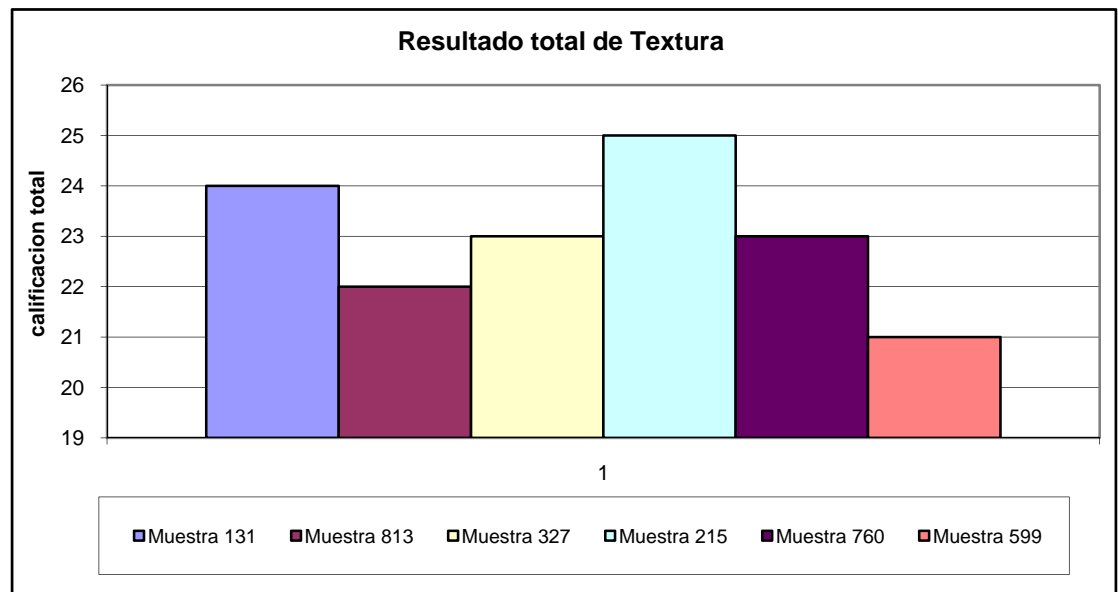
Referencia: cuadro 14, resultados organolépticos.

**Figura 6. Resultado de olor**



Referencia: cuadro 14, resultados organolépticos.

**Figura 7. Resultado de textura**



Referencia: cuadro 14, resultados organolépticos.



## 4. RESULTADOS

### 4.1 Resultados analíticos

Como resultado de los análisis desarrollados, según las técnicas experimentales propuestas, se obtuvieron los siguientes cuadros como especificaciones técnicas de la mejor mezcla de harinas.

**Tabla V. Mezclas de harinas vrs. % proteína**

El cuadro siguiente muestra las diferentes formulaciones realizadas a nivel piloto para luego determinar el nivel de proteína y la calidad organoléptica.

Harina %	Mezcla # 1	Mezcla # 2	Mezcla # 3	Mezcla # 4	<b>Mezcla # 5</b>	Mezcla # 6	Mezcla # 7
Harina de maíz amarillo	35	35	35	35	<b>30</b>	20	20
Harina de maíz blanco	35	35	35	30	<b>30</b>	20	20
Harina de arroz	25	20	15	15	<b>15</b>	20	10
Harina de palmiste	5	10	15	20	<b>25</b>	40	50
% PROTEINA	8.06	8.64	9.12	9.88	<b>10.75</b>		12.02

**Fuente:** Laboratorio Desarrollo e Investigación, Alimentos Regia, S.A.

**Tabla VI. Análisis proximal mezcla No. 5 (atol mezclado)**

Descripción de la muestra	Base	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	Proteína Cruda %	Cenizas %	E.L.N. %
Mezcla de Harina No.5	Seca	8.95	91.05	3.30	6.20	10.75	1.77	77.98
Reg.248	Como Alimento	-	-	3.01	5.64	9.79	1.61	-

Este cuadro muestra el perfil bromatológico de la mezcla final de harina, como atol, a base de harina de palmiste.

**Fuente:** Laboratorio Bromatológico, Universidad de San Carlos de Guatemala.

**Tabla VII. Poder calorífico de harinas**

Muestra	Descripción	Método de Análisis	Resultado (b)
Mezcla No.5 para atol	Calor de combustión superior, MJ/Kg	ASTM D-240	(c) 16.94
Harina de Palmiste	Calor de combustión superior, MJ/Kg	ASTM D-240	(c) 16.85

Este cuadro muestra el poder calorífico BTU/lb generado por el atol preparado (mezcla No5) utilizando harina de palmiste al 25% dentro de su fórmula.

**Fuente:** Laboratorio del Ministerio de Energía y Minas. Guatemala.

**Tabla VIII. Análisis microbiológico**

<b>mico toxinas:</b>	<b>Resultados:</b>
Aflatoxinas	3.00 PPB
Ochratoxina	NP PPB
Fumonisina	0.448 PPM
Vomitoxina (DNO)	NP PPM
Zearalenona	NP PPM
<b>microbiología:</b>	
RBT	< 90 Col/g
Coliformes	0 Col/g
Hongos	< 10 Col/g

Este cuadro muestra la concentración Microbiológica presente en la mezcla preparada para atol, con el objetivo de establecer su calidad para consumo humano.

**Fuente:** Laboratorio Mycotox S.A.

**Tabla IX. Comparación bromatológica de harinas.**

Reg.	Descripción de la muestra	Base	Proteína Cruda %	F.A.D. %	F.N.D. %	Dig. Pepsina %	Dig. K.O.H.
207	Harina Incaparina	Seca	22.12	19.79	28.44	92.33	78.37
208	Harina Mezcla No.5 de Palmiste	Seca	14.52	21.26	38.34	76.49	81.20

El cuadro anterior muestra el Resultado Bromatológico de la mezcla de harina para atol No.5. vrs la referencia (Incaparina), con el objetivo de establecer la cantidad y calidad de fibra presente y la digestibilidad de la harina preparada como atol.

**Fuente:** Laboratorio Bromatológico, Universidad de San Carlos de Guatemala.

**Tabla X. Granulometría de harinas**

El cuadro siguiente muestra la comparación de la granulometría presente en la mezcla de harina para atol, al utilizar harina de palmiste, con el objetivo de establecer el control de

Harina No. 2 Incaparina			Harina No.5 Palmiste		
Mesh	Peso(g)	Retenido %	Mesh	Peso (g)	Retenido %
35	0.40	0.11	20	2.07	0.54
60	7.29	1.93	35	26.98	7.06
80	10.43	2.77	48	83.95	21.97
100	7.41	1.96	60	62.17	16.27
150	39.7	10.55	80	54.19	14.18
200	123.39	32.72	100	31.08	8.14
270	174.05	46.15	150	26.74	7.00
325	12.31	3.26	200	25.88	6.77
400	1.17	0.31	270	42.27	11.06
Mayor que 400	0.89	0.24	325	21.58	5.65
			400	1.95	0.51
			Mayor que 400	3.18	0.83

proceso de molienda.

**Fuente:** Laboratorio del Ministerio de Energía y Minas de Guatemala.

**Tabla XI: Perfil de metales pesados**

Muestras	Hierro (PPM)	Cobre (PPM)	Zinc (PPM)
Palmiste*	1.4890	20.06	0
Mezcla de Harinas No.5	4.0128	0.10	0
Referencia Incaparina	4.1610	0	0

La Tabla XI muestra los contenidos, en partes por millón, de los metales pesados que se consideraron importantes con posibilidad de estar presentes en el alimento. \*Se tomó en cuenta la aportación de la harina pura de palmiste como Materia Prima.

**Fuente:** Laboratorio Desarrollo e Investigación, Alimentos Regia, S.A.

**Tabla XII. Tabla nutricional,  
atol con harina de palmiste**

**HARINA PALMISTE 450 gramos**

<b>Información Nutricional</b>		
Tamaño de porción 1 vaso	(18.75 g)	
Número de porciones:	24	
Cantidad por porción		
KCal	75	
KJoules	315	KCal de Grasa 5
		% VD*
Grasa total	1 g	1,0%
Grasa saturada	0.3 g	0,3%
Colesterol	0 mg	0%
Sodio	0 mg	0%
Carbohidratos totales	8.8 g	3%
Fibra dietética	3.7 g	18%
Azúcar	0 g	
Proteína	3 g	7%
<p>(*) Los porcentajes del requerimiento diario y de las recomendaciones se basan en niños de 7 a 10 años (Fuente: Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP, 1996.)</p>		

**Ingredientes:**

Harina de maíz, harina de palmiste, harina de arroz.

## 4.2 Resultados sobre el control de proceso

### 4.2.1 Preparación de harinas

#### 4.2.1.1. Harina de maíz amarillo:

- a) Se selecciona el maíz libre de humedad, insectos, basura, o cualquier otra impureza no apta para el consumo humano.
- b) Se pasa por un tamiz para eliminar el tamo.
- c) Se procede a dorar el maíz en un horno, para eliminar la humedad.
- d) Ya dorado el maíz y seco se pasa por un molino de discos (de Nixtamal) para sacar una harina fina, con buen color y olor.

#### 4.2.1.2. Harina de maíz blanco:

- a) Se selecciona el maíz libre de humedad, insectos, basura, o cualquier otra
- b) Impureza no apta para el consumo humano.
- c) Se pasa por un tamiz para eliminar el tamo o polvo.
- d) Se procede a dorar el maíz en un horno, para eliminar la humedad.
- e) Ya dorado el maíz y seco se pasa por un molino de discos (de Nixtamal) para sacar una harina fina, con buen color y olor.

#### 4.2.1.3. Harina de arroz:

- a) Se selecciona el arroz libre de humedad, basura, o cualquier otra impureza no apta para el consumo humano.
- b) Ya seleccionado el arroz, seco sin impurezas se pasa por un molino de discos (de Nixtamal) para sacar una harina fina.
- c) La harina de arroz no se lleva el proceso de dorado.

#### 4.2.1.4. Harina de palmiste:

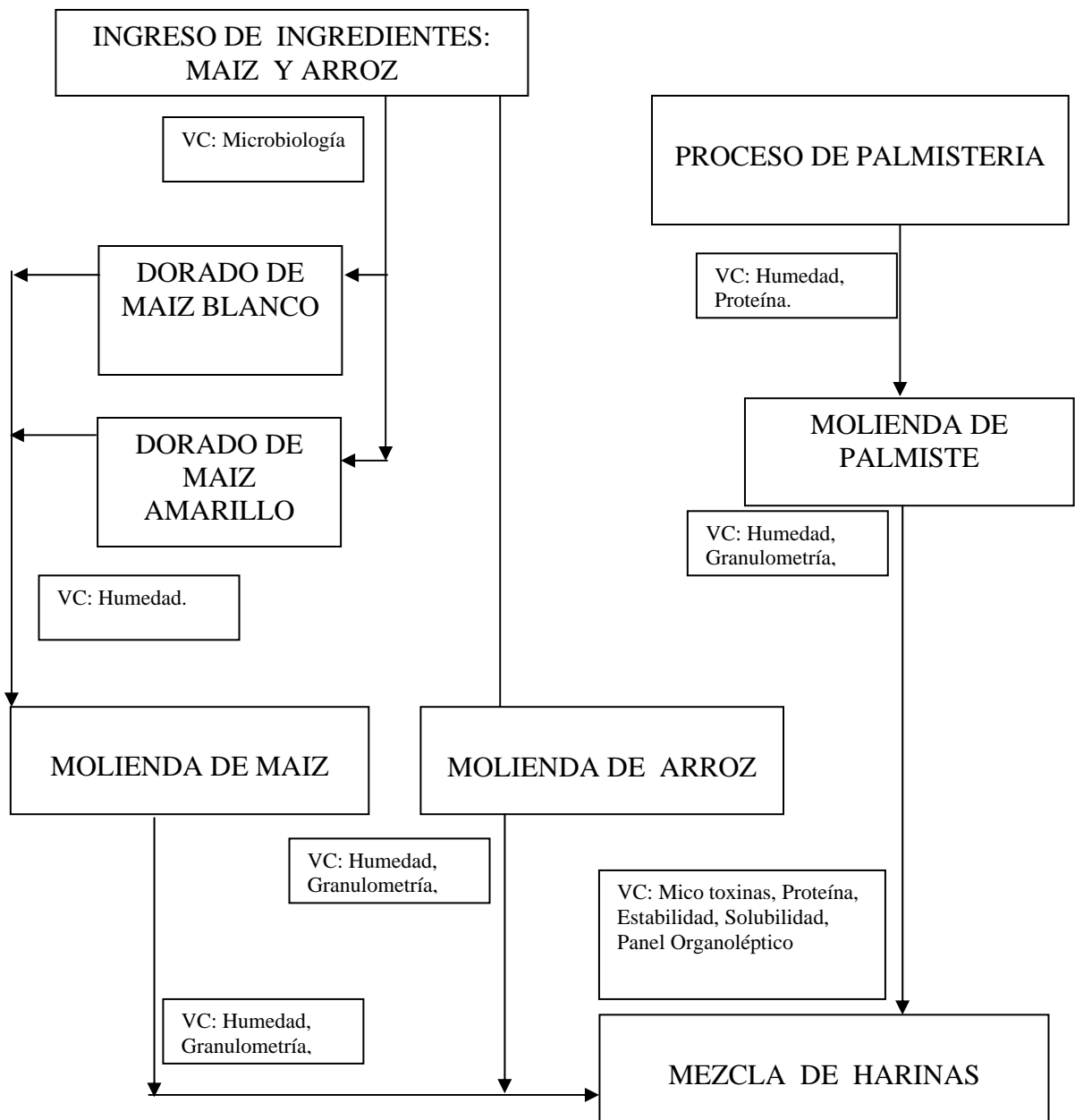
- a) La harina de palmiste proviene de la almendra del fruto de la palma de aceite.
- b) La almendra es triturada y pasa por proceso de extracción de aceite, donde ya queda libre la harina de palmiste, como subproducto del proceso.
- c) La harina pasa por molinos para dar una granulometría fina apta para el consumo.
- d) Luego pasa por un tamiz donde se selecciona la harina más fina para proceder a mezclarla con las demás harinas. La harina de palmiste no lleva proceso de dorado.

#### **4.2.2 Instrucciones para preparar un litro de Atol**

- a) Agregar en una olla 4 cucharadas soperas bien llenas de harinas (especial para hacer atol) (75g) y 4 Cucharadas soperas bien llenas de azúcar (75g) mezclar bien.
- b) Agregar 4 tazas y agua fría (1,000 ml) y mezclar vigorosamente hasta disolver completamente.
- c) Poner a cocinar, revolviendo constantemente. Si se desea agregue una pizca de sal, más azúcar, canela, anís o vainilla al gusto

- d) Hervir durante 8 minutos revolviendo constantemente. Servir y degustar.

**Figura 8. Diagrama de proceso de formulación del alimento nutritivo  
(Basado en uso de harina de palmiste)**





#### 4.2.3 Resultados de vida útil de la mezcla de harinas

**Tabla XIII. Estabilidad oxidativa  
Vida útil de atol con harina de palmiste**

<b>HORAS OSI</b>				
	<b>OSI</b>	<b>AOM</b>	<b>DIAS</b>	<b>MESES</b>
Incaparina	65.45	158.09	790.45	26.34
Mezcla # 5	112.90	273.05	1365.25	45.50

Fuente: Laboratorio Desarrollo e Investigación, Alimentos Regia S.A.

#### 4.2.4 Resultados organolépticos

**Tabla XIV: Control organoléptico**

**TABLA CONTROL DE PANEL ORGANOLEPTICO  
HARINA NUTRITIVA DE PALMISTE**

<b>No. De muestra</b>	<b>Código de muestra</b>	<b>% de harina de palmiste en la muestra</b>
1	131	5 %
2	813	10%
3	327	15%
4	215	20%
5	760	25%
6	599	50%

Fuente: Laboratorio de Desarrollo, Alimentos Regia S.A.

Los resultados organolépticos fueron tabulados y procesados estadísticamente para determinar la preferencia del consumidor sobre la dosis determinada de porcentaje de harina de palmiste dentro del atol

formulado. Las gráficas de resultados de aceptación pueden ser apreciados en el inciso 3.8 Análisis Estadísticos, dichas gráfica se relacionan con base en los porcentajes de harina indicados en la tabla anterior y la interpretación de los resultados organolépticos se explica en el inciso 5 de este informe.

#### **4.2.5 Resultados de capacitación y comunicación**

Se realizó un plan de capacitación para dar a conocer el tipo de producto desarrollado, la elección de materias primas adecuadas y el proceso adecuado para la elaboración del alimento.


En el Anexo No.5 se puede observar la planificación y desarrollo de la capacitación, cuyo objetivo primordial es rectificar que el presente trabajo de investigación es entendible y útil.

**Figura 9. Fotografía de la charla de capacitación personal relacionado con el desarrollo del alimento nutritivo**



**Fuente:** Alimentos Regia, S.A.

Tabla XV. Lista de personal capacitado

 <b>Lista de Asistencia a Capacitación</b>					
<b>DESARROLLO DE ALIMENTO A BASE DE HARINA DE FAMILISE</b>					
NO	CODIG	NOMBRE	EAFA12	EAFA34	NOA
1	100	CONDORRIPEL	✓	✓	95
2	98	SONEZ, ERESIO	✓	✓	95
3	98	QUIROGAÑEZ, GERARDO	✓	✓	95
4	100	HERREÁLVAREZ, OROSLIAN	✓	✓	95
5	100	CHILLAGOROLOGEKINDY	✓	✓	90
6	100	MURINEZ, HERRERA, FEDORAD	✓	✓	97
7	100	BERNABICQUEMARE	✓	✓	80
8	100	SINCELI, NICOLAS	✓	✓	85
9	110	FINARREZ, REOCHE, ESTIN	✓	✓	87
10	110	VAZ, ROSORDÁZ, LUIGERMO	✓	✓	95
11	110	HERRENDON, VARGEA	✓	✓	82
12	100	OSANZAC, EDUARDO	✓	✓	10
13	100	FEZTRUJUNO, CARLOS	✓	✓	10
14	110	RAMIREZ, LAZAR, DABERNE	✓	✓	95
15	100	VARRO, RONSÓN, DAV	✓	✓	80
16	100	GROA, DE, RUBERO	✓	✓	95
17	100	BERARDO, DOMIN	✓	✓	95
18	100	FEDANDEZ, RAMON, DESLARD	✓	✓	85
19	100	BERNARDI, DRESID, MANUE	✓	✓	10
20	100	MANDEZ, MRINEZ, GILBERTO	✓	✓	90
21	07	EDITEBEN, MRINORAD	✓	✓	10
22	100	SINCEGASOR, CERDANO	✓	✓	80
<b>TOTAL</b>					<b>921</b>

Quilich: David Rincón Rivas

Faldas

Jirón, Mayo 2018



## **5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

### **5.1. Proceso de harina de palmiste**

Luego de estudiar teóricamente el proceso y realizar una visita a las instalaciones de Extractora de Palmiste Olmecca S.A., en la Gomera, Escuintla, se logró determinar que aunque la variable de control en dicha materia prima es la proteína, se debe considerar el análisis de granulometría.

Los análisis de solubilidad y los paneles organolépticos primarios determinaron que al realizar la mezcla de harinas sin llegar a una fineza determinada (Mesh >50), el atol no era aceptado en su mayoría por los consumidores. Por lo que fue necesario incluir y experimentar un paso extra de molienda, como se puede observar en la parte derecha del diagrama de proceso.

### **5.2. Determinación, control y preparación de ingredientes**

La determinación de ingredientes se realizó basado en la facilidad de conseguir las materias primas en el mercado local y también en utilizar las que actualmente se compran en la empresa interesada en el proyecto.

Luego de realizar varias formas de preparación de ingredientes, se observó que una variable crítica a controlar era la humedad presente en las materias primas, debido a que cuando se realizaron las primeras pruebas de molienda, el resultado era una harina muy “masuda”, por el contenido de agua y aceite. Por lo que fue necesario utilizar un paso adicional de dorado,

el cual consiste primordialmente en eliminar contenido de agua y permitir que la molienda proporcione una harina más manejable, sin apelmazamiento.

También es importante que al ingreso de proceso se realice la observación física del grano (maíz y arroz) para establecer la higiene y nivel microbiológico. Posterior al dorado y molienda ya se puede realizar la mezcla de ingredientes en las proporciones adecuadas y utilizar balanzas digitales para mayor exactitud (es importante revisar la calibración de las balanzas).

### **5.3. Formulación**

Se logró determinar la dosis de harina de palmiste presente en la formulación luego de realizar las pruebas adecuadas de proteína. Se observó que la harina de palmiste fue el ingrediente que aportó el mayor porcentaje de proteína dentro de la formulación del atol. Por lo que, con base en los niveles de proteína, se decidió alcanzar el porcentaje más alto de dosis de harina de palmiste, propuesto según la hipótesis. De tal forma que al lograr mayor dosis de harina de palmiste, mayor sería la aportación de proteína al alimento nutritivo. Y de acuerdo a los resultados esperados sobre la mezcla de alimento formulado, el nivel más alto de dosis de harina de palmiste proporcionó un mejor perfil nutritivo para ser propuesto como alimento de consumo humano.

El uso de las otras harinas se debió a que la harina de palmiste no se puede usar sola debido a su alto contenido de fibra insoluble, el que hace precipitar la harina al fondo de los recipientes. Las harinas de maíz y arroz se usaron para dar un sabor agradable y por sus propiedades espesantes (por el contenido de almidón) que ayudan a mantener suspendidas las partículas no

solubles en el atol. En la etapa de mezclado es muy importante verificar que los ingredientes se incorporen correctamente. Para la prueba piloto se utilizó una batidora marca Hobart, de 1 kg de capacidad, especial para mezclado de harinas y se observó la homogeneidad de la mezcla.

#### **5.4. Pruebas piloto**

Las pruebas para la formulación se realizaron a nivel laboratorio, sin embargo fue necesario utilizar el molino de discos, de molienda industrial de la planta de producción de Alimentos Regia. Esto, debido a que no se contaba con una forma de molienda a menor escala capaz de alcanzar la granulometría esperada, según se registro en la tabla X de resultados. Luego de analizar debidamente la distribución de granos en la muestra de referencia, se determinó de una vez experimentar la molienda tratando de alcanzar granos más finos.

**Figura 10. Fotografía del alimento nutritivo formulado**



Se observó que con granos más finos era más fácil la incorporación de ingredientes para la formulación de un alimento. Al mismo tiempo, la evaluación sensorial mejoraba considerablemente en harinas finas, debido a que al momento de hacer atol las particular más grandes y pesadas eran más difíciles de disolver, causando una calidad organoléptica y física no agradable, por el sedimento presentado.

En la etapa de mezclado de ingredientes realizado en una mezcladora de harina para panificación se observó que el aspecto físico de la fórmula final cambiaba en color. El color se tornó más oscuro conforme se incrementa al porcentaje de harina de palmiste presente, pero esto no fue desagradable a los posibles consumidores.

### **5.5. Análisis del producto y proceso desarrollado**

Los resultados obtenidos de los análisis bromatológicos indican que ciertamente la mezcla de harinas elegida (No. 5) es nutritiva y posee alta aportación de proteína como alimento. En la Tabla XII se puede apreciar finalmente las declaraciones nutricionales aportadas por la mezcla final de harinas, las cuales se expresan en porcentajes del requerimiento diario.

Durante la realización de los análisis para determinar la calidad de la mezcla de harinas, se decidió calcular la presencia de micotoxinas (las más comúnmente analizadas), y se logró establecer que la mezcla ya lista para preparar atol, no contiene ninguna contaminación dañina de mico toxinas. Los análisis comunes de microbiología también indican que no hay presencia de microorganismos patógenos y el recuento total bacteriano (RTB) se encuentra dentro de lo normal para una harina. Debido a que estos ensayos son a nivel planta piloto y la carga microbiana es bastante baja, no fue necesario



emplear preservantes; sin embargo, corresponderá a quién se interese por la producción industrial analizar el ambiente del mercado objetivo para proponer una adecuada protección del alimento.

La Tabla XI proporciona el perfil de metales, los cuales se encuentran dentro de los límites aceptables para consumo humano y se puede apreciar que los resultados obtenidos de la mezcla de harinas con palmiste fueron similares a la referencia. Con base en el contenido de proteína, durante el desarrollo de las pruebas piloto, se propuso sobrepasar la dosis de harina de palmiste > 25%, para determinar el aporte de proteína.

Sin embargo, luego de realizar los análisis organolépticos se logró determinar que no es posible dejar mayor porcentaje de harina, debido a la cantidad de fibra cruda final y la cantidad de harina que no logra disolverse al momento de cocinar el atol y por lo tanto no es agradable al consumidor, a menos que posteriormente se desarrolle el atol con mejoradores y estabilizadores de sedimentación.

Una vez realizada la mezcla de todos los ingredientes, ya se puede realizar las pruebas de aceptación y cocinar el atol. La preparación del atol es sencilla e igual a la preparación casera de los diferentes tipos de atol que se encuentran en el mercado local. Para el desarrollo de las pruebas organolépticas y cocimiento se tomó de referencia la “Incaparina” y el “atol de Haba”; se encontró mucha similitud en el aspecto físico del producto cocinado y listo para consumo realizado con éstas.

En el diagrama de flujo obtenido como resultado del estudio técnico del proceso de desarrollo del alimento nutritivo, se colocan dos principales inicios de proceso: 1) proceso de obtención de harina de palmiste [como ingrediente

principal por la aportación mayoritaria de proteína], y 2) preparación de ingredientes secundarios [maíz y arroz].

**Figura 11. Fotografía de la degustación del alimento nutritivo**



Sobre la capacitación y la comunicación del proyecto para establecer si la información del presente informe es entendible y realmente útil, se menciona que se alcanzó a capacitar a 22 personas de los departamentos de Desarrollo y de Calidad de la empresa Alimentos Regia S.A. y se les enseñó los fundamentos básicos sobre alimentos nutritivos y su importancia. Se incluyó en la capacitación, aspectos básicos de BPM y control de materia prima, para que el personal entendiera de mejor manera la descripción del proceso y sus correspondientes variables de control.

Se estudió el procesamiento para la obtención de harina de palmiste y se explicó cada una de las etapas del proceso, ya que existía duda al respecto debido a la escasa información sobre los usos de los subproductos del

procesamiento de la palma africana, específicamente extracción de aceite de almendra de palma (Palmiste). Se realizó una visita a la planta extractora de palmiste en compañía de dos analistas de desarrollo con el objetivo de visualizar las etapas del proceso de palmiste y la obtención del subproducto “harina de palmiste”, el cual interesaba para el desarrollo del alimento. Luego del recorrido realizado en la planta, se efectuó una explicación más profunda sobre ciertas medidas de calidad en el cuidado, proceso, envasado, almacenamiento, transporte y preparación de la harina de palmiste, para ser utilizado para consumo humano.

La mayoría de personas capacitadas mostraron interés por la formulación del alimento, ya que según opinión de ellos por la situación actual no se puede comprar alimentos fortificados o vitaminas, y cada día son más constantes los ataques de enfermedades debido a las bajas defensas por el tipo de alimentación. El interés de los capacitados por formular un alimento económico y nutritivo generó la aportación de varias ideas para la incorporación de los ingredientes. Y así también ayudó a elegir la calidad física de los mismos, ya que la opinión de estas personas se basaban en experiencias personales en la realización casera de atoles o refrescos con las materias primas a utilizarse.

También, se capacitó sobre la forma de selección y la preparación de los ingredientes seleccionados, los cuales ellos ya conocían.

Durante la capacitación surgieron muchas dudas sobre el mezclado correcto de los ingredientes y la importancia del análisis de granulometría. Se explicó la importancia de poder adicionar correctamente el mayor porcentaje de harina de palmiste en el alimento formulado, debido al aporte de proteína.

Se les mostró las metodologías de análisis para establecer las calidades de las materias primas y también del alimento ya formulado, se realizaron corridas de análisis y explicaciones sobre los protocolos de evaluación, para que el personal de laboratorio de control de calidad pudiera presentar resultados claros.

Luego de lograr el objetivo principal, se realizó la evaluación del personal y se determinó la efectividad de la capacitación, al registrarse que ninguno de los capacitados se encontraba con puntuación inferior a 92 puntos, lo cual indica que el desarrollo fue interesante y la capacitación efectiva para todos los involucrados.

## CONCLUSIONES

1. Es posible lograr una formulación de alimento nutritivo al utilizar hasta un 25% de harina de palmiste dentro de la mezcla, sin causar rechazo del alimento y a la vez proporciona al consumidor un nivel apropiado de proteína.
2. La harina de palmiste puede ser de consumo humano una vez cumpla con los perfiles de calidad establecidos en las tablas de resultados de esta investigación.
3. No es aceptable a los consumidores realizar un alimento con un contenido de harina de palmiste mayor al 25%, debido a su granulometría y solubilidad.
4. Es necesario un proceso controlado de molienda extra para la preparación de harina de palmiste antes de su mezcla con otros ingredientes.
5. Se necesita agregar y controlar una etapa de calentamiento para dorar el maíz y así, alcanzar mejor calidad de harina luego de la molienda.
6. La capacitación del personal involucrado en el desarrollo del alimento nutritivo fue exitosa y motivó a la empresa Alimentos Regia, S.A. a continuar en el estudio de maquinaria eficiente y adecuada para realizar el proceso de forma industrial.



## RECOMENDACIONES

1. Continuar la evaluación del alimento con un estudio de aprovechamiento de los nutrientes, en especial proteína, aportada por la harina de palmiste.
2. Continuar la evaluación de la necesidad de estabilizar la mezcla de harinas, agregando preservantes o antioxidante, dependiendo del ambiente en el mercado objetivo.
3. Investigar y mejorar la estabilidad de la harina, a fin de lograr mayor solubilidad y así a futuro, lograr también una mayor dosis de harina de palmiste.
4. Investigar las preferencias organolépticas de los alimentos en atol presentes en los diferentes nichos de mercado popular, para ajustar el proceso de formulación del alimento con harina de palmiste a dichas preferencias o necesidades.





## REFERENCIAS

1. Allen LH. Ending Hidden Hunger: ***The history of micronutrient deficiency control***. Washington, D.C, *The World Bank (Background Paper for the World Bank / UNICEF Nutrition Assessment)* 2002. 230 – 340.
2. Briend A. *Posible use of spreads as a FOOD let for improving the diets of infants and young children*. *Food Nutr. Bull.* 2002, 23: 239 – 243.
3. FAO/WHO **Codex Alimentarius**. *General principles for the addition of essential nutrients to foods*. CAC/GL 09-1987 amended 1991. Rome, *Food and Agriculture Organization*, 1987 (Special dietary uses). 9: 14 – 101.
4. LoftiM, Mannar V, Merx RJHM, Naber-van-den Heuvel P. ***The Micronutrient Initiative (MI)***, c/o *International Development Research Centre (IDRC) / International Agriculture Centre (AC)*, 1996. 2: 32 – 40.
5. Nestel P., ***Food fortification in developing countries***. USAID. Vital Press, 1993. 2-18.
6. Nutriview. Roche Vitamins Europe Ltd., Basilea, Suiza. Un suplemento de micronutrientes múltiple ideal para niños. 2003, 1:3 – 4.
7. Norma Venezolana COVENIN 2135:1996. (3<sup>a</sup> Revisión) Harina de maíz precocida. 1-13.
8. Norma Venezolana COVENIN 217:2001 (4<sup>a</sup> Revisión) Harina de trigo. 1-10.

9. Normas sobre la composición de productos alimenticios de base vegetal para uso infantil. M.S.A.S. Venezuela. Gaceta Oficial No 29.802. 12 de mayo de 1972. 3 - 8.
  
10. Norma Venezolana COVENIN 1452:93. Alimentos elaborados a base de cereales para niños de pecho y niños de corta edad. 2 – 14.
  
11. Preventing micronutrient malnutrition: ***A guide to food-based approaches.*** FAO-ILSI. ILSI Press. 1997. 1 – 8.

## BIBLIOGRAFÍA

1. American Oil Chemist`s Society (AOCS). ***Proceedings of the world conference on oilseed technology and utilization***. Estados Unidos de América, Applewhite, 1992. 504pp.
2. Bailey, Alton. ***Bailey`s industrial oil & fat products***. 5ª ed. (volumen 2). Estados Unidos de América, Hui, 1996. 708pp.
3. Celsi, Iacobucci. **Química elemental moderna orgánica**. 16ª ed. Buenos Aires, Kapeluz, S.A., 1964. 366pp.
4. Wingrove, Alan y Robert Caret. **Química Orgánica**, 2ª ed. México, Harla S.A., 1984. 1569pp.
5. “Alimentos Nutritivos”, [www.incap.org.gt](http://www.incap.org.gt).
6. “Palmera de Aceite Africana”, [www.fao.org](http://www.fao.org).
7. Saludalia. “Cereales”, [www.saludalia.com](http://www.saludalia.com)
8. “Tabla de Composición de Alimentos”, [www.tabladealimentos.org](http://www.tabladealimentos.org).



## ANEXOS

### ANEXO 1 NORMAS FEDNA SOBRE HARINA DE PALMISTE.

Normas Fedna Especificación Técnica De Materia Prima	CONCENTRADOS DE PROTÍNA VEGETAL HARINA DE PALMISTE EXPELLER	Fecha: Julio 2001
------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	----------------------

#### A.-DEFINICIÓN

Subproducto de la industria extractora de aceite obtenido por presión a partir de nueces de palma “*Elaeis guineens Jacq.*” Y “*Corozo oleifera (H.B.K.) L.H. Bailex (Elaeis Melanococca auct.)*”, de las que se habrá eliminado toda la parte leñosa posible.

#### B.- INSPECCIÓN EN RECEPCIÓN:

Control	Características	Nominal
Organoléptico y Micrográfico	Producto apelmazado y/o enmohecido	Ausencia
	Insectos	Ausencia
	Productos diferentes al palmiste	<1%
	Temperatura ambiente – Temperatura del lote	<10 C
	Impurezas minerales	Ausencia
	Impureza botánica	< 5%

C.-ESPECIFICACIONES: Análisis recomendados en el laboratorio.

C.1 PROXIMAL:	%	Sobre	Producto Tal Cual.	
Análisis %	Nominal	Tolerancia	Periodicidad	Ensayos
Humedad		máx. 12	Cada lote	RD 2257/1994 n 6
Proteína Bruta	15,2	= 2,0	Cada lote	RD 2257/1994 n 3 o NF V 18-120 Dumas
Extracto Etéreo	8,7	= 2,0	Cada lote	RD 609/1999 n 4
Fibra Bruta	18,8	= 2,0	Cada lote	RD 2257/1994 n 7 o Fibersac
Cenizas		máx. 6	Nuevo Producto Proveedor	RD 2257/1994 n 12

C.2 RESIDUOS:	Concentración	Sobre	Producto Tal Cual	
Análisis %	Nominal	Tolerancia	Periodicidad	Ensayos
AFLATOXINA B1 g/kg (ppb)	-	<20	Nuevo Producto Proveedor	Test Elisa
PESTICIDAS CLORADOS g/kg (ppb)	-	<10	Nuevo Producto Proveedor	Test Elisa

De obligado Cumplimiento (R.D.747/2001)

De obligado cumplimiento (Dir. 29/99)

C.3 MICROBIOL	OGICO: Con	Centración Sobre	Producto Tal	Cual
Análisis %	Nominal	Tolerancia	Periodicidad	Ensayos
AEROBIOS TOTALES ufc/g	-	<10 6	Nuevo Producto Proveedor	FDA (1995) 8ª ed.
COLIFORMES ufc/g		<10 3	Nuevo Producto Proveedor	FDA (1995) 8ª ed.
ESCHERICHIA COLI ufc/g	Ausencia		Nuevo Producto Proveedor	FDA (1995) 8ª ed.
ESTAFILOCOCOS		máx. 10	Nuevo Producto Proveedor	FDA (1995) 8ª ed.
SALMONELLA ufc/25 g	Ausencia		Nuevo Producto Proveedor	FDA (1995) 8ª ed.

De Obligado cumplimiento (orden 15.02.88)

#### D.-CONTROL DE PROVEEDORES

Con respecto a esta materia prima, los riesgos por malas prácticas de fabricación, contaminación o fraude se consideran probables por un incorrecto almacenamiento, especialmente por presencia de mico toxinas.

Una contracción de hongos superior a 100.000 esporas por g pueden indicar problemas de conservación o almacenamiento prolongado de la materia prima, y puede sugerir el interés de la utilización de productos fungicidas. En principio debería especificarse en los contratos de compra al menos el valor de Humedad, Extracto Etéreo, Proteína y nivel máximo de Aflatoxinas.

Declaración obligatoria (RD 1333/99): Proteína Bruta, Grasa Bruta, Fibra Bruta.

## ANEXO 2

### CUADROS COMPLEMENTARIOS SOBRE POLITICAS DE NUTRICION

Productos alimenticios en los cuales se permite el agregado de nutrientes\*. Venezuela, 2004

1. Lácteos. Todas sus presentaciones
2. Alimentos para niños: Fórmulas, cereales, colados y picados, jugos
3. Cereales: Harinas, pan, pastas alimenticias, galletas
4. Alimentos sucecáneos: Margarina, texturizados
5. Alimentos para regímenes especiales
6. Mezclas en polvo a base de cereales y/o cacao (para preparar con leche o bebidas tipo merengada)
7. Jugos de fruta y/o de vegetales industrializados
8. Bebidas a base de frutas
9. Sal comestible
10. Gelatina con sabor
11. Malta
12. "Snacks"
13. Mezclas deshidratadas para caldos y sopas

\*Previo cumplimiento de lo exigido por la autoridad competente

Productos alimenticios en los cuales no se permite el agregado de nutrientes. Venezuela, 2004.

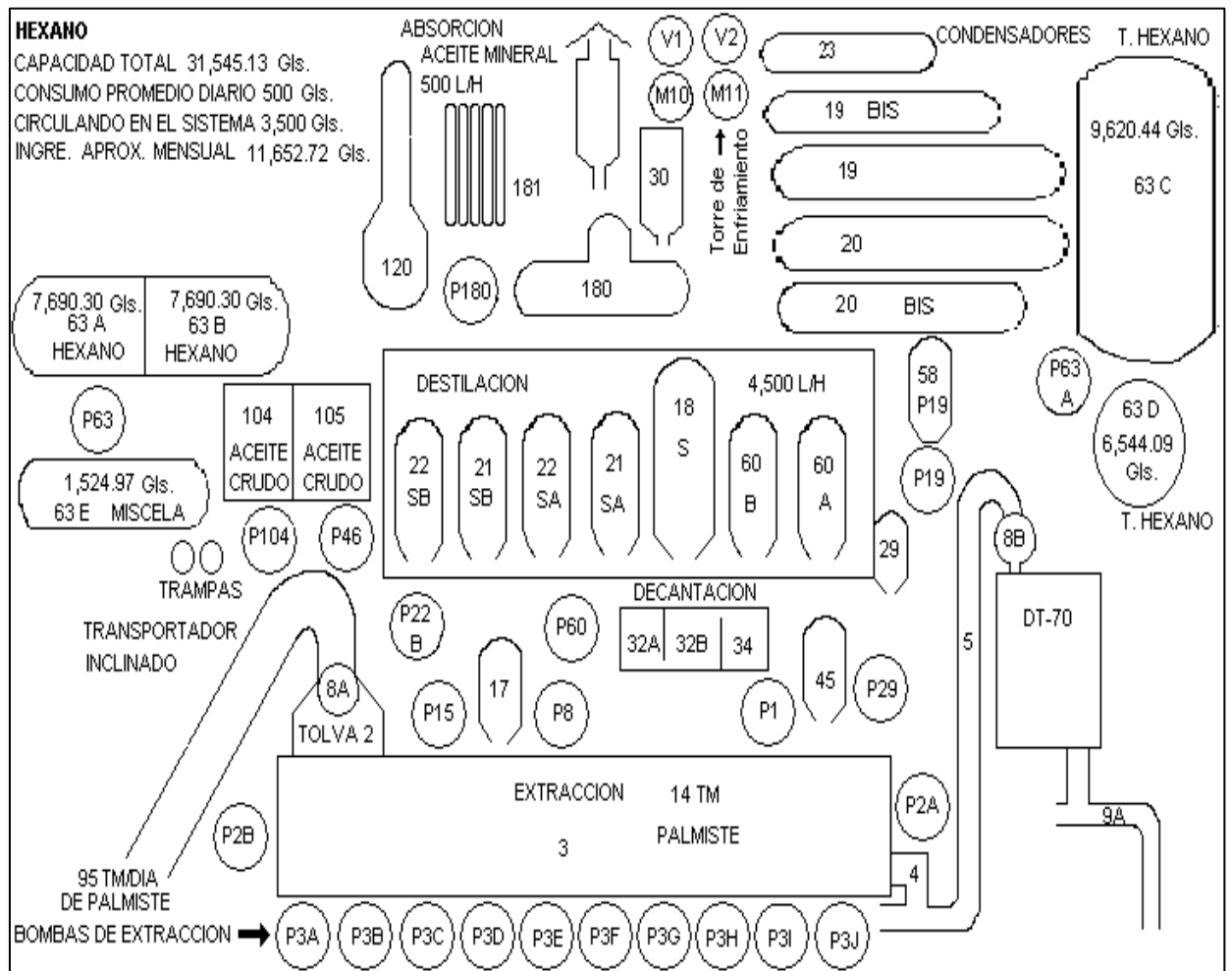
1. Bebidas refrescantes, gaseosas
2. Golosinas, bombones, caramelos, chupetas y similares
3. Salsas, aderezos y afines
4. Especies, condimentos y afines
5. Azúcar, jarabe y afines
6. Productos del mar. Conservas
7. Productos cárnicos. Conservas
8. Embutidos
9. Aceite vegetal comestible
10. Conservas de frutas, vegetales y productos derivados

No aplica al agregado de nutrientes con fines tecnológicos



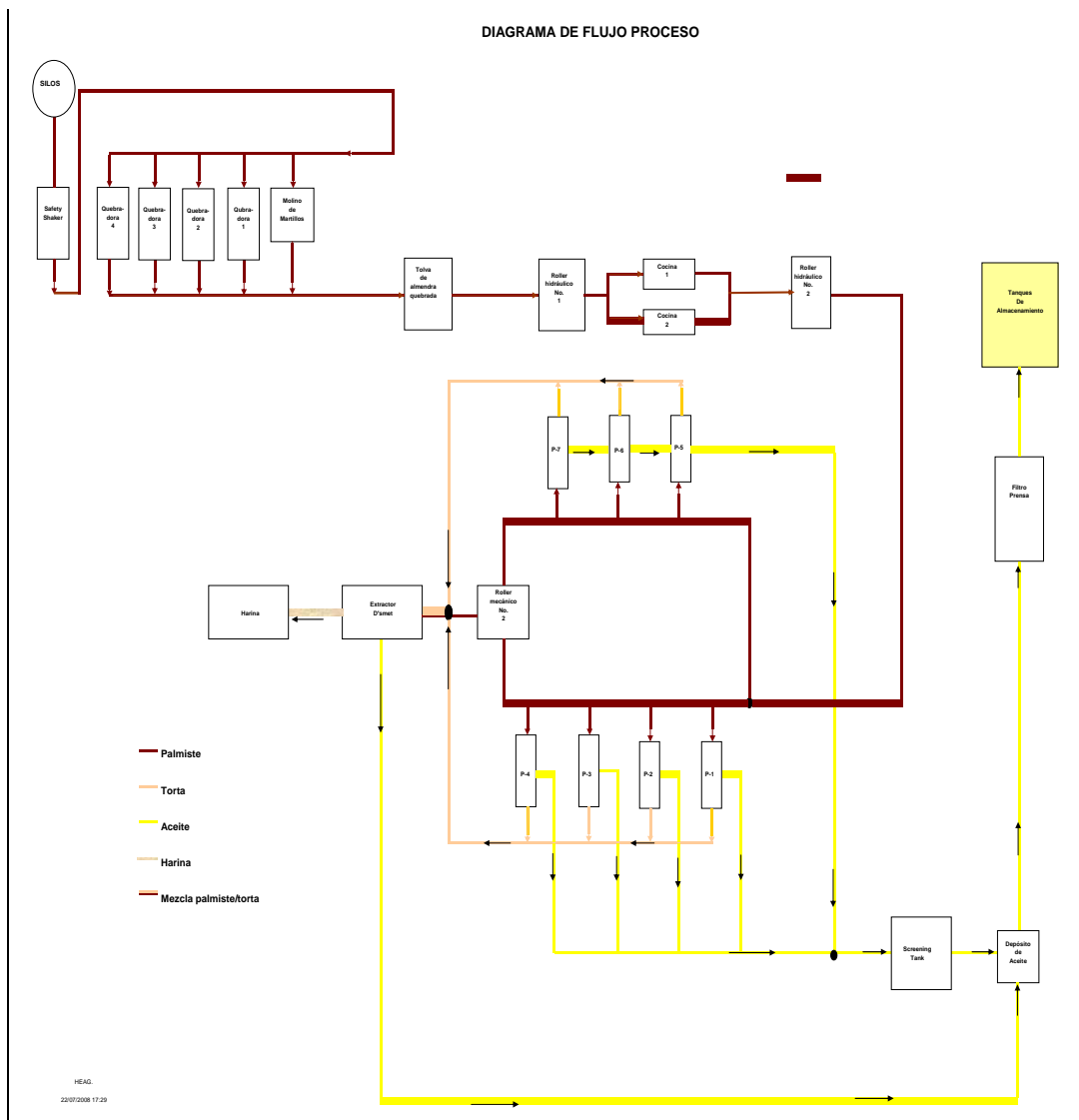
### ANEXO 3

Figura 12. Diagrama de proceso de aceite de palmiste.



# ANEXO 4

## Figura 13. Diagrama proceso de palmistería



**ANEXO No 5**  
**PLAN DE CAPACITACIÓN**

 <b>ASEGURAMIENTO DE CALIDAD</b>	<b>PLAN DE CAPACITACIÓN</b>	Emisión: JUNIO DEL 2008
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	-------------------------------

**TEMA:**

Capacitación sobre Desarrollo de un Alimento Nutritivo utilizando harinas de maíz, arroz y harina de palmiste.

**OBJETIVO:**

Dar a conocer la importancia de la utilización de harina de palmiste, como nueva materia prima para consumo humano, el control en la preparación de ingredientes, el proceso de formulado y control de producto terminado.

**ALCANCE:**

Todos los empleados de la planta ALIMENTOS REGIA, S.A. (Operarios, supervisores, ingenieros de planta, gerentes) deben tener clara la importancia y responsabilidad del cumplimiento de un plan de Buenas Prácticas de Manufactura en Procesos y control de Materias Primas. El departamento de Desarrollo deberá aprovechar nuevas oportunidades de orientación técnica para el desarrollo de nuevos productos de consumo humano con alto valor nutritivo e importantes a nivel social.

**DESARROLLO:**

- a) La capacitación consta de dos etapas y al final se evaluarán los resultados para determinar la aceptación del tema e interés de los participantes.
- b) Los cursos se impartirán: en las fechas indicadas (empezando a las 8:00 AM con lista de asistencia).

c) Hasta que se termine 1 tema, se procederá con el siguiente hasta terminar.

<b>No. De Etapa</b>	<b>Temas</b>	<b>Duración</b>	<b>Fechas</b>
1 (interna)	1. Buenas Prácticas de Manufactura en Regia. 2) Control de materias primas y análisis fisicoquímicos.	1 hora	Días sábados de Junio
2 (interna)	3) Procedimientos de formulación, limpieza de equipo, 4) variables de control y diagrama.	1 hora	Días sábados de Julio
3 (interna)	5. Evaluación	1 hora	Al completar temas

SEGUIMIENTO: Verificación de aprendizaje cuando se realice el estudio a nivel industrial.

MEJORA: Auditoria de Calidad.

CAPACITADOR: Daniel Ramírez Porres

**ANEXO 6**  
**MÉTODOS AOAC (para evaluación de calidad**  
**De harina de palmiste)**

**A) Método para obtener el contenido de humedad:**

Se pesaron aproximadamente 5 gramos de la muestra de harina de palmiste en una balanza analítica. Posteriormente se puso en una balanza de humedad marca Sartorius MA45 a 106°C por 7.8 minutos. Posteriormente se leyó el peso final de la muestra con su porcentaje de humedad.

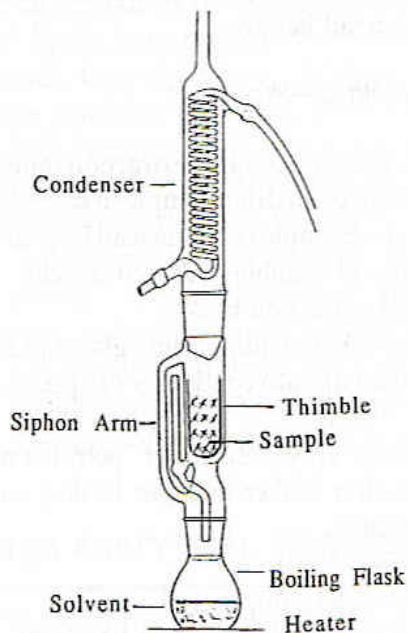
**B) Método para obtener el contenido de cenizas:**

Se pesó dos gramos de harina de palmiste en un crisol. Después éste se metió a la mufla a 550°C por 5 horas. Al salir de la mufla se dejó enfriar y luego se pesó.

**C) Método para obtener el contenido de grasa:**

Se utilizó el Método de Soxhlet en el cual se debe:

1. Pesar 2 gramos de muestra seca en un papel filtro. Se envuelve la muestra bien hasta que quede segura dentro del papel filtro. El papel filtro se coloca.
2. El papel filtro se coloca en el dedal.
3. Se pesa un balón de aproximadamente 250 ml y se llena con hexano hasta la mitad.



**FIGURE 12-1.**  
Soxhlet extraction apparatus.

4. Se ensambla el balón en el matraz de Soxhlet y el condensador. Se arma el sistema como lo muestra la siguiente figura:
5. Se pone en marcha el sistema con un flujo de agua constante. Se deja hasta que el hexano se haya evaporado.
6. Posteriormente se enfría el balón y se pesa con el resto de la muestra y se realizan los siguientes cálculos:

$$\% \text{ grasa} = \frac{\text{gr grasa en la muestra}}{\text{gr de la muestra inicial}} \times 100$$

#### **D) Método para determinar la fibra cruda:**

La muestra libre de humedad y grasa se somete a: ácido diluido y a álcali diluido. Los residuos orgánicos restantes se recogen en un crisol de filtro. La pérdida de peso después de incinerar la muestra es la fibra cruda.

**ANEXO 7**  
**EQUIPO PILOTO UTILIZADO PARA LA REALIZACION**  
**DE LA HARINA NUTRITIVA CON PALMISTE**

**Figura 14. Fotografía de las plantas piloto de formulación**

- 1 Planta piloto de mezclado con homogeneizador incorporado y chaqueta de calentamiento.
- 2 Reactor piloto o mezclador de mezclas acuosas.
- 3 Planta piloto de mezclado. Molino Coloidal Piloto.



**Fuente:** laboratorio de Desarrollo, Alimentos Regia, S.A.

**Figura 15. Fotografía del equipo de mezclado de harinas**



Fuente: Laboratorio de Desarrollo, Alimentos Regia, S.A.

**Figura 16. Fotografía de batidoras piloto y planta mezclado**





**Fuente:** Laboratorio de Desarrollo, Alimentos Regia, S.A.

**Figura 17. Fotografía de molino industrial para obtener harinas**



**Fuente:** Planta Alimentos Regia, S.A.

## ANEXO 8

### NIVELES PERMITIDOS DE MICOTOXINAS

#### NIVELES PERMITIDOS DE MICOTOXINAS

NIVELES PERMITIDOS DE MICOTOXINAS EN PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL

#### NIVELES PERMITIDOS DE MICOTOXINAS EN PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL

	AFACONACINONA	CITRININA	FUMONISINA	CITRININA	DDN	ZEARALENOL	T2TOXINA
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
<b>ABS</b>	40	80	20	15	34	25	0608
<b>CECS</b>	40	80	20	15	34	10	0608
<b>EDCS</b>	40	15	20	20	34	10	0608
<b>ELCS</b>	40	80	08	15	34	10	0608

#### NIVELES PERMITIDOS DE MICOTOXINAS EN PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL

	AFACONACINONA	CITRININA	FUMONISINA	CITRININA	DDN	ZEARALENOL	T2TOXINA
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
<b>HUMCS</b>	20	5	1	NE	1	NE	NE
<b>ABS</b>	20	5	08	75/10	2	2	0305
<b>CECS</b>	20	5	08	75/10	2	05	0305
<b>EDCS</b>	20	5	10	10/10	2	05	0305
<b>ELCS</b>	20	5	08	75/10	2	05	0305

De Siny Fats i Verdura

Institució Níctox Generala

**ANEXO 9**  
**PANEL ORGANOLÉPTICO DE MUESTRAS DE ALIMENTO NUTRITIVO**  
**CON HARINA DE PALMISTE**

**Evaluación Sensorial de Atol con Harina de Palmiste**

Fecha de realización: 31/07/08

**1 Objetivo General**

Llevar a cabo un análisis sensorial de un atol con harina de palmiste por medio de una prueba hedónica orientada al consumidor.

**2 Objetivos Específicos**

- Determinar el porcentaje de harina de palmiste que se puede utilizar en el atol según la preferencia del consumidor.
- Determinar los atributos que favorecen al atol según la preferencia del consumidor y mejorar los que desfavorecen.

**3 Materiales.**

**Materiales**

- Harina de maíz blanco
- Harina de maíz amarillo
- Harina de palmiste
- Harina de arroz
- Azúcar
- Agua pura

**Equipo**

- Servilletas
- Vasos Plásticos
- Marcador para identificar muestras

## **4 Metodología**

Se empleó una codificación aleatoria de tres caracteres para así poder identificar las muestras.

Se empleo una prueba hedónica con un panel no entrenado de trece panelistas.

Se presentó al panelista seis muestras de atol con diferentes porcentajes de harina de palmiste para que el panelista determinara la preferencia en sabor, dulzor, textura, olor y color de los diferentes atoles.

## **5 Instrucciones para los panelistas**

### General

1. Por favor no hablar entre panelistas, ni mirarse a las caras.
2. No trate de adivinar qué tipo de producto es, ni de hacer juicios, sea objetivo.
3. Degustar las muestras presentadas de izquierda a derecha.
4. Por favor beba agua antes de degustar cada una de las muestras que se le presentan.
5. Tiene 10 minutos para llenar la boleta, si tiene duda para determinar la preferencia en atributo de la muestra reevalúe nuevamente la muestra y no olvide beber agua entre cada degustación de las muestras.
6. Al terminar, levántese en silencio y retírese en silencio.

### Evaluación

1. Revisar el código de cada muestra.
2. Escribir una x en la casilla de la boleta que indique mejor su preferencia en el atributo correspondiente que evalué de la muestra.

## **6 Resultados:**

**Tabla A:** Comparación de los diferentes atoles según la ponderación asignada a cada uno de los atributos evaluados.

No.	Código de muestra	% de harina de palmiste	Sabor	Dulzor	Textura	Olor	Color
1	131	5	3	3	2	3	4
2	813	10	4	3	2	3	3
3	327	15	3	3	2	4	4
4	215	20	3	2	3	3	3
5	760	25	2	2	2	4	3
6	599	50	1	3	2	3	1

**Tabla B:** Ponderación utilizada para evaluar cada uno de los atributos mencionados en la Tabla No.1

Escala	Valor de puntuación
1	1 Puntuación más baja     5 puntuación más alta
2	
3	
4	
5	

**Tabla C:** Descripción de la ponderación para cada uno de los atributos evaluados en cada una de las diferentes muestras de atol.

Atributo	Escala	Valor de la Escala
<b>Sabor</b>	Me gusta mucho	5
	Me gusta	4
	Me gusta poco	3
	No mucho me gusta	2
	No me gusta	1
<b>Dulzor</b>	Demasiado dulce	5
	Muy dulce	4
	Dulce	3
	Poco dulce	2
	No dulce	1
<b>Textura</b>	Demasiado espeso	5
	Muy espeso	4
	Espeso	3
	Poco espeso	2
	No espeso	1
<b>Olor</b>	Muy agradable	5
	Agradable	4
	Ni agradable / Ni desagradable	3
	Me gusta poco	2
	No me gusta	1
<b>Color</b>	Me gusta mucho	5
	Me gusta	4
	Ni me gusta / Ni me disgusta	3
	Me gusta poco	2
	No me gusta	1

## 8 Boleta para realizar panel organoléptico:

Boleta utilizada para la prueba hedónica.

Fecha: \_\_\_\_\_  
 Edad: \_\_\_\_\_  
 Sexo: \_\_\_\_\_



**Atol con harina alta en fibra**

Sabor	Me gusta mucho	Me gusta	Me gusta poco	No mucho me gusta	No me gusta
131					
813					
327					
215					
760					
599					
Dulzor	Demasiado dulce	Muy dulce	Dulce	Poco dulce	No dulce
131					
813					
327					
215					
760					
599					
Textura	Demasiado espeso	Muy espeso	Espeso	Poco espeso	No espeso
131					
215					
760					
813					
327					
599					
Olor	Muy agradable	Agradable	Ni agradable/ Ni desagradable	Poco agradable	No agradable
131					
215					
760					
813					
327					
599					
Color	Me gusta mucho	Me gusta	Ni me gusta/ Ni me disgusta	Me gusta poco	No me gusta
131					
813					
327					
215					
760					
599					

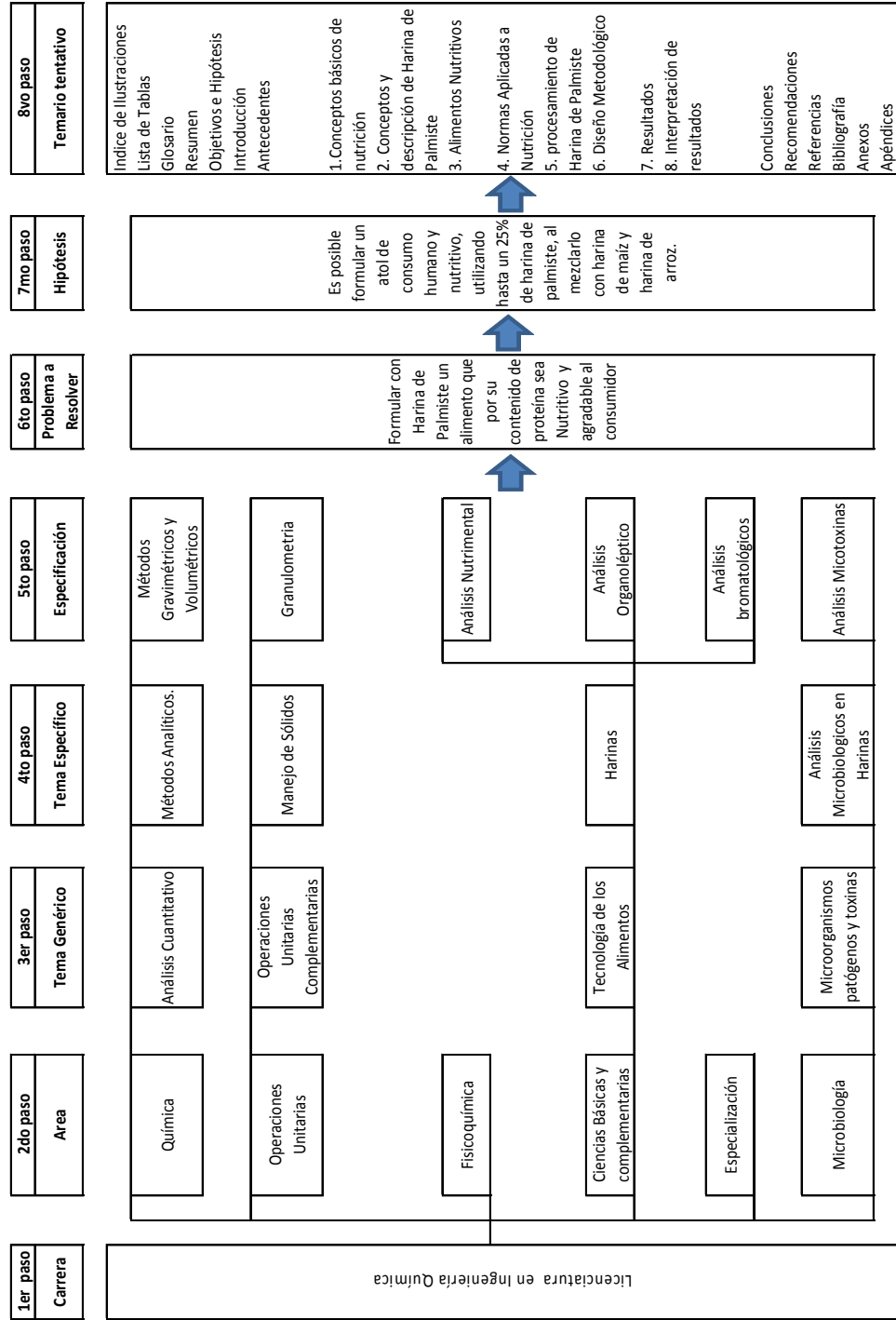
Observe y pruebe cada muestra de atol en el orden que se le indique y marque con un X el cuadro que mejor describa la característica que se le menciona.

## **APÉNDICE**



## APÉNDICE 1. TABLA DE REQUISITOS ACADÉMICOS

DETERMINACIÓN DE LA FÓRMULA DE UN ALIMENTO NUTRITIVO BASADO EN HARINA DE PALMISTE





## APÉNDICE 2. DIAGRAMA DE ISHIKAWA

