

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



“DESARROLLO DE UN PRODUCTO EXTRUIDO (NACHO)  
FORTIFICADO CON HIERRO A PARTIR DE SÉMOLA DE  
MALANGA (Colocasia sculenta) Y SU POSIBLE INCLUSION EN EL  
PROGRAMA DE ESCUELA SALUDABLE”

Trabajo de Graduación para optar al Grado de  
Licenciada en Química y Farmacia

Presentado por

Mayra Suyapa Galdámez García

Ana Violeta Granados

Flor de María Guevara Rodríguez

Junio 2002,

San Salvador, El Salvador, Centro América



**© 2001, DERECHOS RESERVADOS**

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

**SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

DRA. MARIA ISABEL RODRIGUEZ

**SECRETARIO GENERAL**

LIC. LIDIA MARGARITA MUÑOZ VELA

**FACULTAD QUIMICA Y FARAMACIA**

**DECANO**

LIC. MARIA ISABEL RAMOS DE RODAS

**SECRETARIO**

LIC. ANA ARELY CACERES MAGAÑA

**JURADO CALIFICADOR**

LIC. MARIA LUISA VIVAR DE FIGUEROA  
Lic. DALILA GUADALUPE ANAYA RODRIGUEZ  
LIC. GLORIA LETICIA JEREZ DE JUAREZ

**ASESORES**

LIC. JULIO CESAR VALLE VALDEZ  
LIC. COARALIA DE LOS ANGELES GONZALEZ DE DIAZ

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios todopoderoso por iluminarnos en nuestro camino, ya que sin El nada es posible

A nuestros Asesores: Lic. Julio César Valle Valdéz y Lic. Coralia de Los Angeles González de Díaz por su colaboración en nuestro proyecto.

Al Jurado Calificador: Lic. María Luisa Vivar de Figueroa, Lic. Gloria Leticia Jerez de Juárez y Lic. Dalila Guadalupe Anaya Rodríguez, por su interés, su tiempo y apoyo en la realización de nuestro trabajo de Graduación.

Al Personal de la Fundación Salvadoreña para la investigación del Café (PROCAFE), por su valiosa colaboración en la realización de nuestro proyecto.

A la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, por facilitarnos sus instalaciones y apoyo en nuestro Trabajo de Graduación.

A la Licenciada Carolina Rodríguez del Programa Escuela Saludable del Ministerio de Educación y al Señor Jorge Rodríguez, Director del Centro Colonia Bernal, por cooperar en la realización de nuestro trabajo.

A todas las personas que algún momento nos brindaron su apoyo y colaboración en la realización de nuestro proyecto.

*Mayra, Flor y Violeta*

## **DEDICATORIA**

A Dios nuestro Señor, por darme la vida y las fuerzas necesarias para culminar con éxito mi Carrera.

A mi madre Rosana por su incondicional apoyo y comprensión en cada momento de mi vida.

A mi Padre José María, por todo su apoyo.

A mis hermanos, Jorge, José María y Sandra, por todo el apoyo que me brindaron durante la Carrera y en la realización del presente trabajo.

A mi sobrino, Eduardo Alexis, por llenar mi vida de alegría y entusiasmo.

A mi Abuelita por ser una parte importante en mi vida.

A mis amigas: Claudia, Alma, Liz, Luz, Lilian, Milbia, Ester, Carolina, Ribena, Lupita, por su amistad y apoyo durante toda mi Carrera Universitaria.

*Mayra Suyapa*

## **DEDICATORIA**

A Dios Nuestro Señor, por brindarnos el conocimiento necesario y la sabiduría para tomar las mejores decisiones durante toda mi vida, pues a él se deben mis éxitos.

A la Virgen María por acompañarme durante mi camino y ser mi protección en todo momento.

A mis padres: Jorge Guevara Carranza y Elba Miriam de Guevara, por quererme tanto, sacrificarse siempre por mi y apoyarme siempre.

A mi Abuelita: Emma Díaz por brindarme su apoyo espiritual, por cuidarme tanto y por sus bendiciones.

En memoria de mi hermano Wuidmarck Eliseo por ser para mí, un ejemplo de amor, disciplina, rectitud y por haberme ayudado tanto durante toda mi carrera.

A mis demás hermanos: Douglas, Jorge, Walter, y Ludwing por llenar mi vida de alegría y comprensión.

A mis tíos: Fernando Rodríguez y Angelina Rodríguez por ser como mis segundos padres y por sus valiosos consejos.

A mis Primos: Emmita, Fernando y Carlos, por ayudarme, apoyarme y comprenderme siempre que lo necesité.

A mis compañeras de Tesis Mayra y Violeta, por su ayuda y colaboración durante el desarrollo de nuestro trabajo de Graduación.

*Con cariño,*

*Flor de María*

## **DEDICATORIA**

**A DIOS TODO PODEROSO** por haberme iluminado para la obtención de este triunfo.

**A MI MAMI** Sonia, por su amor, dedicación y cuidados.

**A MI TIA** Lita por su sacrificios, ayuda y amor brindados por siempre.

**A MIS TIOS** René, Vilma, Primas Claudia y Alejandra.

**A MI HERMANA** Loren y sobrinas Karla y Vanessa.

**A MIS COMPAÑERAS** Mayra y Flor.

*Violeta*

## INDICE DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
Introducción	
Objetivos	5
Capítulo I. Fundamentos Teóricos	
1.Aspectos Nutricionales	
1.1 Generalidades	7
1.2 Problemática Nutricional en El Salvador y sus Consecuencias	8
1.3 Factores que Contribuyen a la Desnutrición	10
1.4 Alimentación del Niño en edad Escolar	11
2. Componentes Básicos de los Alimentos	
2.1 Generalidades	13
2.2 Carbohidratos	14
2.3 Proteínas	14
2.4 Lípidos	15
2.5 Minerales	16
2.5.1 Hierro	17
2.5.1 Calcio	17
2.5.2 Fósforo	17
2.6 Agua	17
2.7 Fibra Cruda	18
3. Productos extruidos	
3.1 Generalidades	19
3.2 Tecnología de Producción	20
3.3 Parámetros de calidad de los Productos Extruidos	20

4. Materia Prima	
4.1 Malanga	
4.1.1 Generalidades	21
4.1.2 Descripción botánica y agronómica	23
4.1.3 Composición química valor nutritivo	27
4.1.4 Usos Alimenticios	28
4.2 Hierro	
4.2.1 Generalidades	29
4.2.2 Farmcocinética	30
4.2.3 Problemas relacionados con la falta de hierro	32
4.2.4 Sales de Hierro Utilizadas como agentes hematínicos	32
4.2.4.1 Sulfato Ferroso	33
5. Fortificación de Alimentos	
5.1 Aspectos Teóricos	34
5.2 Programa Nacional de Fortificación	36
5.3 Fortificación de Harina con Hierro	37
6. Programa Nacional de Escuela Saludable	
6.1 Generalidades	38
6.1.1 Definición del Programa	38
6.1.2 Objetivo del programa	38
6.1.3 Acciones del Programa Escuela Saludable	38
6.2 Programa de Alimentación Escolar	
6.2.1 Objetivo	39
6.2.2 Composición del refrigerio	39
6.2.3 Valor nutritivo del refrigerio escolar	40
6.2.4 Preparación y distribución del refrigerio	41

7. La Evaluación Proximal	41
8. Evaluación Sensorial	
8.1 Generalidades	41
8.2 Tipos de pruebas aplicadas a la evaluación sensorial	42
9. Vida de Anaquel	
9.1 Aspectos Teóricos	43
9.2 Factores que influyen en la estabilidad del producto	44
9.3 Determinaciones de estabilidad en un producto alimenticio	45
CAPITULO II. PARTE EXPERIMENTAL	
1. Metodología de Elaboración	
1.1 Obtención de la Materia Prima	46
1.2 Técnica de Recolección de los cormos de Malanga	46
1.3 Método de Obtención de la Sémola de Malanga	47
1.4 Método de Fortificación de la Sémola de Malanga	49
1.5 Técnica de Elaboración del Producto Extruido	50
2. Metodología de Análisis	
2.1 Evaluación Química Proximal	
2.1.1 Humedad	52
2.1.2 Grasa	53
2.1.3 Proteína	53
2.1.4 Fibra Cruda	54
2.1.5 Ceniza	54
2.1.6 Carbohidratos	55
2.1.7 Determinación de contenido de Hierro	55
2.1.8 Determinación de Calcio	56

2.1.9	Determinación de Fósforo	57
2.2	Pruebas de Estabilidad	
2.2.1	Empaque del Producto	58
2.2.2	Pruebas Fisicoquímicas	
2.2.2.1	Acidez en Grasa	58
2.2.2.2	Humedad	59
2.2.3	Pruebas Microbiológicas	
2.2.3.1	Preparación de Muestra	59
2.2.3.2	Recuento Total de Mesófilos Aerobios	59
2.2.3.3	Recuento Total de Mohos y Levaduras	60
2.2.3.4	Método del número más probable para Coliformes (NMP)	60
2.2.3.5	Determinación de Escherichia coli	61
2.3	Evaluación Sensorial	
2.3.1	Proceso de Recolección de Muestra	62
2.3.2	Universo y Muestra	
2.3.2.1	Universo	63
2.3.2.2	Muestra	63
2.3.3	Plan de muestreo	64
2.3.4	Técnica e Instrumento	65
CAPITULO III. ANALISIS DE RESULTADOS		
1.	Resultado de la Metodología de Elaboración	
1.1	Rendimiento de la Materia Prima	67
1.2	Diferentes ensayos realizados durante la Formulación	68
1.3	Características del Producto Terminado	68

2. .Resultados de Análisis	
2.1 Evaluación Química Proximal	
2.1.1 Corrección de resultados	69
2.1.2 Análisis proximal de Sémola de Malanga	70
2.1.3 Análisis Proximal de Productos en estudio	
2.1.3.1 Humedad	72
2.1.3.2 Grasa	73
2.1.3.3 Proteína	74
2.1.3.4 Fibra cruda	75
2.1.3.5 Ceniza	76
2.1.3.6 Carbohidratos	77
2.1.3.7 Determinación de Hierro	78
2.1.3.8 Determinación de Calcio	80
2.1.3.9 Determinación de Fósforo	81
2.2 Pruebas de Estabilidad	
2.2.1 Pruebas Fisicoquímicas	
2.2.1.1 Acidez en Grasa	82
2.2.1.2 Humedad	83
2.2.2 Pruebas Microbiológicas	
2.2.2.1 Recuento Total de Mesófilos Aerobios	85
2.2.2.2 Recuento Total de Mohos y Levaduras	86
2.2.2.3 Recuento de coliformes por el Método de número más probable	86
2.3 Evaluación Sensorial	
2.3.1 Análisis estadístico de Evaluación Sensorial de nacho de malanga y nacho patrón	87

## CAPITULO IV.CONCLUSIONES

## CAPITULO V. RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

## INDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro No.1 Cantidades de Nutrientes Recomendadas en la dieta diaria para niños y niñas en edad Escolar	12
Cuadro No. 2 Composición Química del Cormo de Malanga	27
Cuadro No. 3 Aporte Nutricional de Ración diaria individual	40
Cuadro No. 4 Ración diaria por Beneficiario	40
Cuadro No. 5 Codificación de las muestras para Análisis Sensorial	65
Cuadro No. 6 Rendimiento de la Materia Prima	67
Cuadro No. 7 Características del Producto Terminado	69
Cuadro No. 8 Análisis Proximal de la Sémola de Malanga	70
Cuadro No. 9 Análisis de Hierro en Sémola de Malanga Fortificada	71
Cuadro No. 10 Determinación del Porcentaje Humedad en Productos en Estudio	72
Cuadro No. 11 Determinación del Porcentaje de Grasa en Productos en Estudio	73
Cuadro No. 12 Determinación del Porcentaje Proteína en los Productos en Estudio	75
Cuadro No. 13 Determinación del Porcentaje de Fibra Cruda en los Productos en Estudio	76
Cuadro No. 14 Determinación del Porcentaje de Cenizas en los Productos en Estudio	77
Cuadro No. 15 Determinación del Porcentaje de Carbohidratos en los Productos en Estudio	78
Cuadro No. 16 Determinación de mg/Kg de Hierro en Productos en Estudio	79
Cuadro No. 17 Determinación del porcentaje de Calcio en los Productos en Estudio	80
Cuadro No. 18 Determinación de mg/Kg de Fósforo en Productos en Estudio	81

Cuadro No. 19. Prueba de Estabilidad. Determinación de Acidez en Grasa en los Productos en Estudio	82
Cuadro No. 20 Pruebas de Estabilidad. Determinación de Humedad en los Productos en Estudio	83
Cuadro No. 21 Pruebas de Estabilidad. Recuento Total de Mesófilos Aerobios de muestras en estudio	85
Cuadro No. 22 Pruebas de Estabilidad. Recuento total de Mohos y levaduras en muestras en estudio	86
Cuadro No. 23 Pruebas de Estabilidad. Recuento de Coliformes Totales de productos en estudio	87
Cuadro No. 24 Resultados obtenidos de Evaluación Sensorial de Nacho de Malanga y Nacho Patrón realizados en el Centro Escolar Colonia Bernal	90
Cuadro No. 25 Resultados Estadísticos de Evaluación Sensorial de Nacho de Malanga y Nacho Patrón realizados en Centro Escolar Colonia Bernal	90

## INDICE DE GRAFICOS

### Página

Gráfico No. 1 Análisis de hierro en Sémola de Malanga	71
Gráfico No. 2 Porcentaje de Humedad de Producto elaborado y Producto Patrón	72
Gráfico No. 3 Porcentaje de Grasa en producto elaborado y Producto Patrón corregido a base seca	74
Gráfico No. 4 Porcentaje de Proteína en Producto elaborado y y Producto Patrón corregido a base seca	75
Gráfico No. 5 Porcentaje de Fibra Cruda en Producto elaborado y Producto Patrón corregido a base seca	76
Gráfico No. 6 Porcentaje de Ceniza en producto Elaborado Producto Patrón corregido a base seca	77
Gráfico No. 7 Porcentaje de Carbohidratos en Producto elaborado y Producto Patrón corregido a base seca	78
Gráfico No. 8 mg/Kg de Hierro en Producto elaborado y producto Patrón corregido a base seca	79
Gráfico No. 9 Porcentaje de Calcio en producto Elaborado y Producto Patrón corregido a base seca	80
Gráfico No. 10 mg/Kg de Fósforo en Producto elaborado y Producto Patrón corregido a base seca	81
Gráfico No. 11 Resultado de Acidez en Grasa de productos en estudio a diferentes tiempos de almacenamiento	83
Gráfico No. 12 Resultado de Humedad en Porcentaje de Productos en estudio a diferentes tiempos de almacenamiento	84
Gráfico No. 13 Area bajo la curva Chi-Cuadrado para el análisis sensorial realizado	89

## INDICE DE ESQUEMAS

### Página

Esquema No. 1 Recolección de Cormos de Malanga	47
Esquema No. 2 Obtención de Sémola de Malanga	48
Esquema No. 3 Fortificación de la Sémola de Malanga	50
Esquema No. 4 Elaboración de Nachos de Malanga	52

## INDICE DE ILUSTRACIONES

### Página

Fig. No. 1	Especies de aráceas	22
Fig. No. 2	Planta de Malanga	23
Fig. No. 3	Cormo de Malanga	24
Fig. No. 4	Cultivo de Malanga en cuba	26
Fig. No. 5	Hojuelas de Malanga	28
Fig. No. 6	Sopa de Malanga	28
Fig. No.7	Centro Escolar Colonia Bernal	62
Fig. No.8	Codificación de muestras para análisis sensorial	65
Fig. No.9	Alumnos del Centro Escolar Colonia Bernal participando en la prueba sensorial	66
Fig. No.10	Resultados de Metodología de Elaboración.Cormo, sémola y nacho de Malanga	67

## **RESUMEN**

En el presente trabajo se realizó un estudio sobre la elaboración de un producto extruido, en este caso un nacho, fortificado con hierro utilizando como materia prima sémola de malanga así como su posible inclusión en el programa de Alimentación de Escuela Saludable.

Para ello se inició con la recolección de los cormos de Malanga, luego mediante una técnica artesanal, se obtuvo la sémola, que fue fortificada con sulfato ferroso. Posteriormente se realizaron diferentes ensayos y finalmente se obtuvo un producto extruido de características aceptables.

Para verificar la calidad del producto elaborado, se realizaron diferentes análisis, el proximal para comprobar su valor nutritivo, un análisis sensorial, realizado con los niños del Centro Escolar Colonia Bernal, los que se benefician con el Programa de Alimentación de Escuela Saludable. En esta ocasión se determinó la aceptabilidad del producto, y finalmente se realizó un análisis de estabilidad para comprobar por cuanto tiempo conserva el producto las características adecuadas para el consumo.

El trabajo realizado se resume en el siguiente documento que consta de cinco capítulos, los cuales se explican brevemente a continuación.

En el primer capítulo se presentan los fundamentos teóricos acerca de la problemática nutricional existente en el país, así como también, una breve explicación referente a los

productos extruídos, descripción botánica y usos alimenticios de la Malanga, fortificación de harinas con hierro y los compuestos utilizados para tal fin. También se menciona el Programa de Escuela Saludable, y los diferentes análisis que se realizan a un alimento, los cuáles son, análisis proximal, análisis sensorial y determinación de vida de anaquel.

El capítulo dos trata sobre la parte experimental: técnicas de obtención de la materia prima, técnica de fortificación de la sémola de malanga, y de elaboración del producto extruido. También se detallan cada uno de los procedimientos del análisis proximal, del análisis sensorial, así como también se presenta el procedimiento para realizar el análisis de Estabilidad.

En el capítulo tres se analizan los resultados obtenidos en cada prueba, incluyendo los resultados de la elaboración del producto extruido.

En el capítulo cuatro se presentan las conclusiones del trabajo realizado y finalmente en el capítulo cinco se presentan las recomendaciones que se estiman convenientes para mejorar el producto elaborado y su aplicación.

## INTRODUCCION

En el país existe una gran diversidad de productos extruidos, muchos de ellos, comúnmente denominados “boquitas”, que son consumidos como golosinas. Éstos productos, aunque no son un alimento de consumo básico, poseen una gran demanda, ya que son de fácil adquisición, bajo costo, prácticos y de buen sabor.

Las boquitas, son consumidas por la población en general, pero especialmente por los niños, los cuales, por la etapa de desarrollo en que se encuentran, necesitan una dieta adecuada para el buen desarrollo físico y mental.

Este mal hábito alimenticio viene a contribuir a la desnutrición que padece la población infantil, principalmente con los problemas de anemias provocadas por la insuficiencia de micronutrientes como el hierro, que es un elemento esencial para la formación de hemoglobina. Por tal razón, es necesario que este tipo de productos posean cierto valor nutritivo, aunque nunca van a sustituir a los alimentos de consumo básico.

Esta preocupación por el valor nutricional de los alimentos, ha motivado, para que en el país, se establezcan programas de fortificación de alimentos, tal es el caso de la fortificación de azúcar con vitamina A, de sal con yodo, y harina de trigo con micronutrientes, pero ésta última no se aplica a todo tipo de harinas.

Así mismo, en el mercado se buscan actualmente, nuevas fórmulas y nuevas materias primas con valor nutritivo y que además sean económicamente rentables. Una de estas

materias primas es la Malanga (Colocasia sculenta), planta de la familia de las aráceas, cuyas hojas y tubérculos han sido utilizados desde tiempo remotos y que actualmente se está utilizando mucho, debido a su composición y facilidad de cultivo.

La malanga es un tubérculo, que contiene proteínas, fibra cruda, minerales como hierro, potasio y calcio, vitaminas como vitamina C, tiamina, niacina, riboflavina, y es especialmente rica en carbohidratos. Sobre esta planta se han realizado muchos estudios acerca del valor nutricional que posee y la aplicación en diversos productos alimenticios, como tortillas, pan, purés, y otros, pero aún no se ha explotado este recurso en la industria de los productos extruidos.

Si la harina con que se elaboran estos productos es de alto valor nutritivo, como es el caso de la harina de malanga y además se fortifica con micronutrientes como el hierro, se puede contribuir de alguna manera a mejorar la situación nutricional de la población, aunque si es cierto que no suplirá las necesidades totales, ya que no es un alimento de consumo básico como la tortilla o el frijol. Con esto demostramos que los productos extruidos no deben representar exclusivamente una golosina, sino que si se preparan de manera adecuada, pueden significar una opción más dentro de la dieta.

Con base a lo anteriormente expuesto, se realizó un trabajo sobre la elaboración de un producto extruido (nacho) con sémola de malanga fortificada, con el propósito de que en un futuro este alimento pueda ser incluido en el Programa de Escuela Saludable y de esta manera mejorar el estado nutricional de la población infantil Salvadoreña.

## **OBJETIVOS**

### *1. OBJETIVO GENERAL*

Desarrollar un producto alimenticio extruído (nacho) fortificado con hierro a partir de sémola de malanga y recomendar su implementación en el Programa de Alimentación de Escuela Saludable.

### *2. OBJETIVOS ESPECIFICOS*

2.1 Fortificar la sémola de malanga con una sal de hierro.

2.2 Formular y elaborar un producto extruido (nacho), utilizando una técnica artesanal adecuada.

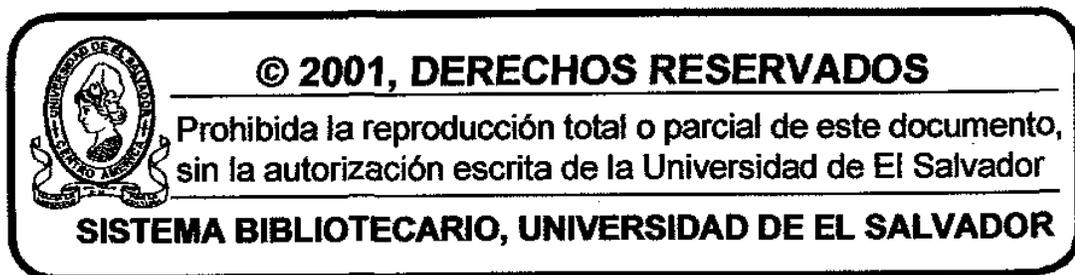
2.3 Realizar una evaluación química proximal: humedad, grasa, proteína, ceniza, fibra cruda, carbohidratos y minerales (hierro, calcio y fósforo), al producto elaborado.

2.4 Comparar el producto elaborado con el existente en el mercado, el cuál será tomado como patrón.

2.5 Efectuar una evaluación sensorial al producto elaborado con alumnos de primer y segundo ciclo del Centro Escolar Colonia Bernal.

2.6 Determinar la estabilidad fisicoquímica (acidez en grasa, humedad), y la estabilidad microbiológica (Recuento total de mesófilos aeróbicos, Recuento total de Mohos y levaduras, Número más probable), al producto extruido elaborado a partir de sémola de malanga.

2.7 Dar a conocer el trabajo realizado al Ministerio de Educación para su posible aplicación en el programa de Alimentación de Escuela Saludable.



## **CAPITULO I**

### **FUNDAMENTOS TEORICOS**

#### **1.Aspectos Nutricionales**

##### **1.1 Generalidades**

Todo ser humano debe satisfacer sus necesidades nutricionales con materiales que se encuentran en los alimentos, y ya que un solo tipo no contiene todos los nutrientes que el hombre necesita para su organismo, es necesario incluir en la alimentación una dieta balanceada.

En la actualidad, ya sea por diversos factores como la pobreza, el subdesarrollado o malos hábitos alimenticios, el aspecto de nutrición se ha descuidado, y cada vez es más frecuente, especialmente dentro de la población infantil, encontrar cuadros carenciales nutritivos relacionado con la falta de nutrientes.

Como cada nutriente interviene en procesos metabólicos importantes, el cuadro general de desnutrición afecta seriamente entre otros aspectos como el aprendizaje en niños en edad escolar.

La desnutrición es una enfermedad compleja resultante de diversas carencias de nutrientes, ya sea proteínas, carbohidratos o micronutrientes y es uno de los grandes problemas de la humanidad, en especial la anemia por carencia de micronutrientes, la cual está extendida en todo el mundo, incluso en los países más

desarrollados, afectando aproximadamente una tercera parte de la población mundial. (20)

Durante la Cumbre Mundial a Favor de la Infancia en 1990, se hizo hincapié en que las carencias de tres micronutrientes, el hierro, el yodo y la vitamina A, son bastante frecuentes y representa un grave peligro para las mujeres y niños de los países en desarrollo. (19)

Es por ello que a nivel mundial, se están desarrollando programas y estrategias para combatir este mal.

## **1.2 Problemática Nutricional en El Salvador y sus Consecuencias**

La desnutrición es un problema muy generalizado en todo el mundo y El Salvador no es la excepción, en el país existe una problemática grande en materia alimenticia y nutricional relacionada a la baja calidad de alimentos que consume la población , así como también a los hábitos alimenticios.

Así según el último informe de la Evaluación de la Situación Alimentaria Nutricional en El Salvador (ESANES-88), revela que 20 % de la población del país se encontraba en niveles de subalimentación severa (29). Hasta el año 2000, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social atendió a nivel nacional con preparados de hierro a 1,383,312 niños en edad escolar. (17)

Así, además de la desnutrición calórico proteica, la cuál es el principal problema nutricional con que se enfrenta la gran mayoría de la población salvadoreña, la desnutrición por micronutrientes es también un problema grave que afecta principalmente a la población infantil.

Según el Dr. Rafael Padilla de la Asociación Salvadoreña Pro Salud Rural (ASAPROSAR), la desnutrición es un problema eterno de los países en desarrollo y además tiende a verse como algo normal y esa misma normalidad con que vemos a esta enfermedad nos impide imaginar cuanto puede estar afectando la economía y futuro de la Nación. (14)

Y es que la magnitud del estado nutricional de la población salvadoreña afecta tanto el ámbito social como el económico; el país podría ahorrarse varios millones de colones si en lugar de curar previniera. Solo el año de 1999 el Programa de Salud del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social gastó 1.5 millones de colones en la atención de 163,000 pacientes con anemia entre menores de edad y madres lactantes de las comunidades rurales. (14)

La desnutrición afecta el desarrollo humano, un niño en edad escolar que sufre de esta enfermedad pierde su capacidad de aprendizaje, tiene dificultades para mantener la atención, no se siente estimulado hacia la curiosidad, disminuye el nivel de juego y actividades propias de la niñez.

Así los infantes desnutridos representan para el país la pérdida del potencial físico y mental, pues las posibilidades de estos niños para participar equitativamente en un mundo globalizado son pocas, y ya que nuestro mayor patrimonio es el hombre, las esperanzas de desarrollo como Nación se esfuman.

### **1.3 Factores que Contribuyen a la Desnutrición**

Muchos son los factores que conllevan a una desnutrición, pero en general podemos decir que se debe a dos grandes factores, la baja calidad de la dieta que se consume y los hábitos alimenticios inadecuados.

En el primer caso, la desnutrición se debe a factores propios de los países subdesarrollados, como la pobreza extrema, además las poblaciones rurales dependen en gran medida de los alimentos de subsistencia que ellos mismos producen, siendo su dieta simple y monótona y por tanto ausente de muchas sustancias esenciales. Los sectores pobres urbanos se encuentran en una situación diferente y quizás más precaria, puesto que no pueden producir los alimentos para el consumo familiar.

En el segundo de los casos, una nutrición inadecuada se debe a malos hábitos alimenticios. Por hábitos alimenticios se entiende el conjunto de costumbres que determinan el comportamiento del hombre en relación con los alimentos, desde la manera de selección, hasta la forma en que los consume.

Dentro de éstos se encuentra el de ingerir un solo tipo de comida o el de consumir en

exceso la denominada “comida chatarra”, como es el caso de golosinas, boquitas, etc., las cuales poseen una gran demanda ya que, son de fácil adquisición, prácticos y de sabor agradable y son consumidas por la población en general, pero especialmente por los niños.

Esto se ve reflejado en un estudio realizado en Instituciones educativas oficiales y privadas pertenecientes al distrito No. 06-10 del departamento de San Salvador entre los estudiantes de segundo ciclo (3º, 4º y 5º grado), de educación básica, en el cuál se encontró que de 1723 alumnos un 63.32% de la población consumen algún tipo de golosinas durante la hora del recreo, siendo las tres principales las pupusas (18.9%), las gaseosas (17.19%) y los churros y tortillitas (16.14%). (2)

Muchos de estos hábitos son difíciles de eliminar y como resultado de ello y contrario a lo expuesto anteriormente, estadísticas revelan que si bien un 20% de la población está desnutrida, un 25% sobrepasa los niveles saludables. (14)

De esta forma se demuestra que la desnutrición es un problema complejo en el que están involucrados una serie de factores interrelacionados que deben tratarse uno a uno para lograr eliminarlo.

#### **1.4 Alimentación del Niño en edad Escolar**

Los niños deben poseer una alimentación balanceada, pues debido a la etapa de crecimiento en que se encuentran, requieren de todos los nutrientes necesarios para

obtener un buen desarrollo físico y mental. En general, la alimentación del niño no debe ser muy diferente a la de un adulto, debiendo satisfacer todos los requerimientos nutricionales, que se consideran iguales para ambos sexos, hasta los nueve años de edad, pues a partir de los diez años los requerimientos de energía y nutrientes son mayores para los niños que para las niñas. Esto se debe a que los varones de este grupo de edad se caracterizan por un gasto energético elevado. (34)

A continuación se presenta una tabla en la cuál se especifican las cantidades recomendadas de energía y de los principales nutrientes que requieren los niños y niñas en edad escolar, considerando que poseen un peso y talla normal, y que no padecen ninguna alteración en el metabolismo.

<b>Nutriente</b>	<b>Edad</b>	<b>Niños 6-9 años</b>	<b>Niños 9-12</b>	<b>Niñas 9-12</b>
Calorías		2,100	2,400	2, 200
Proteína, g		52	60	55
Calcio, g		0.8	1.1	1.1
Hierro, mg		12	15	15
Vitamina A, valor UI		3,500	4,500	4,500

**Cuadro No.1**  
**Cantidades de Nutrientes Recomendadas en la Dieta Diaria para Niños**  
**y Niñas en Edad Escolar**

Tomado de "Alimentación y Nutrición" de Ana María Muñoz Leyton

## **2. Componentes Básicos de los Alimentos**

### **2.1 Generalidades**

Los alimentos son productos ya sea naturales o artificiales, que están constituidos por diversos nutrientes. (34)

Se entiende por nutriente, aquella sustancia que al recibirla el organismo, puede transformarla y utilizarla para su funcionamiento. (35)

La vida del hombre está en relación directa con los alimentos que consume, ya que satisface una de sus necesidades primarias: el hambre. Pero además de satisfacer el hambre, los alimentos cumplen otra función básica, el de mantener el organismo en un estado óptimo de salud.

Sin embargo un solo tipo de alimento no posee en cantidad suficiente todas las sustancias que el organismo necesita, así algunos alimentos son ricos en cierto nutriente pero deficientes en otros.

Por ello es necesario incluir en la dieta diferentes tipos de alimentos a fin de suplir todas las sustancias necesarias para la vida.

En términos de composición química, los diferentes tipos de nutrientes son: carbohidratos, lípidos, proteínas, minerales, vitaminas y el agua.

## **2.2 Carbohidratos**

Químicamente los carbohidratos son derivados aldehídicos o cetónicos de alcoholes polihidroxilados. Están compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno, y en algunas ocasiones pueden contener azufre y nitrógeno.

La función más importante de los carbohidratos para el hombre es la de constituir la fuente principal de energía para el desarrollo de las funciones vitales.

Los carbohidratos se clasifican en monosacáridos, disacáridos y polisacáridos, dependiendo de las unidades de azúcar por la que se encuentre constituidas.

Se encuentran en alimentos de origen vegetal como animal, tales como los cereales, legumbres, frutas, azúcar, verduras, frutas, leche, miel, etc. (30)

## **2.3 Proteínas**

Químicamente las proteínas se pueden definir como macromoléculas orgánicas de elevado peso molecular, constituidas básicamente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, pero en ocasiones pueden contener azufre, hierro u otros elementos.

Las proteínas se encuentran en estrecha relación con la materia viviente y constituyen una de las tres clases fundamentales de alimentos junto con los carbohidratos y grasas.

Son un importante elemento en la dieta diaria, su importancia fundamental es la de proporcionar elementos necesarios para la formación y reparación de tejidos, pero también desempeña otras funciones importantes. La mayor parte se encuentra en el tejido muscular, el resto se encuentra en los cartílagos, huesos, dientes, piel, uñas, pelo y sangre.

Proviene casi en su totalidad de carnes, huevos, leche y ciertos vegetales como las legumbres. Pero una ingesta muy alta o muy baja de proteínas puede causar enfermedades. Una ingesta baja ocasiona la desnutrición proteica y el consumo excesivo puede causar problemas hepáticos o renales, ya que estos órganos son los encargados de eliminar las proteínas sobrantes del metabolismo. (32)

## **2.4 Lípidos**

Los lípidos o grasas son sustancias orgánicas formadas por carbono, hidrógeno y generalmente oxígeno y pueden contener también fósforo, nitrógeno y azufre.

La grasa es un componente necesario de los tejidos vivos y es esencial en la nutrición humana. Debido a que puede almacenarse y movilizarse, es el principal material de reserva corporal. Su ingesta equilibrada es también esencial para asegurar el aporte dietético de ácidos grasos esenciales y vitaminas liposolubles (A,D, K y E).

Los lípidos se encuentran en ciertos alimentos vegetales como los aceites, semillas y en alimentos de origen animal, como carnes, leche, etc.

Pero si bien los lípidos son necesarios para el organismo, el consumo exagerado ocasiona obesidad o sobrepeso, en la cuál la grasa se acumula en el cuerpo y puede ocasionar enfermedades al aparato circulatorio. (32)

## **2.5 Minerales**

Los minerales son sustancias inorgánicas que desempeñan un papel muy importante dentro del organismo siendo esenciales para la salud y fortaleza de huesos y dientes, el funcionamiento del sistema nervioso y otros órganos vitales.

Los minerales se clasifican en tres grupos de acuerdo a la cantidad que el organismo requiere de ellos: macroelementos, microelementos y oligoelementos.(32)

Macroelementos o macronutrientes: son los que el organismo necesita en mayor cantidad y dentro de estos tenemos el calcio, fósforo, sodio, potasio, magnesio, cloro y azufre.

Microelementos o micronutrientes: son llamados así porque el organismo los necesita en muy pequeñas proporciones. Dentro de estos tenemos el hierro, yodo, cobre, cobalto, manganeso, fluor y zinc.

Oligoelementos: también se les llama elementos trazas, ya que el organismo los requiere en ínfimas cantidades y son el silicio, el níquel, cromo, litio, molibdeno y selenio

Aquí hablaremos solamente de aquellos que en este caso nos interesa, por el tipo de investigación que se realiza, como son el hierro, el calcio y el fósforo.

### **2.5.1 Hierro**

El hierro es un nutriente esencial para varias funciones vitales del organismo, entre ellas, la formación de hemoglobina de los glóbulos rojos de la sangre que llevan oxígeno a las células, su deficiencia provoca anemia. Su fuente principal es la carne, yema de huevo, frutos secos, etc.

### **2.5.2 Calcio**

El calcio forma parte de los huesos y dientes, del tejido conjuntivo, interviene en la coagulación y en la excitabilidad muscular. El 99% forma parte del esqueleto óseo. Su deficiencia causa espasmos musculares, osteoporosis en adulto y anciano y raquitismo en niños. Proviene de productos lácteos, frutos secos, vegetales de hojas verdes, etc.

### **2.5.3 Fósforo**

El fósforo se combina con el calcio para formar fosfato de calcio que es un elemento constituyente de la estructura de los huesos y dientes. Su deficiencia produce debilidad muscular. Sus principales fuentes son la leche, el pescado, carnes, etc.

## **2.6 Agua**

La humedad se refiere a la cantidad de agua que contiene un producto, y puesto que el agua está presente en todo ser vivo, se le considera también un nutriente.

La importancia del agua se debe a que constituye aproximadamente de las dos terceras partes del peso corporal y actúa también como solvente de las sustancias que se transportan a través del organismo. En ella tienen lugar las reacciones químicas del metabolismo y funciona además como regulador térmico.

## **2.7 Fibra Cruda**

Esta compuesta comúnmente por celulosa, hemicelulosa, lignina, suberina, cutina, alginatos y pectinas. (4)

La celulosa es un polímero lineal complejo, formado por alrededor de 14,000 unidades de D- glucosa .

Las hemicelulosas son heteropolisacáridos cortos, ramificados, fácilmente hidrolizables enzimáticamente.

Las ligninas son polímeros tridimensionales de origen fenólico. Se encuentra en la lámina intermedia que separa las células vegetales, se le puede encontrar hasta en un 70%.

La celulosa, la hemicelulosa y la lignina son insolubles en agua pero pueden sufrir hidrólisis enzimáticas.

Las pectinas y los alginatos son polisacáridos complejos. La suberina y la cutina son

mezclas de sustancias principalmente de ácidos grasos polimerizados que hacen a la célula impermeable al agua.

En el hombre la mayor parte de la fibra cruda es indigerible, pues el sistema digestivo no cuenta con las enzimas necesarias para degradarla. Sin embargo, aunque aparentemente no posee una función útil al organismo, aumenta el volumen de las materias nutritivas y estimula el peristaltismo intestinal, por esta razón se recomienda el consumo de fibra a las personas que tienen problemas de constipación crónica, así como también problemas de colon irritable, en pacientes con hemorroides y en la constipación ocasionada durante el embarazo, convalecencia y senilidad. (32)

### **3. Productos Extruídos**

#### **3.1 Generalidades**

El procesamiento de un alimento se refiere al conjunto de fases sucesivas que involucran la transformación de materias primas en productos acabados. Una de las categorías dentro del procesamiento de productos agrícolas es la transformación de un material crudo, mediante diferentes operaciones unitarias, en un producto con características aceptables por el consumidor.

Uno de estos productos son las golosinas fritas o también llamadas Productos Extruidos, que actualmente poseen una gran aceptación y son consumidos por la mayoría de la población.

Se les llama productos extruidos ya que estos son obtenidos por medio de un proceso llamado extrusión, el cuál consiste en someter una mezcla de materiales a fuerzas de presión, que transforman su estructura molecular , permitiendo crear nuevas formas y texturas.(11)

### **3.2 Tecnología de Producción**

El proceso de extrusión combina varias operaciones como, mezclado, amasado, y formación. La extrusión puede realizarse en frío , dónde el material se extruye sin expansión, o en caliente (cocción – extrusión), dónde las macromoléculas de los componentes pierden su estructura nativa discontinua y se forma una masa continúa y viscosa en la que se dextriniza y gelatiniza el almidón, se desactivan enzimas responsables de posibles deterioros, se destruyen algunos compuestos antinutricionales y se disminuye la carga microbiana. (11)

El principal atractivo de la extrusión es la posibilidad de aumentar la variedad de alimentos en la dieta, ya que pueden elaborarse una gran cantidad de productos de diferentes formas, texturas, colores y sabores a partir de materias primas básicas; así tenemos almidones precocidos y modificados, cereales de desayuno, alimentos secos, productos extruidos y otros.

### **3.3 Parámetros de Calidad de los Productos Extruidos**

Inicialmente se toma en cuenta las materias primas a utilizar ya que cada formulación específica debe estar totalmente caracterizada en origen y composición química. La

selección de los materiales a utilizar tiene un gran impacto en las características del producto final como textura, uniformidad, calidad nutricional, color, etc., por eso, en la formulación de un nuevo producto es necesario conseguir un equilibrio en el aporte de proteínas, hidratos de carbono y lípidos.

En un producto extruido terminado el contenido de lípidos está en relación directa con el porcentaje de humedad de la masa, siendo que un alto contenido de humedad da como resultado contenido alto de aceites superiores en los productos terminados. (11)

Además, la calidad del aceite es muy importante para que el producto final adquiera las características adecuadas, ya que éste afecta el sabor y por tanto la aceptabilidad del mismo.

#### **4. Materia Prima**

##### **4.1 Malanga**

###### **4.1.1 Generalidades**

La Malanga cuyo nombre científico es Colocasia sculenta, pertenece a la Familia de las Aráceas. Esta es una familia muy extensa, comprendiendo algunos cien géneros y más de 1500 especies, algunas son terrestres mientras que otras plantas son trepadoras o enredaderas. Muchas especies de las Aráceas también son epífitas.

La mayoría de ellas son comestibles y son clasificadas en tribus y cinco géneros. Los géneros son: Lasicoideae (Cyrtosperma y Armophorhallus) y Colocasiodeae

(Alocasia, Colocasia y Xantosoma), Taro, Colocasia sculenta es considerada como única especie polimórfica. (30)



Fig. No. 1 Especies de Aráceas

Varias especies tropicales de Aráceas se han domesticado por sus tallos subterráneos ricos en carbohidratos y de buen contenido de minerales y vitaminas. Son plantas de cultivo fácil, de producción tempranera y alto rendimiento. Los cormos dan un alimento muy nutritivo y de alta digestibilidad, se comen cocidos o asados, con el fin de destruir los cristales de oxalato de calcio y saponinas. (25)

Colocasia y Xantosomea son las más importantes del género comestible. Colocasia es considerada originaria de la Región Indo –Malaya o tal vez de India Oriental y Bangladesh y se extiende hasta Asia Oriental y las Islas del Pacífico y hacia el sur y al oeste del Africa, de dónde se extendió al Caribe y América.

En varias regiones de América, las personas dependen exclusivamente de estas especies como un alimento de primera necesidad llegando a ser en ciertos lugares un sustituto de la papa; además este cultivo constituye una alternativa para pequeños agricultores por sus bajos costos de producción, también porque permite ser cultivado tanto en terrenos planos como en pendientes poco pronunciadas.

#### **4.1.2 Descripción Botánica y Agronómica**

##### **a) Descripción Botánica**

En América Tropical Colocasia sculenta se conoce con los nombres de Cocoyam, taro, malanga, Tanya y otros.



Fig. No. 2 Planta de Malanga

La malanga o taro es una especie muy poliforme y alcanza un tamaño promedio de 1 a 1.5 metros de altura. El tallo subterráneo ha recibido diferentes nombres: bulbo, rizoma, tubérculo o cormo. (24)

El cormo es esférico, elipsoidal o cónico, simple o ramificado en otros cormos laterales o en rizomas. En la parte externa está cubierto por escamas fibrosas o es completamente liso. Su estructura interna consiste de epidermis, zona cortical y cilindro central. La pulpa varía de blanca a morada, según el clon; en este último caso el color puede estar distribuido uniformemente o en manchas; la distribución de los haces vasculares es muy irregular, siendo frecuentes los canales de látex , así como las células cargadas de oxalato de calcio. (25)



Fig.No.3 Cormo de Malanga

El oxalato de calcio se encuentra en formas de haces de agujas cristalinas, que al romperse la pared de la célula que los contiene se expanden rápido y al contacto con la piel resulta ser urticante. Al cocinar o asar un cormo , los cristales desaparecen y

solo queda la cobertura gelatinosa que los envuelve. (25)

Las raíces aparecen en filas en la parte media e inferior de los cormos, sobre los entrenudos, se producen en abundancia, viven poco y se renuevan continuamente; su estructura corresponde a plantas de hábitat húmedos.

Con respecto al follaje, el pecíolo mide de 5 a 20 cm de largo y es envolvente en la base; puede ser verde o purpúreo, uniforme o listado. En algunos clones los pecíolos son comestibles, y se blanquean como espárragos. Las láminas de las hojas pueden tener forma cordada u ovalada y miden de 25 a 100 cm de ancho, son de color verde oscuro en la parte superior y en algunos clones hay una mancha o pico opuesto a la inserción del pecíolo.

La inflorescencia es de 2 a 5 por planta, las flores son pistiladas, formadas por un ovario diminuto, que lleva un estigma sésil. (25)

La malanga o taro produce frutos muy pocas veces, estos son bayas elipsoidales, de 4 a 5 mm de ancho, con una semilla ovoide e 1 a 1,5 mm de largo.

#### **b) Clima y Suelo**

La Malanga requiere temperatura entre 25 y 30° C, precipitaciones superiores a 2000 Mm anuales, altura entre 0 y 600 metros sobre el nivel del mar, suelos de textura Media para un buen desarrollo de los cormos, con un pH entre 5.6 y 6.5.

**c) Época de siembra**

Prácticamente no existe época de siembra definida, sin embargo se ha observado la mayor concentración de cosecha en el primer semestre del año. La siembra se realiza dejando entre cada planta una distancia de 0.4 metros y entre hileras, un metro. El cormo se coloca con la yema hacia arriba, luego se cubre con tierra.

**d) Época de Recolección y Rendimiento**

La cosecha se realiza a los siete meses, cuando el follaje se muestra amarillento y secamiento de las hojas. Al momento de la cosecha se arrancan las plantas, luego se procede a separar los cormos de la planta, se seleccionan los cormos comerciables y no comerciables según el criterio del agricultor, y los no comerciables son utilizados para cultivo.

La Malanga muestra un rendimiento promedio por hectárea que varía de 7 a 9 toneladas. (15)



Fig. No.4 Cultivo de Malanga en Cuba

#### 4.1.3 Composición Química y Valor Nutritivo

La Malanga es de gran aceptación en muchos países y regiones; sus cormos son generalmente usados como almidón y se preparan diversos bocadillos dulces o salados. Los cormos son también considerados como una buena fuente de carbohidratos y potasio. También contiene gran cantidad de vitaminas del complejo B.

En el siguiente cuadro, se presentan los principales componentes del corno de Colocasia sculenta.

<b>Nutriente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor por 100 gramos de Porción Comestible</b>
Proteína	Gramos (g)	1.500
Carbohidrato	Gramos (g)	26.460
Fibra	Gramos (g)	4.100
Grasa	Gramos (g)	24.9
Humedad	Gramos (G)	2.7
Ceniza	Gramos (g)	1.200
<b>Minerales</b>		
Calcio	Miligramos (mg)	43.00
Hierro	Miligramos (mg)	0.550
Fósforo	Miligramos (mg)	84.000
Potasio	Miligramos (mg)	591.000
<b>Vitaminas</b>		
Vitamina A	Miligramos (mg)	0.025
Vitamina C	Miligramos (mg)	4.500

**Cuadro No. 2**  
**Composición Química del Cormo de Malanga**

Tomado de [Http:// www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/list\\_nut.pl](http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/list_nut.pl)

#### 4.1.4 Usos Alimenticios

Las aráceas es un cultivo que se ha cosechado en todas partes de los trópicos húmedos porque sus cormos y hojas son comestibles y tienen un buen uso nutricional.

Dentro de los últimos sesenta años, investigadores han confirmado la superioridad del Taro o malanga sobre otros almidones de primera necesidad, por ejemplo es de fácil asimilación y puede ser consumida por personas con problemas digestivos. ( 12)

La Sémola de malanga y otros productos han sido usados ampliamente en formulaciones para infantes. La Malanga es especialmente útil a personas alérgicas a cereales y puede ser consumida por niños quienes presentan sensibilidad a la leche.

Los cormos son consumidos de diferentes formas según los patrones culturales de cada región, pero generalmente, son consumidos asados o fritos, o bien como ingredientes de otras recetas como sopas. Sin embargo, las formas de consumir el Taro o Malanga son muchas y muy variadas, y con ella puede elaborarse un sin fin de productos nutritivos.



Fig. No. 5 Hojuelas de Malanga



Fig. No. 6 Sopa de Malanga

## 4.2 Hierro

El hierro es un elemento esencial para el buen funcionamiento del organismo, su función principal es formar la hemoglobina de los glóbulos rojos de la sangre, los cuales llevan oxígeno a todas las células del cuerpo.

Pueden identificarse dos formas de hierro en el organismo, el hierro funcional y el de reserva. El primero se encuentra en la hemoglobina de los glóbulos rojos de la sangre, la función específica de la hemoglobina es transportar el oxígeno desde los pulmones hacia las células de todos los órganos y tejidos. El hierro de reserva se encuentra en la mioglobina del músculo donde sirve de reservorio de oxígeno para su uso inmediato.

El hierro también es componente de varias coenzimas que actúan junto con las enzimas como “facilitadores” en los procesos de respiración celular (oxido-reducción), tales como los citocromos, las deshidrogenasas y las reductasas.

Muchos de estos compuestos mencionados son los hemínicos o sea que su hierro está en forma de “heme”, es decir disponible, pero además hay algunas enzimas con hierro no hemínico. Otro constituyente funcional de hierro es la transferrina que transporta el hierro en la circulación.

El comportamiento de reserva incluye a la ferritina que es la proteína predominante de almacenamiento en condiciones normales, y la hemosiderina cuya función es

almacenar excesos de hierro en el organismo. En estos dos últimos componentes el hierro se encuentra entre un 10 y 20 %. (23)

#### **4.2.2 Farmacocinética**

##### **A. Absorción**

Normalmente, el hierro se absorbe en el intestino delgado a nivel de duodeno y el yeyuno proximal, aunque los sitios más distales del mismo pueden absorber hierro si es necesario. Una persona normal sin deficiencia de hierro absorbe del 5 al 10% de hierro elemental, o cerca de 0.5 a 1 mg al día. La absorción de hierro aumenta en respuesta a reservas bajas o mayores requerimientos del mismo.

La absorción de hierro aumenta de 1 a 2 mg por día en las mujeres que menstrúan y puede llegar a ser de hasta 3 a 4 mg por día en embarazadas. Los lactantes y adolescentes también tienen requerimientos mayores de hierro durante los períodos de crecimiento rápido.

El hierro no hemínico contenido en los alimentos y el hierro en forma de sales o complejos inorgánicos debe ser convertido a hierro ferroso (  $Fe^{++}$  ) antes de que pueda absorberse por las células de la mucosa intestinal. Dicha absorción puede disminuir por la presencia de agentes que forman complejos en la luz intestinal y aumenta en presencia de ácido clorhídrico y vitamina C.

El hierro se transporta a través de las células de la mucosa intestinal mediante

transporte activo. Los iones ferrosos absorbidos se convierten en iones férricos dentro de las células de la mucosa, por lo que hierro recién absorbido puede quedar disponible para su uso inmediato o convertirse en ferritina y almacenarse en las células de la mucosa intestinal.

### **B. Distribución**

El hierro es transportado en la sangre fijado a la transferrina, que es una proteína específica, el hierro entonces, es transportado desde las células intestinales o desde los sitios de almacenamiento en el hígado o en el bazo, hacia los eritrocitos en desarrollo, que son los que transportan hemoglobina a través de todo el organismo.

### **C. Almacenamiento**

El hierro puede almacenarse en dos formas: la ferritina y la hemosiderina. La ferritina, es la forma más fácilmente disponible de hierro almacenado. La hemosiderina es una sustancia que se compone de agregados en cuyo centro se encuentra el hierro.

Tanto la ferritina como la hemosiderina, se almacenan en el hígado, bazo y médula ósea.

### **C. Eliminación**

No existe un mecanismo para la excreción del hierro. Se pierden pequeñas cantidades de hierro por la exfoliación de la célula de la mucosa intestinal en las heces, y se excretan cantidades ínfimas en la bilis, orina y sudor, sin embargo, las cantidades no

son mayores de 1 mg de hierro por día. (23)

#### **4.2.3 Problemas Relacionados con la Falta de Hierro**

La anemia por deficiencia de hierro o anemia ferropénica, es la principal deficiencia nutricional en el mundo, y es más grave de lo que antes se pensaba. Causa muchos trastornos y un poco de mortalidad en la mayoría de los pueblos, incluso en los más desarrollados.

La carencia de hierro produce debilidad y cansancio, disminución de la respuesta inmunológica y por tanto un aumento en el riesgo de infecciones.

Uno de los daños más graves que ocasiona la falta de hierro es que afecta el desarrollo humano. Un niño en edad escolar que sufre de anemia tiene dificultades para mantener la atención y para distinguir entre diferentes estímulos visuales, tampoco se siente estimulado hacia la curiosidad, disminuye su nivel de juego y actividades propias de la niñez. (20)

#### **4.2.4 Sales de Hierro utilizadas como Agentes Hematínicos**

Actualmente se dispone de diversas preparaciones de hierro oral, las cuales se presentan en forma de sales, tal como el sulfato, fumarato y gluconato, aunque también se utiliza en algunas ocasiones el hierro micronizado.

Puesto que el hierro ferroso se absorbe con mayor eficacia, solo deben utilizarse como

suplemento sales ferrosas. Tanto el sulfato como el gluconato y el fumarato ferroso son eficaces y económicos, y se recomiendan para la mayoría de pacientes. (23)

Junto con las sales de hierro suelen utilizarse complementos de vitamina C o ácido ascórbico, ya que éstos ayudan a convertir el hierro en la forma ferrosa, que se absorbe mejor.

Las diferentes sales de hierro proporcionan diferentes cantidades de ión ferroso. En una persona con deficiencia de hierro pueden incorporarse cerca de 50 a 100 mg de hierro en la hemoglobina a diario. Por tanto deben administrarse diariamente de 200 a 400 mg de hierro ferroso para corregir la deficiencia de hierro con mayor rapidez. (23)

#### **4.2.4.1 Sulfato Ferroso**

Se describe como cristales verde azulados, pálidos, inodoro, tienen un sabor astringente, salino, eflorece al aire seco volviéndose blanco; se oxida en presencia de aire húmedo, para formar sulfato férrico básico de color amarillo parduzco, por lo que debe almacenarse en contenedores bien cerrados. (36)

Esta sal tiene la ventaja que se absorbe en el organismo en mayor proporción comparado con otras sales (alrededor del 20%) , y esto se debe a que el ion ferroso puede atravesar fácilmente la membrana del intestino y difundirse hacia la sangre.

Por sus características el sulfato de hierro es la materia prima más frecuentemente utilizada para elaborar preparados hematínicos, en su mayoría en forma de cápsulas o comprimidos, aunque también se utiliza para elaborar jarabes.

Además es una materia accesible y de bajo costo, por lo que puede ser adquirido fácilmente. Por estas razones se decidió utilizar el sulfato ferroso como materia prima para la realización del presente estudio.

## **5. Fortificación de Alimentos**

### **5.1 Aspectos Teóricos**

Debido a las condiciones que conllevan a deficiencias nutricionales serias en algunos sectores de la población, los programas de fortificación y enriquecimiento de alimentos han presentado gran importancia, y son hasta indispensables para alcanzar las metas nutricionales de una población.

Hay dos términos importantes para describir la adición de nutrientes a los alimentos: enriquecimiento y fortificación. (10)

#### **Enriquecimiento.**

Su objetivo es ayudar a combatir la desnutrición de la comunidad y se define como el mejoramiento nutricional de alimentos ampliamente consumidos por medio del agregado de nutrientes tales como, vitaminas, minerales y aminoácidos ( u otros

suplementos proteicos), sin producir ningún cambio detectable en la apariencia, sabor y propiedades de esos alimentos.

### **Fortificación.**

Es el agregado de cantidades adicionales de un nutriente que ya está presente en el alimento; no se añaden nutrientes nuevos sino que se aumenta la concentración de los ya existentes.

La adición de nutrientes a los alimentos es uno de los aspectos más difíciles y complejos de la tecnología de los alimentos. Antes de efectuar cualquier adición se deben de tomar en cuenta las necesidades del consumidor y el tipo de alimento base en el que se va a llevar a cabo esta adición. Sobre dicho punto existen muchas controversias en cuanto a los alimentos que se pueden utilizar, ya que deben reunir ciertas características para que los nutrimentos añadidos sean estables y puedan ser aprovechados por el hombre.

La fortificación de alimentos se efectúa comúnmente atendiendo las siguientes causas y criterios: (10)

- a) El consumo del nutriente usado en la fortificación se encuentra por debajo del nivel adecuado en la dieta de un número significativo de personas.
- b) El alimento utilizado en la fortificación debe consumirse en cantidades importantes para que contribuya adecuadamente en la dieta de la población necesitada.
- c) El nutriente añadido no desequilibra los nutrientes esenciales del alimento.

- d) No deben existir problemas de toxicidad causados por los nutrientes en las concentraciones añadidas.

Entre las condiciones más importantes que deben tenerse en cuenta para la selección del vehículo utilizado para la fortificación están los siguientes: (10)

- a) Debe ser consumido por la mayoría de la población
- b) Debe ser barato, para permitir el consumo a los grupos más pobres.
- c) Su distribución debe permitir cubrir áreas geográficas extensas.
- d) El ingrediente para fortificación no debe afectar el sabor, olor u otro aspecto del vehículo.

La eficiencia de la fortificación de alimentos para corregir, erradicar o prevenir enfermedades deficitarias es ampliamente reconocida, ya que es importante conocer como puede la población Salvadoreña llegar a consumir alimentos que contengan los nutrientes necesarios que contribuyan al alcance de una dieta diaria que favorezca el desarrollo normal del individuo.

## **5.2 Programa Nacional de Fortificación**

A nivel nacional, se han identificado los principales problemas nutricionales y su magnitud, como son las deficiencias de nutrientes específicos tales como vitaminas o minerales; y con el objeto de erradicarlos se puede recurrir a la aplicación de proyectos sencillos y de bajo costo de fortificación de alimentos.

Actualmente el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), lleva a cabo programas de fortificación y enriquecimiento. Su plan de acción consiste en definir cuál es el problema, la causa de este y realizar acciones que contribuyan a que la población alcance niveles nutricionales adecuados.

Entre estos programas tenemos la yodación de la sal para el control del bocio endémico, la fortificación de azúcar con vitamina A para la corrección de ésta deficiencia específica y fortificación con hierro de las harinas de trigo para combatir anemia. (14)

### **5.3 Fortificación de Harinas con Hierro**

En la actualidad, se han realizado investigaciones conducentes a determinar cuál es el mejor vehículo para el hierro y la forma de este mineral que debe ser empleada con propósitos de fortificación.

La enorme mayoría de los países en subdesarrollo actualmente dependen de programas de suplementación con sulfato ferroso para el control de la deficiencia de hierro y de la anemia severa durante el embarazo. Mucha de esta suplementación preventiva se administra no en forma de medicamento, sino que se utiliza como vehículo un producto de consumo diario, y puesto que las harinas son parte fundamental en la dieta de los países en vías de desarrollo, éste es un excelente vehículo para proveer a la población de una cantidad de hierro adecuada.

## **6.0 Programa Nacional de Escuela Saludable**

### **6.1 Generalidades**

El Programa Nacional de Escuela Saludable provee servicios sociales básicos en forma integrada , en áreas prioritarias como educación, salud y nutrición; lo mismo que servicios de infraestructura de apoyo a estas.

Este esfuerzo se dirige a la población escolar vulnerable (parvularia, primer y segundo ciclo de educación básica) de áreas urbanas marginales y rurales del país, con la finalidad de lograr mejores condiciones de vida y oportunidad de superación.

#### **6.1.1 Definición del Programa**

Escuela Saludable se define como un centro educativo donde todos los alumnos gozan de condiciones adecuadas para lograr un armonioso desarrollo biológico, psicológico y social, en un ambiente de bienestar institucional y comunal. (28)

#### **6.1.2 Objetivo del programa**

Su objetivo es atender las necesidades en salud, educación, nutrición, infraestructura, equipamiento y dotación de servicios básicos de los alumnos beneficiarios.

#### **6.1.3 Acciones del Programa Escuela Saludable (28)**

- i. Investigación: Implica evaluar el estado de salud de los alumnos y las condiciones sanitarias de la escuela.

- ii. Mejorar las condiciones de salud: de los beneficiarios mediante la incorporación en la escuela de atención médica odontológica y psicológica.
- iii. Mejorar la calidad de servicios educativos por medio de la participación de maestros, alumnos y padres de familia.
- iv. Alimentación escolar en los que se brindará un complemento alimentario consistente en arroz, carne, aceite y bebida nutritiva.
- v. Infraestructura física y provisión de servicios básicos.

## **6.2 Programa de Alimentación Escolar**

### **6.2.1 Objetivo**

El Programa de Alimentación Escolar pretende satisfacer las necesidades inmediatas de alimentos de la población estudiantil de parvularia, primer y segundo ciclo de educación básica del área rural y urbana marginal, a través de la provisión de un refrigerio en las primeras horas de la jornada escolar; para mejorar la atención y rendimiento escolar de los niños y niñas, y se pretende a su vez incorporar hábitos higiénicos y alimentarios. (27)

### **6.2.2 Composición del refrigerio**

Los alimentos que integran el refrigerio escolar tienen las características siguientes:

- i. Bebida fortificada: Mezcla vegetal saborizada
- ii. Arroz, carne enlatada y aceite.

Estos alimentos son distribuidos a los niños en forma cocida mediante diferentes presentaciones. (27)

### 6.2.3 Valor nutritivo del refrigerio escolar.

El refrigerio escolar debe suplir las necesidades nutricionales de los niños, parte de esto se resume en el siguiente cuadro.(27)

<b>Caloría / Nutrientes</b>	<b>Cantidad día</b>	<b>Recomendado (%)</b>
Energía	401 kcal	18.7 %
Proteína	13 g	33.8%

**Cuadro No. 3**  
**Aporte nutricional de la ración diaria individual.**

<b>Alimentos</b>	<b>Gramos / día</b>
Bebida saborizada	15
Carne en Conserva	17
Arroz	65
Aceite vegetal	5

**Cuadro No.4**  
**Ración diaria por beneficiario.**

#### **6.2.4 Preparación y Distribución del refrigerio**

Se preparan semanalmente menús variados en los centros escolares de los 14 departamentos, y se distribuye una ración diaria alimentaria a los alumnos beneficiarios/as del programa, ampliando así alternativas que mejoren su nutrición con el consumo de alimentos de la canasta básica.

### **7. La Evaluación Proximal**

Es un conjunto de determinaciones que describen la composición nutritiva de un producto alimenticio. Comprende las determinaciones de humedad o sustancias volátiles a 105° C, extracto etéreo o grasa, cenizas o material mineral. Fibra cruda, proteína bruta, carbohidratos y otros análisis que se consideren importantes.

Cada uno de estos análisis tiene un método específico para determinarse, y se explicaran posteriormente en la parte experimental.

### **8. Evaluación Sensorial**

#### **8.1 Generalidades**

Los métodos sensoriales se pueden usar para evaluar la calidad de un alimento por medio de nuestros sentidos.

Para realizar esta prueba se utilizará un panel o jurado evaluador. A los individuos que forman un jurado de prueba de alimentos se les pide que empleen sus sentidos de la vista, gusto, olfato, tacto y oído para evaluar un alimento.

## 8.2 Tipos de pruebas aplicadas a una evaluación sensorial

Existen varias clasificaciones cuando se habla de una evaluación sensorial pero en general las pruebas se dividen en dos tipos:

- A. Pruebas de diferencia o discriminación
- B. Pruebas de aceptación o del consumidor.

**A. Las pruebas de diferencia o discriminación** se utilizan para verificar alguna diferencia detectable entre las muestras analizadas o para saber la naturaleza de cualquiera de esas diferencias.

**B. Las pruebas de aceptación o del consumidor** se emplean para conocer si se prefiere un producto , o bien su potencial de aceptación por el consumidor. Estas pruebas se dividen en: (7)

- a. Pruebas de preferencia.
- b. Pruebas de aceptabilidad
- c. Pruebas hedónicas.

Una de las características de este tipo de prueba es que el jurado del análisis sensorial está constituido por personas no entrenadas, pero si deben ser usuarios del producto.

Estas pruebas pueden realizarse en un lugar central tal como un mercado, escuela, centro comunitario o en el hogar de los consumidores.

**a. Pruebas de preferencia**

Esta prueba le permite a los consumidores seleccionar entre una serie de muestras, indicando si prefieren una muestra sobre la otra o simplemente no tienen preferencia.

**b. Prueba de aceptabilidad**

Se utiliza para verificar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores.

**c. Pruebas hedónicas**

Se utilizan para medir cuanto agrada o desagrade un producto.

Para realizar las pruebas de aceptabilidad puede utilizarse una escala categorizada que consiste de diferente número de categorías que van desde gusta mucho, gusta poco, pasando por no gusta ni disgusta, hasta me disgusta mucho según lo que pretenda el investigador.

Además puede aplicarse a los resultados de esta prueba un método estadístico a fin de comprobar si una afirmación es verdadera o falsa.

**9. Vida de anaquel****9.1 Aspectos Teóricos**

Se define como el período de tiempo en el que en un alimento mantiene las características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas originales o también

puede decirse cual es el tiempo en el que el producto alcanza un nivel máximo aceptable de deterioro cuando es almacenado en condiciones específicas. (7)

## **9.2 Factores que influyen en la estabilidad de un producto.**

El tiempo de anaquel puede verse afectado por la influencia de diversos factores ambientales y estos pueden ser: la temperatura, la humedad, la luz, calidad de la materia prima, métodos de procesamiento y los tipos de empaque.

Con respecto a la temperatura de almacenamiento es un factor crítico ya que a cierta temperatura crecen microorganismos, y además pueden acelerarse acciones de degradación.

La humedad está muy relacionada con la actividad microbiana y entre más se encuentre presente ésta en un producto, mayor es la probabilidad de contaminación por mohos y levaduras.

La luz solar puede dar lugar a degradaciones en los componentes del producto.

Entre mejor sea la calidad de la materia prima mejor será la estabilidad del producto alimenticio.

El método de procesamiento empleado influye en las características finales del producto.

El empaque está diseñado para proteger y aislar al producto alimenticio pero dependiendo del material con que esté elaborado, así será el grado de protección que dará.

### **9.3 Determinaciones de la estabilidad de un Producto Alimenticio**

En la actualidad no existe un método establecido para determinar la vida de anaquel de un producto alimenticio, ya que la mayoría de estudios se han enfocado al área de medicamentos. Pero de acuerdo a los factores que influyen puede evaluarse este parámetro realizando controles químicos y microbiológicos convenientes al producto almacenado bajo condiciones específicas y durante un período determinado. Estos parámetros los elige el investigador de acuerdo a lo que quiera encontrar.

## **CAPITULO II**

### **PARTE EXPERIMENTAL**

La parte experimental se realizó en tres lugares diferentes de acuerdo a las condiciones y equipo más adecuado para su realización: el desarrollo de la fórmula y la producción se llevó a cabo de forma artesanal en la casa de habitación de una de las integrantes del grupo de trabajo, el análisis proximal y el análisis de estabilidad en el Laboratorio de Servicios Analíticos de la Fundación Salvadoreña para la investigación del Café(PROCAFE) y el análisis microbiológico en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de La Universidad de El Salvador.

#### **1. Metodología de Elaboración**

##### **1.1 Obtención de la Materia Prima**

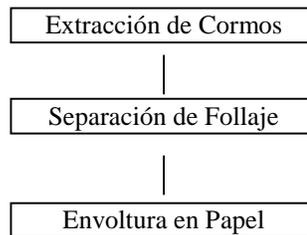
La materia prima fue obtenida recolectando manualmente los cormos de Malanga en un terreno particular situado en el Municipio de Dulce Nombre de María en el Departamento de Chalatenango. Cabe mencionar que existen muchas variedades de malanga muy similares entre si por lo que no fue posible determinar a cuál de ellas pertenece la planta recolectada.

##### **1.2 Técnica de Recolección de los Cormos de Malanga**

Para la recolección de los cormos se utilizó una técnica manual que se resume en los siguientes pasos:

- a) Extraer la planta cuidadosamente removiendo la tierra sin dañar las raíces

- b) Separar los cormos del follaje con la ayuda de un cuchillo
- c) Cubrir cuidadosamente el cormo con papel empaque con el fin de que no se maltrate con el transporte



**Esquema No.1: Recolección de los Cormos de Malanga**

### **1.3 Método de Obtención de la Sémola de Malanga**

Para la obtención de la sémola de malanga se utilizó una técnica artesanal, la cual consiste en los siguientes pasos:

a) Limpieza

Lavar los cormos recolectados con agua potable y jabón, removiendo cuidadosamente todos los residuos de tierra. Luego se pasan por agua caliente.

b) Pelado

Remover la cáscara con la ayuda de un cuchillo

c) Fraccionado

Cortar los tubérculos (cormos) en rodajas finas con la ayuda de cuchillo

d) Secado

Colocar los tubérculos cortados sobre zarandas limpias y luego taparlos con

mantas, posteriormente secarlas al sol, de ocho de la mañana a las tres de la tarde, durante dos días.

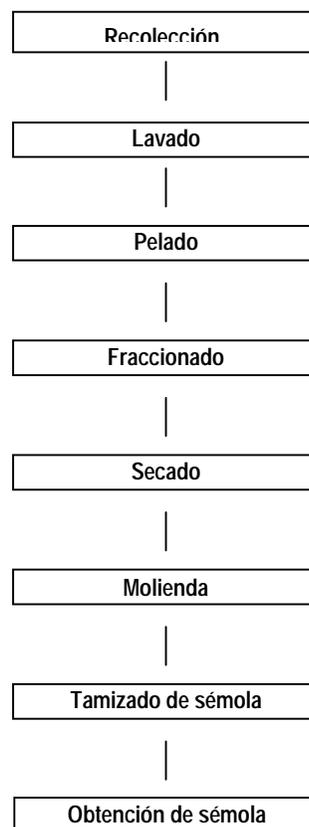
e) Molienda

Se realizó en un molino de disco hasta obtener la sémola.

f) Tamizado

Se realizó en un tamiz con de malla número 40, para obtener un tamaño de partícula uniforme.

El proceso se esquematiza a continuación:



**Esquema No.2: Obtención de la Sémola de Malanga**

#### 1.4 Método de Fortificación de la Sémola de Malanga

La cantidad de hierro que se adicionó a la harina se calculó en base a la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO67.03.02:99 Harina de maíz nixtamalizada. (Anexo No.2)

Se decidió tomar como parámetro la harina de maíz, debido a que no existe una norma para la sémola de malanga y dado que la mayoría de productos extruidos son elaborados con harina de maíz.

De manera que se tiene por **kilogramo** de sémola:

- Contenido teórico de hierro de sémola de malanga: ..... 5.50 mg  
(0.55mg /100 g. Ver cuadro No.2)
- Cantidad mínima de fortificante de hierro recomendado por la Norma: ..... 25.00 mg
- Cantidad teórica de hierro a contener en la sémola ..... 50.00 mg
- Cantidad de sulfato ferroso a agregar ..... 44.50 mg

Se decidió adicionar esta cantidad de fortificante aunque no supla las necesidades totales de hierro, ya que la dosis diaria recomendada para niños es de 12 mg (cuadro No. 1), pero esta cantidad se consigue con la totalidad de alimentos que se consumen en todo el día y puesto que el nacho solo será un parte eventual de la dieta diaria, no tiene necesariamente que suplir la cantidad total requerida. Así, si se fortifica

la sémola hasta obtener 50 mg de hierro por kilogramo, y suponiendo que la ración por niño sea de 25 gramos, estaría consumiendo alrededor de 1.25 mg.

El proceso de fortificación de la sémola es el siguiente:

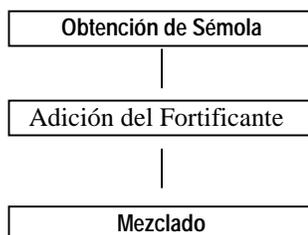
a) Obtención de la sémola de malanga

b) Adición del fortificante

Se adicionó sulfato ferroso a la sémola de malanga en cantidad calculada.

c) Mezclado

Mezclar mediante una técnica manual en proporción de 1 a 1 rotando en forma de ocho por 10 minutos hasta mezcla homogénea.



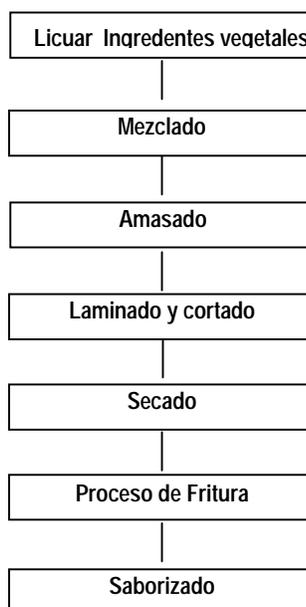
**Esquema No. 3**  
**Fortificación de Sémola de Malanga.**

### **1.5 Técnica de Elaboración del Producto Extruido**

Para elaborar el producto a base de sémola fortificada de malanga se utilizó también una técnica artesanal, que consta de los siguientes pasos:

- a) Mezclar los ingredientes vegetales: tomate, cebolla, chile verde, glutamato monosódico y agua. Licuar por espacio de 5 minutos hasta que todos los ingredientes queden bien molidos.
- b) Colar la mezcla obtenida a través de un tamiz número cuarenta.
- c) Mezclar la sémola de malanga con leche en polvo en proporción de 1 a 1 por técnica manual rotando en forma de ocho.
- d) Incorporar a la mezcla de sémola y leche, el preparado obtenido en el literal b, en cantidad suficiente para obtener una masa.
- e) Amasar manualmente por un tiempo de 10 minutos hasta obtener una consistencia elástica.
- f) Engrasar con aceite vegetal la superficie del rodillo y la base de trabajo (plato, tabla de madera, etc.)
- g) Proceder al laminado de la masa, utilizando el rodillo hasta obtener un grosor adecuado de más o menos 2 mm.
- h) Cortar las láminas de masa utilizando diferentes moldes.
- i) Secar el producto en un horno a 60° C por 2.5 minutos.
- j) Freír el producto en aceite vegetal a temperatura de 175° C por un minuto.
- k) Colocar el producto extruido en papel absorbente para eliminar el exceso de aceite, y dejar enfriar a temperatura ambiente.
- l) Espolvorear el producto frito con cloruro de sodio micronizado ( sal de mesa).

El proceso se resume en el siguiente esquema:



**Esquema No. 4**  
**Elaboración de Nacho Malanga**

## **2. Metodología de Análisis**

A fin de comprobar la calidad y las características deseables de los productos elaborados a base de la sémola de malanga se realizarán análisis tanto a la sémola como al producto elaborado y al patrón.

### **2.1 Evaluación Química Proximal**

#### **2.1.1 Humedad (Método AOAC 14.004)**

La determinación de humedad se basa en la pérdida de peso del alimento al calentarlo a 105° C.

**Cálculo**

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Peso (g) crisol con muestra} - \text{peso en g de crisol con residuo}}{\text{peso de muestra}} \times 100$$

**2.1.2 Grasa (Método AOAC 14.084)**

El contenido de grasa bruta en un producto se determina por medio de la extracción con éter etílico en condiciones específicas.

**Cálculo**

$$\text{Grasa \%} = \frac{\text{Peso de grasa extraída}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

**2.1.3 Proteína (Método AOAC 14.067)**

El contenido de proteína bruta en un producto es el resultado de multiplicar el contenido de nitrógeno, determinado por la conversión del nitrógeno orgánico a borato amónico, en presencia de ácido sulfúrico y catalizador y luego titulado con un ácido (método Kjeldahl), por un factor de transformación de nitrógeno en proteína.

El factor utilizado es 6.25, este factor resulta del contenido de nitrógeno que poseen las proteínas, así, las de proteínas contienen 16% de nitrógeno, esto quiere decir entonces que cada 100 gramos de proteínas contienen 16 gramos de nitrógeno por lo que cada gramo de nitrógeno equivalente a 6.25 gramos de proteína. ( 4)

**Cálculos**

% de Proteínas = % de Nitrógeno X Factor

Factor: 6.25

% de Nitrógeno =  $\frac{0.014007 \times 100 \times N (\text{ácido}) \times \text{mL usados}}{\text{Peso de muestra}}$

**2.1.4 Fibra Cruda (Método AOAC 7.006)**

El método empleado para la determinación consiste en efectuar dos digestiones. La primera con ácido sulfúrico y la segunda con hidróxido de sodio. La finalidad del método es la de eliminar las proteínas, carbohidratos solubles, residuos de grasas, vitaminas y otros compuestos. El fundamento del método es asemejar el proceso digestivo.

**Cálculos**

% de fibra cruda =  $\frac{\text{Peso de crisol más residuo} - \text{Peso de crisol}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$

**2.1.5 Cenizas (método AOAC 14.006)**

Las cenizas se refieren al contenido de minerales en la muestra como calcio, fósforo, potasio, magnesio y hierro. La determinación se basa en someter la muestra a una temperatura de 600° C, con el fin de eliminar la materia orgánica, la cual se destruye a esta temperatura.

### **Cálculos**

$$\% \text{ de Ceniza} = \frac{\text{Peso de crisol más residuo} - \text{peso de crisol}}{\text{peso de muestra}} \times 100$$

#### **2.1.6 Carbohidratos**

Los carbohidratos se determinan por diferencia luego que se han completado los análisis de humedad, cenizas, fibra cruda, grasa y proteína cruda.

#### **Cálculos:**

$$\% \text{ carbohidratos (base seca)} = 100 - (\% \text{ de proteína} + \% \text{ grasa} + \% \text{ fibra cruda} + \% \text{ ceniza})$$

$$\% \text{ carbohidratos (base húmeda)} = 100 - (\% \text{ proteína} + \% \text{ grasa} + \% \text{ fibra cruda} + \% \text{ ceniza} + \% \text{ humedad})$$

#### **2.1.7 Determinación del Contenido de hierro ( Método AOAC 965.09)**

Se realizará por el método de Absorción atómica cuya técnica comprende el uso de lámparas de cátodo hueco como fuente de luz o energía. El cátodo está revestido por el elemento a analizar. La luz proveniente de la lámpara pasa a través de una llama, en la que se aspira la muestra líquida a analizar y de la cuál los átomos que están disociados químicamente y en su estado mínimo de energía, absorben la radiación emitida en líneas discretas.

Previo a la determinación de hierro es necesario realizar un tratamiento de la muestra.

Este consiste en someter la muestra a calcinación a 600° C para eliminar la materia orgánica y luego tratar la ceniza con ácido clorhídrico para formar sales solubles del elemento a analizar que luego se cuantificarán por métodos instrumentales.

**Cálculos:**

$$\text{mg/ kg de hierro} = \frac{F \times A}{P \text{ mx}}$$

En dónde:

A = Concentración obtenida del aparato

F = factor de dilución de muestra

Pmx= peso de muestra

**2.1.8 Determinación de Calcio ( Método AOAC 965.09 )**

Se realizará esta determinación por absorción atómica de la misma forma que la determinación de hierro utilizando el cátodo formado con el elemento a analizar. El tratamiento de la muestra es idéntico que para el hierro.

**Cálculos:**

$$\text{mg/ kg de calcio} = \frac{A \times F}{P \text{ mx}}$$

En dónde:

A = Concentración obtenida del aparato

F = factor de dilución de muestra

Pmx= peso de muestra

### 2.1.9 Determinación de Fósforo ( Método AOAC 2.016)

Para la determinación de fósforo existen dos métodos de tratamiento de muestra: la vía seca y la vía húmeda. La vía seca involucra reducir la muestra a cenizas, pero esto implica un calentamiento de 600° C y el fósforo tiende a volatilizarse, por lo que este método no es confiable; la vía húmeda en cambio implica una digestión nítrico perclórico, por lo que no existe el riesgo de perder el fósforo y obtener resultados erróneos.

Por esta razón se decidió utilizar la vía húmeda para tratar la muestra.

**Cálculos:**

$$\text{mg/ kg de fósforo} = \frac{A \times F \times \text{meq de fósforo}}{P \text{ mx}}$$

En dónde:

A = lectura de la muestra obtenida del aparato

F = factor de dilución de muestra

Pmx= peso de muestra en gramos

## **2.2 Pruebas de Estabilidad**

### **2.2.1 Empaque del Producto**

Los nachos recién elaborados y los utilizados como patrón, se colocaron en bolsas separadas de polietileno con cierre hermético, las cuales contenían 300 g de muestra respectivamente.

Las muestras se almacenaron por un período de tres meses a temperatura ambiente, realizando un muestreo cada cuatro semanas.

### **2.2.2 Pruebas Fisicoquímicas**

#### **2.2.2.1 Acidez en Grasa (Método AOAC 14.071)**

Se define como los miligramos de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres en 100 gramos de harina (base seca).

Este método consiste en una extracción previa de la grasa, con éter etílico, seguida de una titulación ácido- base.

#### **Cálculo**

$$\text{Acidez en grasa} = 10 \times (A - B)$$

En Dónde:

A = mL gastados de hidróxido de potasio en muestra

B = mL gastados de hidróxido de potasio en blanco

#### **2.2.2.2 Humedad (Método AOAC 14.004)**

El material, equipo, reactivos al igual que el procedimiento y la fórmula para el cálculo es idéntica a la utilizada en 2.1.1 Humedad del análisis proximal.

#### **2.2.3 Pruebas Microbiológicas**

##### **2.2.3.1 Preparación de la muestra**

Con el fin de obtener resultados confiables es necesario realizar una adecuada preparación de las muestras a analizar. Para ello debe reducirse el tamaño de la partícula del producto y suspenderse en un medio rico en nutrientes, para que los microorganismos que puedan estar presentes se liberen en el medio y se mantengan viables.

Todo esto debe realizarse en un ambiente estéril para evitar que las muestras se contaminen con microorganismos y se obtengan resultados falso positivos.

También es necesario realizar diluciones para facilitar el conteo de los microorganismos en caso de que estos se encuentren presentes en gran cantidad.

##### **2.2.3.2 Recuento total de Mesófilos Aeróbicos**

Nos indica la presencia y cantidad de microorganismos aerobios mesófilos ( crecen a temperatura ambiente), que están presentes en un alimento. Para la realización de la prueba se toma una cantidad de muestra preparada y se coloca en un medio nutritivo

sólido en el cuál cada microorganismo presente se multiplica y forma una colonia visible que puede ser contada.

### **2.2.3.3 Recuento Total de Mohos y Levaduras**

Nos indica la presencia y número de mohos y levaduras presentes en el alimento analizado.

El fundamento de la prueba es el mismo del Recuento Total de mesófilos aerobios, con la diferencia que el medio de cultivo utilizado contiene sustancias que exclusivamente utilizan estos microorganismos.

### **2.2.3.4 Método del número más probable para Coliformes (NMP)**

Con esta prueba se detectan microorganismos coliformes, que son indicadores, es decir nos dan indicio si el alimento ha sido contaminado con heces, o si estuvieron expuestos a condiciones en la que pudieran haberse introducido microorganismos patógenos.

Esta determinación consta de tres pruebas: prueba presuntiva, prueba confirmativa y prueba completa.

#### **Prueba Presuntiva**

Con esta prueba se detectan, como su nombre lo indica, la posible presencia de

microorganismos coliformes y no coliformes. Esta consiste en adicionar un mililitro de muestra preparada, en cada uno de tres tubos con tapón de rosca y campana de Durham conteniendo medio de cultivo cuya composición incluye hidratos de carbono. Los coliformes se caracterizan por utilizar los carbohidratos como nutrientes y descomponerlos en ácido y gas. El gas se evidencia por la formación de una burbuja en las campanas de Durhans.

### **Prueba Confirmativa**

Esta determinación se efectúa luego de realizar la prueba presuntiva, y demuestra la presencia de microorganismos coliformes. Consiste en tomar una porción de muestra de los tubos con resultado positivo de la prueba anterior y se adiciona a tubos que contienen caldo bilis verde brillante y campanas de Durhans. El resultado se considera positivo cuando se presenta turbidez en el medio y la presencia de gas en las campanas.

### **Prueba Completa**

Luego de haber efectuado la prueba confirmativa debe realizarse una prueba completa en la cuál puede identificarse el tipo de microorganismo coliforme: si es fermentador de lactosa positivo o negativo.

#### **2.2.3.5 Determinación de Escherichia coli**

La prueba nos indica la presencia de Escherichia coli en un alimento. Se basa en que este microorganismo tiene la capacidad de crecer a temperaturas mayores que las

otras coliformes. Para tal fin, la muestra se adicionan en tubos que contienen caldo EC , y se colocan en baño maría a una temperatura de 45° C y luego se transfiere una porción a placas con agar EMB y si los microorganismos han logrado sobrevivir formaran colonias de color característico sobre la superficie del agar.

## **2.3 Evaluación Sensorial**

### **2.3.1 Proceso de Recolección de Muestra**

Para conocer la aceptación del producto elaborado a base de sémola de malanga fortificada con hierro por parte de la población infantil, se realizó una prueba sensorial en una Escuela Pública. Por lo cual se visitó la Sección del Programa de Alimentación Escolar de Escuela Saludable del Ministerio de Educación y así obtener la autorización correspondiente para tener acceso a un Centro Escolar beneficiado con dicho programa y luego realizar el presente estudio.

La Institución seleccionada fue el Centro Escolar Colonia Bernal del Distrito 0633 de San Salvador ubicado en la Colonia Bernal, Pasaje Salazar No. 114.



Fig. No 7. Centro Escolar Colonia Bernal

## 2.3.2 Universo y Muestra

### 2.3.2.1 Universo

El universo está conformado por 267 alumnos, comprendidos entre preparatoria y sexto grado de educación básica, que son beneficiados con el refrigerio escolar del Programa de Escuela Saludable.

### 2.3.2.2 Muestra

La muestra se seleccionó aleatoriamente y estuvo constituida por alumnos pertenecientes a los niveles de preparatoria, primero, segundo, tercero, cuarto, quinto, y sexto grado de los turnos matutino y vespertino.

El tamaño de muestra se determinó utilizando la siguiente fórmula: (6)

$$n = \frac{N \cdot p \cdot q \cdot z^2}{(N-1) \cdot e + z^2 \cdot p \cdot q}$$

En dónde:

n = tamaño de muestra

z = nivel de confianza expresado en valor estándar de 95% que equivale a 1.96

p = Proporción de evento de éxito que equivale a 0.5.

q = proporción de evento de fracaso que equivale a 0.5

N = Universo

e = máximo error posible, 0.05 (5%)

1 = factor de corrección

El valor de p y q se han tomado en base a que hay un 50% de probabilidad de que el producto sea aceptado y un 50% de que sea rechazado.

Sustituyendo:

$$n = \frac{267 (0.5) (0.5) 1.96}{(267-1) (0.05) + 1.96 (0.5) (0.5)} = 158$$

### 2.3.3 Plan de Muestreo

Para que la muestra sea representativa, el muestreo se realizará utilizando la siguiente fórmula: (6)

$$m = \frac{N}{n} = \frac{267}{158} = 1.69 \approx 2$$

En dónde:

m = frecuencia de muestreo

N = Universo

n = tamaño de muestra

Esto significa que del total de la población se tomo uno de cada dos niños dentro del universo hasta completar el tamaño de muestra.

### 2.3.4 Técnica e Instrumento

Para realizar la evaluación sensorial se presentó a cada niño seleccionado, dos muestras, el nacho elaborado con harina de malanga y el nacho patrón, ambos empacados individualmente en bolsas de polietileno herméticamente selladas e identificadas, como se muestra en el siguiente cuadro:

<b>Muestra</b>	<b>Código</b>	<b>Color de Viñeta</b>
Nacho de Malanga	A	Amarillo
Nacho Patrón	B	Verde

**Cuadro No. 5: Codificación de Muestras para Análisis Sensorial**

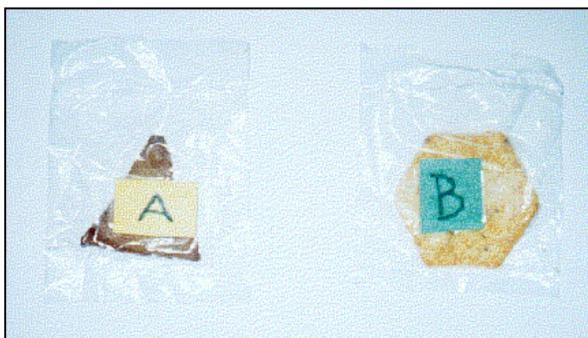


Fig. No. 8 Codificación de Muestras para Análisis Sensorial.

A: nacho de malanga, B: nacho patrón.

Luego de dar las indicaciones respectivas y que cada niño hubiere degustado los productos se procedió a realizar la recolección de datos, utilizando para ello la técnica

de la encuesta y como instrumento el cuestionario. El cuestionario consta de una escala de aceptación para cada producto la cuál es la siguiente:

- A. Gusta
- B. Gusta Poco
- C. No gusta

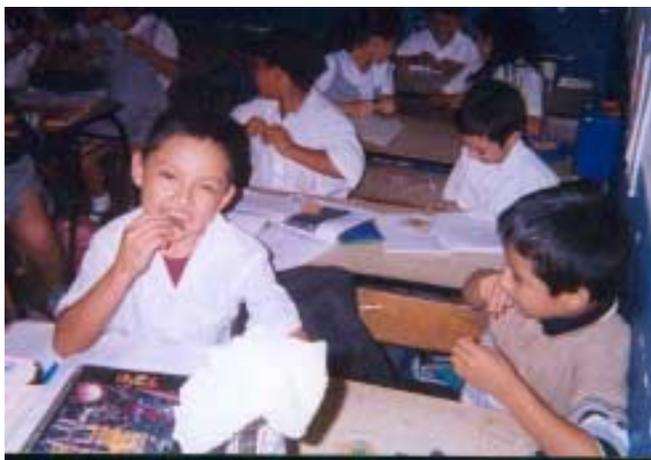


Fig. No.9 Alumnos del Centro Escolar Colonia Bernal Participando en la Prueba Sensorial.

### CAPITULO III

#### ANALISIS DE RESULTADOS

#### 1. Resultados de la Metodología de Elaboración

##### 1.1 Rendimiento de la Materia Prima

Para efecto de verificar el rendimiento de la materia prima, se realizó una prueba en la que se pesó 100 g de corno de malanga, se sometió al proceso de obtención de harina, donde el rendimiento fue de 25 g.

Luego se elaboró el producto extruido según la fórmula, obteniéndose de esta manera, 11 nachos. Esto se explica mejor con el siguiente cuadro:

Producto	Corno de malanga	Sémola de malanga	No. Nachos de malanga por 100 g de corno
Peso	100 g	25 g	11 unidades

**Cuadro No. 6**  
**Rendimiento de la Materia Prima**



Fig. No. 10 Resultado de Metodología de Elaboración. De izquierda a derecha: Corno de Malanga en rodajas, sémola de Malanga y Nachos de Malanga.

## 1.2 Diferentes Ensayos Realizados durante la Formulación

Para obtener la fórmula adecuada para la elaboración de Productos Extruidos elaborados con sémola de malanga, fue necesario realizar varios ensayos (Anexo 4), obteniéndose finalmente la siguiente fórmula:

### Formula para la Elaboración de Nachos de Malanga.

a) Sémola de Malanga fortificada con hierro .....	100.0 g
b) Leche en polvo .....	10.0 g
c) Glutamato monosódico .....	0.1 g
d) Tomate .....	0.1 g
e) Chile verde .....	0.1 g
f) Cebolla.....	0.1 g
g) Sal .....	0.1 g
h) Agua .....	15.0 mL
i) Aceite Vegetal .....	5.0 mL

**Resultado:** el producto tuvo las características deseadas.

## 1.3 Características del Producto Terminado

Luego de los diferentes ensayos se obtuvo un producto final cuyas características se ajustan a los productos extruidos existentes en el mercado.

<b>Característica</b>	<b>Resultado para un nacho</b>
Color	Café
Olor	Agradable
Textura	Tostado.
Sabor	Agradable
Peso	3 g
Diámetro	2 mm

**Cuadro No. 7**  
**Características del Producto Terminado**

## **2. Resultados de Análisis**

### **2.1 Evaluación Química Proximal**

#### **2.1.1 Corrección de Resultados**

Con el objetivo de comparar resultados de los diferentes análisis realizados a los productos en estudio, y puesto que cada uno presentó un valor de humedad diferente es necesario trasladar los resultados a una valor de humedad común. En este caso se decidió tomar como base la humedad del producto patrón (2.16%), ya que éste es considerado como ideal.

La fórmula utilizada para tal fin es la siguiente: (23)

$$\text{Resultado análisis en base húmeda 2.16\%} = A \times \frac{100 - 2.16}{100 - B}$$

En dónde:

A = resultado del análisis

B = humedad original del producto

Ejemplo. Para análisis de Grasa en producto patrón:

Resultado de análisis: 21.95

Humedad original del producto: 3.76

Análisis de grasa

$$2.16\% \text{ Humedad} = 21.95 \times (100 - 2.16 / 100 - 3.76)$$

$$= 22.32 \%$$

### 2.1.2 Análisis Proximal de Sémola de Malanga

El análisis proximal de la sémola de malanga indica que tiene un alto contenido de carbohidratos, hierro, calcio, y una cantidad significativa de proteínas, con lo que se comprueba el valor nutritivo de la malanga.

Componente	Unidad	Valor
Humedad	%	7.24
Grasa	%	0.77
Proteína	%	6.09
Fibra cruda	%	3.71
Ceniza	%	10.38
Carbohidratos	%	82.82
Hierro	mg/Kg	14.25
Calcio	%	0.4
Fósforo	mg/Kg	7.25

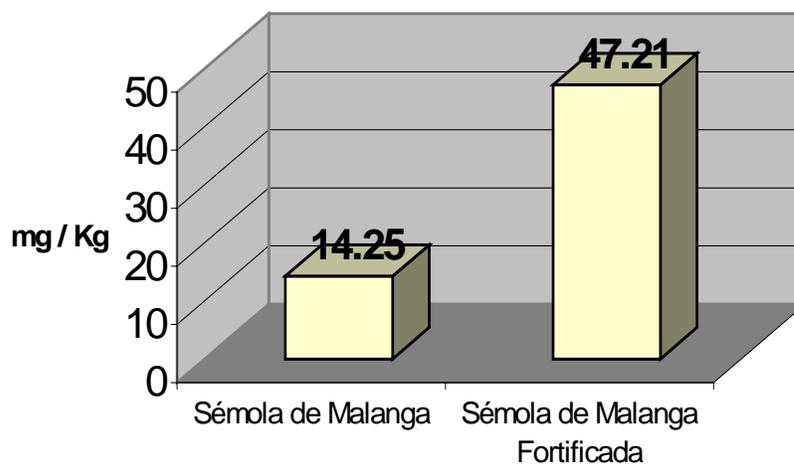
**Cuadro No. 8**  
**Análisis Proximal de Sémola de Malanga**

También se realizó un análisis de hierro a la sémola fortificada con sulfato ferroso con lo que se comprobó la cantidad de hierro agregada. Así tenemos que el contenido real de hierro en sémola de malanga es de 14.25 mg por kilogramo de sémola .

Luego se le agregó 35 mg de sulfato ferroso por kilogramo de sémola, con lo que se obtuvo al final 47.21 mg de hierro por kilogramo, y no los 50 mg esperados, pero esto pudo deberse a una mala homogenización en el momento de mezclado de sémola y fortificante.

Contenido de Hierro en Sémola de Malanga	Cantidad de Hierro Agregada	Cantidad de Hierro en Sémola Fortificada
14.25 mg/Kg	35 mg/Kg	47.21 mg/Kg

**Cuadro No. 9**  
**Análisis de Hierro en la Sémola Fortificada**



**Gráfico No.1. Análisis de hierro en sémola de malanga**

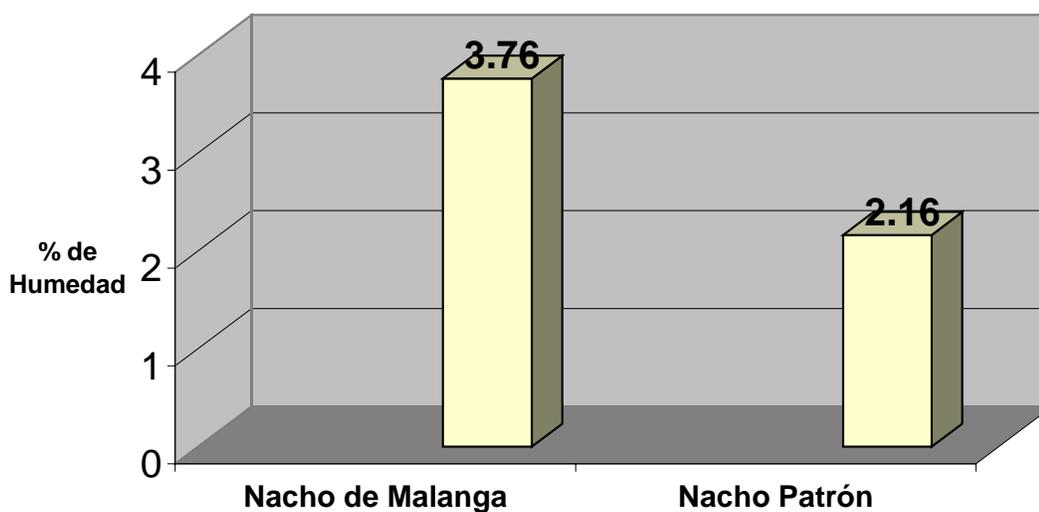
### 2.1.3 Análisis Proximal de Productos en Estudio

#### 2.1.3.1 Humedad

La determinación de porcentaje de humedad se realizó al nacho de malanga y al producto patrón obteniéndose los siguientes resultados:

Muestra	Resultado (%)	Réplica (%)	Promedio (%)
Nacho de Malanga	3.70	3.82	3.76
Nacho Patrón	2.18	2.14	2.16

**Cuadro No. 10**  
Determinación de Humedad en Porcentaje de Productos en Estudio



**Gráfico No. 2. Porcentaje de Humedad en Producto Elaborado y Producto Patrón.**

El valor resultante de humedad del nacho de malanga presentó una disminución en la humedad, con respecto a la harina, pasando de 7.24% (humedad de harina) a 3.76%,

esto se debe a que el producto al ser sometido a un proceso térmico como es el proceso de fritura, pierde humedad.

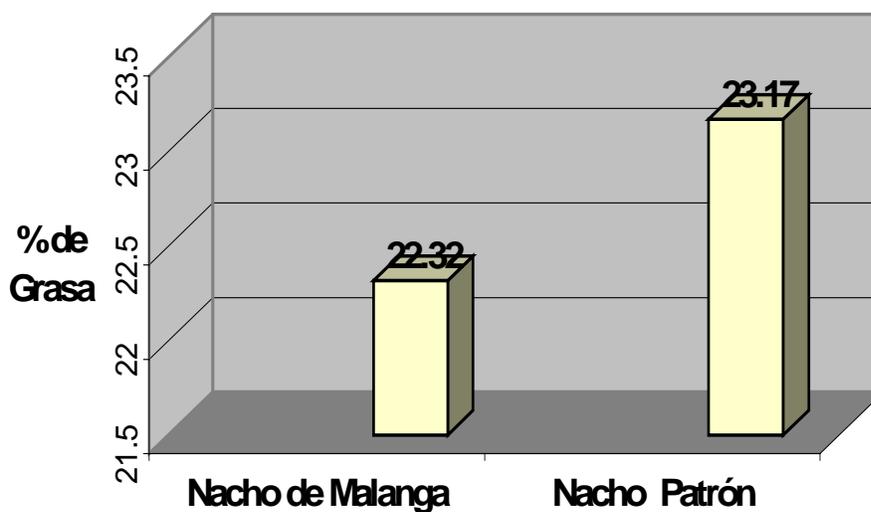
Esta humedad baja es característica de los productos extruidos, como se demuestra al observar el valor de este constituyente encontrada en el nacho patrón que fue de 2.16%. Esta diferencia entre el nacho patrón y el producto elaborado de forma artesanal se debe a las diferentes condiciones de elaboración en que fueron elaborados los productos.

#### **2.1.3.2 Grasa**

El nacho de malanga tiene un alto contenido de grasa (22.32%), si se compara con la sémola (0.77%) y esto se debe al proceso de fritura al que fue sometido, pues en este proceso se utiliza aceite vegetal; sin embargo, el resultado fue más bajo que el valor obtenido en el nacho patrón, que es de 23.17%.

<b>Muestra</b>	<b>Resultado (%)</b>	<b>Réplica (%)</b>	<b>Promedio (%)</b>	<b>Porcentaje grasa corregido a base seca</b>
Nacho de Malanga	21.93	21.91	21.95	22.32
Nacho patrón	23.15	23.13	23.17	23.17

**Cuadro No.11**  
**Determinación del Porcentaje de Grasa en los Productos en Estudio**



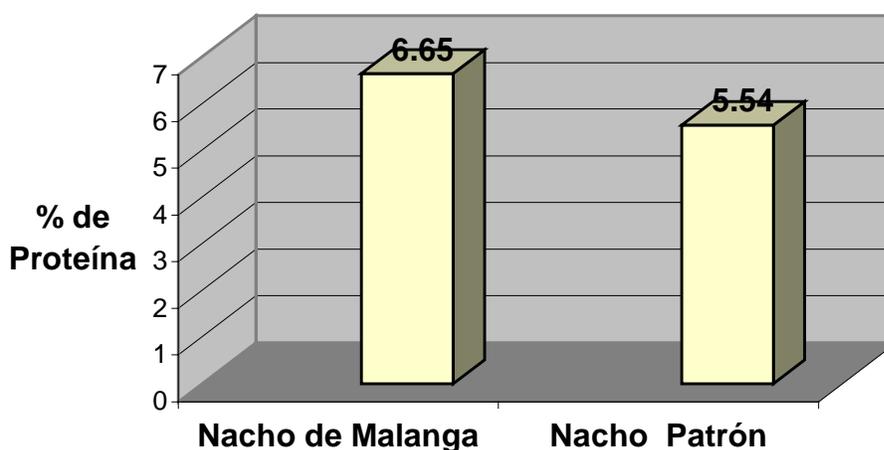
**Gráfico No. 3. Porcentaje de Grasa en Producto Elaborado y Producto Patrón corregido a base seca.**

### 2.1.3.3 Proteína

Según los resultados se observa que el nacho de malanga tiene un contenido mayor de proteína (6.65 %), que el nacho patrón elaborado a base de harina de maíz (5.54%), aunque se sabe que el maíz, en su composición química contiene una cantidad mayor de proteína que el corno de malanga (ver anexo No. 3), el resultado puede deberse a que los ingredientes adicionales que lleva el nacho de malanga, aumenten el contenido de esta sustancia o que el patrón no esté elaborado exclusivamente con harina de maíz.

Muestra	Resultado (%)	Réplica (%)	Promedio (%)	Porcentaje proteína corregido a base seca
Nacho de Malanga	6.56	6.58	6.54	6.65
Nacho patrón	5.57	5.60	5.54	5.54

**Cuadro No.12**  
**Determinación del Porcentaje de Proteína en los Productos en Estudio**



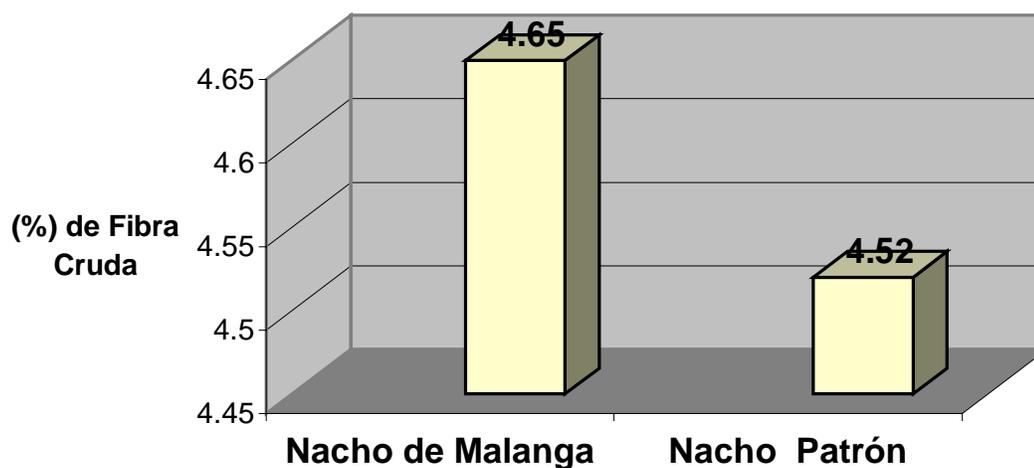
**Gráfico No. 4. Porcentaje de Proteína de Producto Elaborado y Producto Patrón Corregido a base seca.**

#### 2.1.3.4 Fibra Cruda

El contenido de fibra cruda en el nacho de malanga fue de 4.65%, lo que indica que tiene mayor cantidad de fibra que el nacho patrón, que presentó un porcentaje de 4.52%, esto es aceptable ya que el corno de malanga en su composición química contiene una cantidad mayor de fibra cruda que el maíz. (Anexo No. 3)

Muestra	Resultado (%)	Réplica (%)	Promedio (%)	Porcentaje fibra cruda corregido a base seca
Nacho de Malanga	4.58	4.52	4.58	4.65
Nacho patrón	4.55	4.49	4.52	4.52

**Cuadro No.13**  
**Determinación del Porcentaje de Fibra Cruda en los Productos en Estudio**



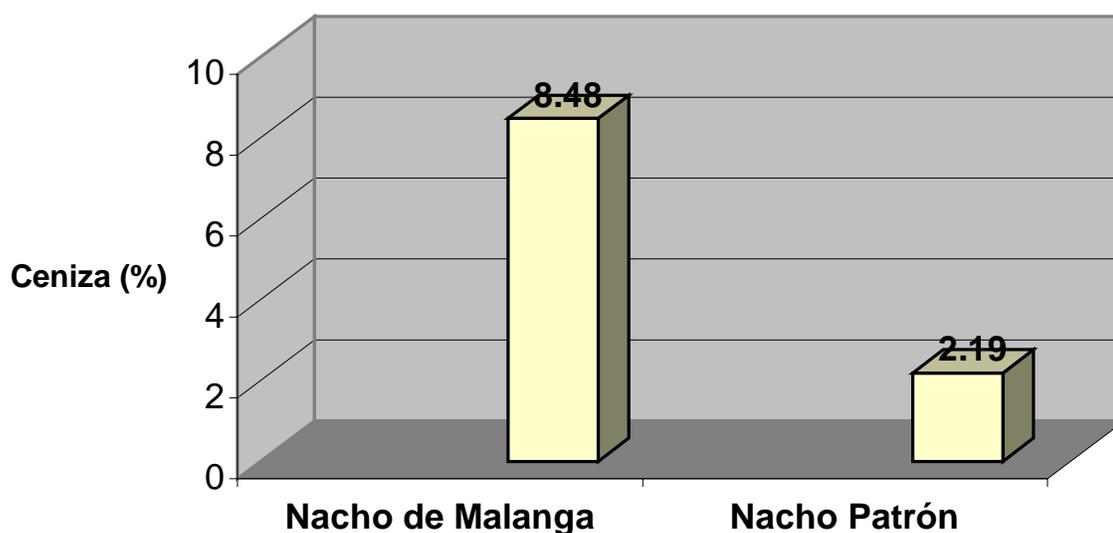
**Gráfico No. 5. Porcentaje de Fibra Cruda de Producto Elaborado y Producto Patrón Corregido a base seca.**

### 2.1.3.5 Ceniza

Ya que las cenizas representan el contenido mineral presente en el alimento, se puede decir que el nacho de malanga tiene un contenido mayor de minerales (8.48%) que el patrón, que tiene un valor de 2.19 % de ceniza.

Muestra	Resultado (%)	Réplica (%)	Promedio (%)	Porcentaje ceniza corregido a base seca
Nacho de Malanga	8.5	8.18	8.34	8.48
Nacho patrón	2.17	2.2	2.19	2.19

**Cuadro No.14**  
**Determinación del Porcentaje de Ceniza en los Productos en Estudio**



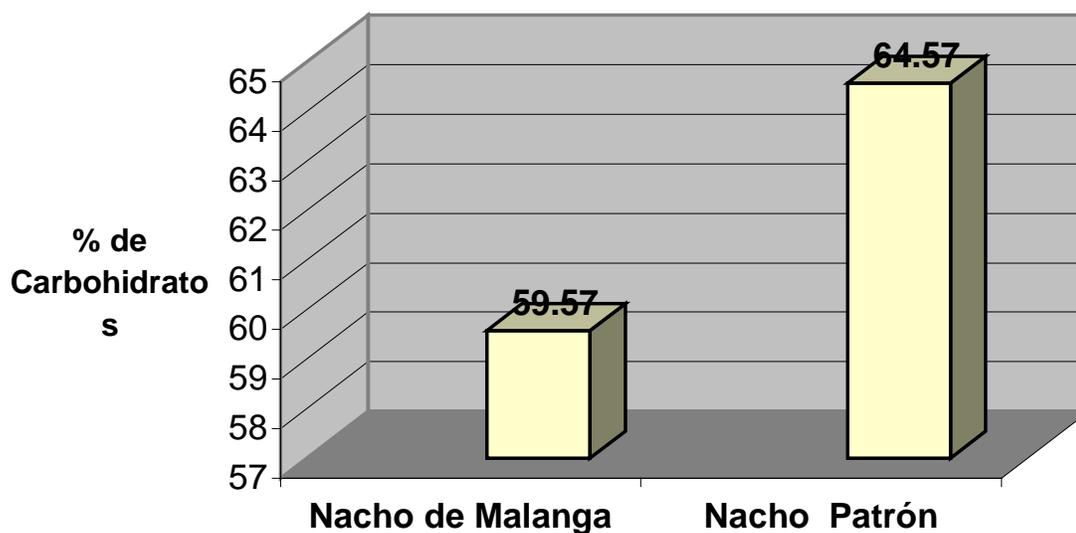
**Gráfico No. 6. Porcentaje de Ceniza en Producto Elaborado y Producto Patrón Corregido a base seca.**

#### 2.1.3.6 Carbohidratos

El resultado del análisis de carbohidratos obtenido en el nacho de malanga fue de 59.57% y el del nacho patrón de 64.57%, esto puede deberse a que en el proceso de fritura en condiciones artesanales los carbohidratos se degradan.

Muestra	% de Carbohidratos	Porcentaje de Carbohidratos corregido a base seca
Nacho de Malanga	58.58	59.57
Nacho Patrón	64.57	64.57

**Cuadro No.15**  
**Determinación del Porcentaje de Carbohidratos en los Productos en Estudio**



**Gráfico No. 7. Porcentaje de Carbohidratos en Producto Elaborado y Producto Patrón.**

### 2.1.3.7 Determinación de Hierro

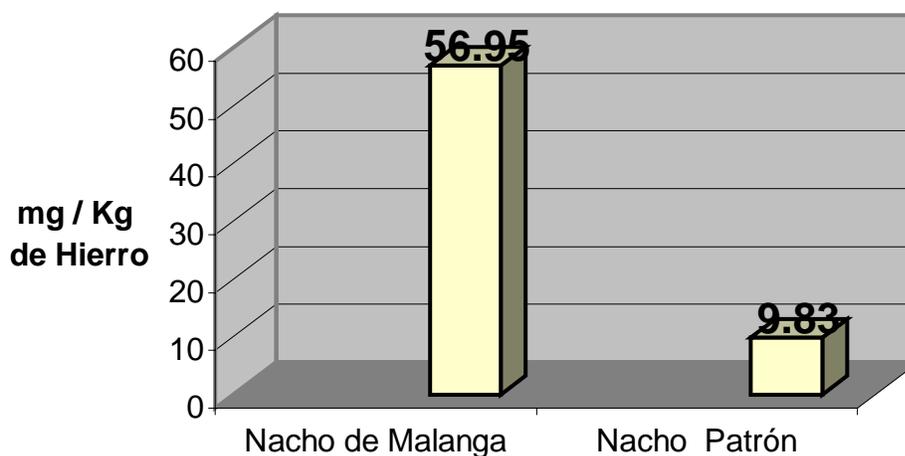
Con respecto al análisis de hierro, el resultado en el nacho elaborado con sémola de malanga fortificada presentó un valor más alto de hierro (56.95 mg/Kg) que el nacho

patrón (9.83 mg/Kg) y esto se debe a que el nacho de malanga esta elaborado con harina fortificada, y por tanto su contenido de hierro es mayor.

El análisis también indica que el nacho de malanga contiene la cantidad de hierro esperada, que es de 50 mg/Kg, aunque el resultado (56.95 mg/Kg) fue un poco más elevado que el valor esperado, la diferencia no es significativa, y ésta puede deberse a una homogenización inadecuada a la hora de mezclar el fortificante con la sémola.

Muestra	Resultado (mg/Kg)	Réplica (mg/Kg)	Promedio (mg/Kg)	mg/Kg de hierro corregido a base seca
Nacho de Malanga	56.25	56.50	56.00	56.95
Nacho patrón	9.87	9.91	9.83	9.83

**Cuadro No.16**  
**Determinación de los mg/Kg de Hierro de Productos en Estudio**



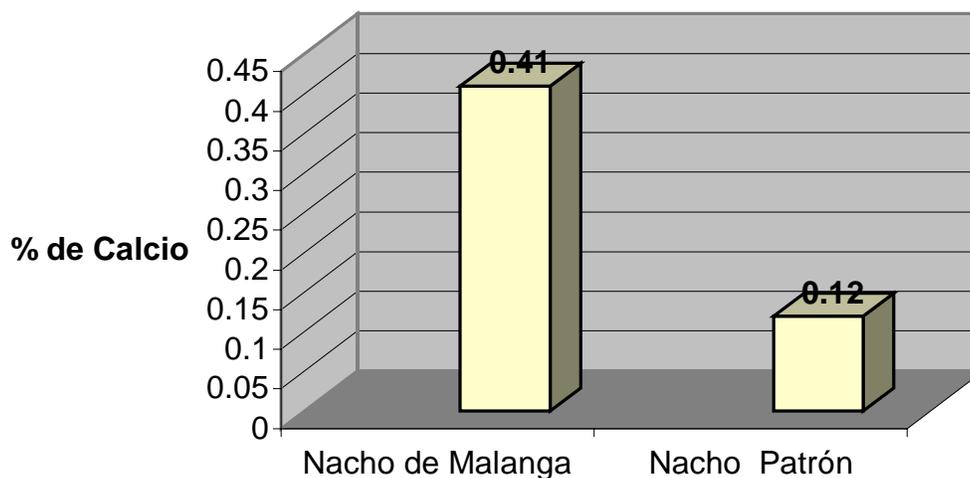
**Gráfico No. 8. mg/Kg de Hierro en Producto Elaborado y Producto Patrón corregido a base seca.**

### 2.1.3.8 Determinación de Calcio

El porcentaje de este mineral en el nacho de malanga ( 0.41%) es mayor que en el patrón, que presenta un contenido de 0.12 % de calcio, con lo cuál se comprueba que la malanga tiene una cantidad mayor de calcio, que es característica de su composición química.

Muestra	Resultado (%)	Réplica (%)	Promedio (%)	Porcentaje de calcio corregido a base seca
Nacho de Malanga	0.40	0.40	0.40	0.41
Nacho patrón	0.12	0.12	0.12	0.12

**Cuadro No.17**  
**Determinación del Porcentaje de Calcio en los Productos en Estudio**



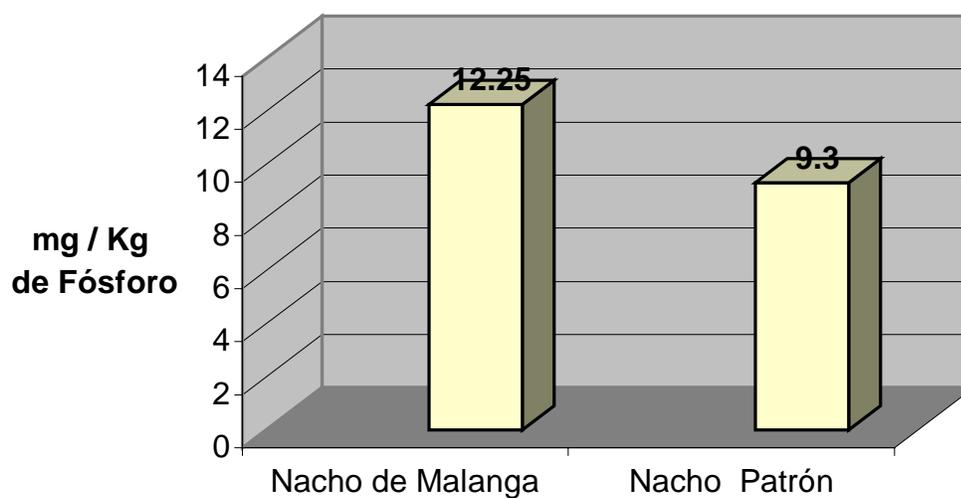
**Gráfico No. 9** Porcentaje de Calcio en producto Elaborado y Producto Patrón Corregido a base seca.

### 2.1.3.9 Determinación de Fósforo

El porcentaje de fósforo en el nacho de malanga fue de 12.25 % y en el nacho patrón fue de 9.3 %; esta diferencia se debe a que el corno de malanga en su composición química, contiene una cantidad considerable de este elemento.

Muestra	Resultado (%)	Réplica (%)	Promedio (%)	mg/Kg de Fósforo corregido a base seca
Nacho de Malanga	12.0	12.1	12.05	12.25
Nacho patrón	9.12	9.4	9.3	9.3

**Cuadro No.18**  
Determinación de mg/Kg de Fósforo en los Productos en Estudio



**Gráfico No. 10.** mg/Kg de Fósforo en Producto Elaborado y Producto Patrón corregido a base seca.

## 2.2 Pruebas de Estabilidad

### 2.2.1 Pruebas Fisicoquímicas

#### 2.2.1.1 Acidez en grasa

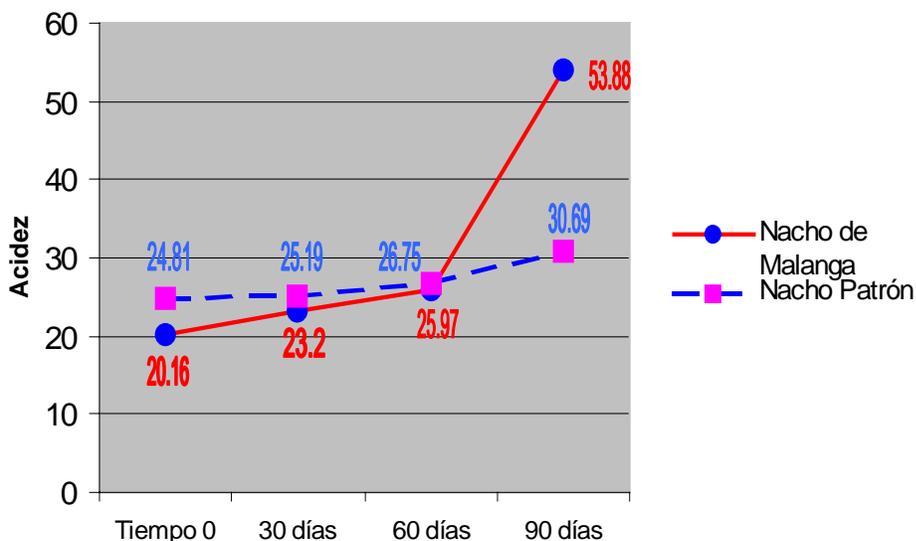
Los resultados obtenidos durante el análisis de estabilidad demuestran que el valor de acidez en grasa aumentan proporcionalmente con el tiempo de almacenamiento de la muestra. Esta prueba sirve como parámetro para medir el grado de enranciamiento del producto, es decir su tiempo de anaquel, demostrando que a medida transcurre el tiempo el producto pierde sus características originales.

Al comparar en los gráficos los resultados del nacho de malanga y el nacho patrón, puede observarse que los resultados de acidez en grasa de éste último son más bajos que el producto elaborado, esto indica que el nacho patrón tienen mayor estabilidad con respecto al tiempo.

Esta diferencia puede deberse a las condiciones en que fueron elaborados los productos, pues el nacho de malanga fue elaborado en condiciones artesanales y el patrón industrialmente.

Muestra Fecha	Tiempo Inicial	30 días	60 días	90 días
	20 de julio	20 de agosto	20 de septiembre	20 de Octubre
Nacho de Malanga	20.16	23.2	25.97	53.88
Nacho Patrón	24.81	25.19	26.75	30.69

**Cuadro No.19**  
**Pruebas de Estabilidad. Determinación de Acidez en Grasa en los Productos en Estudio.**



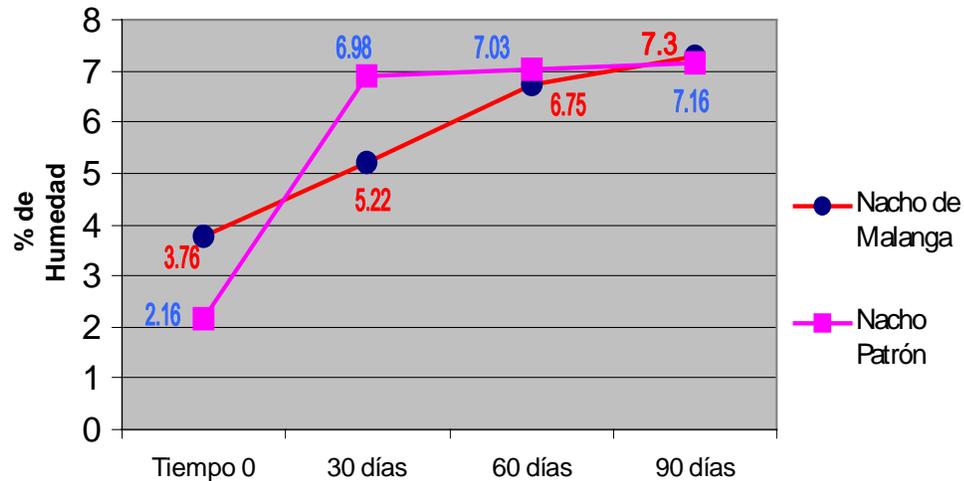
**Gráfico No. 11. Resultado de Acidez en Grasa de Producto en Estudio a diferentes Tiempos de Almacenamiento.**

### 2.2.1.2 Humedad

Respecto a este análisis se observa también el porcentaje de humedad aumenta con respecto al tiempo de almacenamiento esto podría deberse al material del empaque que no es del todo impermeable al ambiente y el producto adquiere gradualmente cierta humedad, cuando se almacena por un período de tiempo prolongado.

Muestra Fecha	Tiempo Inicial	30 días	60 días	90 días
	20 de julio	20 de agosto	20 de septiembre	20 de Octubre
Nacho de Malanga	3.76	5.22	6.75	7.3
Nacho patrón	2.16	6.98	7.03	7.16

**Cuadro No.20**  
**Pruebas de Estabilidad. Determinación del Porcentaje de Humedad en los Productos en Estudio**



**Gráfico No.12. Resultado de Humedad de Productos en Estudio a diferentes Tiempos de Almacenamiento.**

Podemos observar que hay una gran similitud entre los valores de humedad entre el nacho de malanga y el nacho patrón. Cabe mencionar que la humedad y la acidez en grasa están relacionadas ya que la tendencia de ambos parámetros aumenta con respecto al tiempo.

### 2.2.2 Pruebas Microbiológicas

Ya que no existe una Norma microbiológica para la sémola o productos elaborados a base de malanga, se decidió tomar nada más como un parámetro de comparación los criterios microbiológicos de la Norma para Harina de Maíz Nixtamalizado NSO 67.03.02:99, que es la misma que se utilizó para establecer la cantidad de fortificante que se adicionó a la sémola de malanga. (Anexo No.10)

### 2.2.2.1 Recuento Total de Mesófilos Aerobios

Ya que esta prueba nos indica el contenido total de microorganismos que crecen a temperatura ambiente presentes en una muestra y de acuerdo a los resultados obtenidos, se puede observar que los productos en estudio tienen un contenido bajo de microorganismos y no han sufrido un incremento significativo en la carga microbiana al almacenarse por un tiempo prolongado.

Sin embargo el leve aumento de microorganismos presentes en el producto, puede deberse a que el empaque no ofrece una completa protección contra el ambiente, y la humedad y ciertos microorganismos, pueden haberse introducido y llegar hasta el producto.

Los resultados obtenidos del nacho de malanga y del nacho patrón durante los tres meses de prueba, se muestran en la siguiente tabla:

Fecha Muestra	Tiempo de Almacenamiento			
	inicio	30 días	60 días	90 días
	25 de Julio	25 de Agosto	25 Septiembre	25 Octubre
Nacho de Malanga	< 10 UFC / mL	< 10 UFC / mL	140 UFC/ mL	210 UFC/ mL
Nacho patrón	< 10 UFC / mL	< 10 UFC / mL	30 UFC / mL	130 UFC/ mL
Recomendación de Norma	Máximo de 50,000 UFC/ mL			

**Cuadro No.21**  
**Pruebas de Estabilidad. Recuento Total de Mesófilos Aerobios de muestras en Estudio**

### 2.2.2.2 Recuento total de Mohos y Levaduras

Los resultados indican que las muestras analizadas, tienen un contenido bajo de mohos y levaduras, aunque el nacho en estudio tiene un contenido levemente mayor que el patrón, pero esto se debe a la diferencia de condiciones en que fueron preparados ambos productos.

Fecha Muestra	Tiempo de Almacenamiento			
	Inicio	30 días	60 días	90 días
	25 de Julio	25 de Agosto	25 Septiembre	25 Octubre
Nacho de Malanga	< 10 UFC / mL	< 10 UFC / mL	30 UFC/ mL	130 UFC/ mL
Nacho patrón	< 10 UFC / mL	< 10 UFC / mL	< 10 UFC / mL	100 UFC/ mL
Recomendación de Norma	Máximo de 1000 UFC/ mL			

**Cuadro No.22**  
**Pruebas de Estabilidad. Recuento Total de Mohos y Levaduras de muestras en Estudio**

### 2.2.2.3 Recuento de Coliformes por el método de Número más probable (NMP)

El resultado de la prueba presuntiva fue negativa dentro de los parámetros que establece dicho método debido a que la turbidez observada en el ensayo presuntivo se debe a otros microorganismos diferentes a los coliformes, pues no se presentó en los tubos turbidez y gas a la vez. Por tanto el ensayo confirmativo, completo y determinación de *Escherichia coli* no fue necesario realizarlo, indicando entonces que los productos no están contaminados con microorganismos coliformes.

Fecha Muestra	Tiempo de Almacenamiento			
	Inicio	30 días	60 días	90 días
	25 de Julio	25 de Agosto	25 Septiembre	25 Octubre
Nacho de Malanga	< 3 UFC / mL	< 3 UFC / mL	< 3 UFC / mL	< 3 UFC / mL
Nacho patrón	< 3 UFC / mL	< 3 UFC / mL	< 3 UFC / mL	< 3 UFC / mL
Recomendación de Norma	Máximo de 100 / UFC mL			

**Cuadro No.23**  
**Pruebas de Estabilidad. Recuento de Coliformes Totales de Productos en Estudio**

### 2.3 Evaluación Sensorial

Como se observa en el cuadro, respecto al nacho de malanga, la aceptación en comparación al rechazo del producto fue casi equitativa, es decir, que existe una proporción más o menos igual entre el porcentaje de niños a los que les gustó el producto y los que les gustó poco y no les gustó.

Con referencia al nacho patrón los resultados indican que a la mayoría de niños encuestados les agradó el producto, exceptuando a un pequeño porcentaje, que manifestó que les agradó poco o no les gustó.

Ahora bien, comparando el nacho de malanga y el nacho patrón, resultó que el patrón tiene una mayor aceptabilidad que el producto elaborado a base de sémola de malanga fortificada con hierro.

### 2.3.1 Análisis estadístico de Evaluación Sensorial de Nacho de Malanga y Nacho Patrón

Para evaluar los resultados obtenidos en el análisis sensorial, se realizó un análisis estadístico de los datos, para ello se utilizó la Prueba de Chi-cuadrado.

Se planteó la prueba de hipótesis que es el procedimiento estadístico empleado para decidir si una hipótesis debe aceptarse o rechazarse, en base a la evidencia que proporciona.

Se plantearon dos tipos de hipótesis: la hipótesis que se probará, la cuál se designa por  $H_0$ , y la Hipótesis alternativa que se designa por  $H_1$ .

Así:

$H_0$  = A los niños del Centro Escolar Colonia Bernal les gustó el nacho de Malanga

$H_1$  = A los niños del Centro Escolar Colonia Bernal no les gustó el nacho de Malanga

Para este tipo de prueba, los datos que se recogen en la muestra, se clasifican en una tabla llamada Doble Entrada, la cuál se divide en varias columnas y varias filas, de acuerdo a las partes en que se descompone cada uno de los factores.

También se utiliza un valor llamado **Grados de Libertad** que es dado para un valor crítico y este se determina de la siguiente manera: (24)

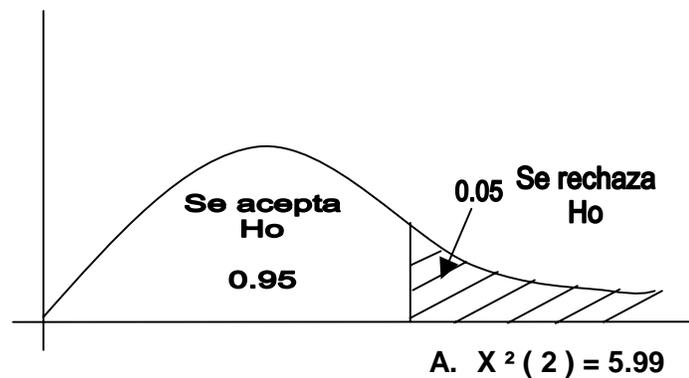
$$\text{Grados de Libertad} = (\text{Número de filas} - 1) (\text{Número de columnas} - 1)$$

Como en los resultados hay 2 columnas para el factor “ tipo de muestra y 3 filas área el factor “opinión del consumidor”

Sustituyendo:

$$\text{Grados de libertad} = (2 - 1) (3 - 1) = 2$$

El nivel de significación utilizado es de 0.05, entonces, de acuerdo a la tabla de Chi-cuadrado el **valor límite** es de **5.99**



**Gráfico No.13. Área bajo la curva Chi-cuadrado para el Análisis Sensorial Realizado.**

Ahora, para calcular el valor esperado que se presenta en la segunda columna de la tabla No. 25, se utiliza la siguiente fórmula: (24)

$$\text{Valor esperado} = \frac{(\text{total de columna}) (\text{total de la fila})}{\text{Gran total}}$$

De acuerdo a esto el primer valor esperado es:

$$\text{valor 1} = \frac{(87)(120)}{156} = 66.92$$

Nivel Educativo	Nacho de Malanga			Nacho Patrón		
	Opinión de Consumidos			Opinión del Consumidor		
	Gusta	Gusta Poco	No Gusta	Gusta	Gusta Poco	No Gusta
Preparaoria	9	1	2	10	1	0
1º Grado	10	1	1	8	0	0
2º Grado	8	5	3	7	0	0
3º Grado	7	1	3	9	1	1
<b>4º Grado</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>5º Grado</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>6º Grado</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

**Cuadro No. 24**  
**Resultados Obtenidos de Evaluación Sensorial de Nacho de Malanga y Nacho Patrón Realizados en Centro Escolar Colonia Bernal**

Muestra Opinión Consumidor	Valor Observado			Valor Esperado		
	Nacho de Malanga	Nacho Patrón	Total	Nacho de Malanga	Nacho Patrón	Total
Gusta	57	63	120	66.92	53.07	119.99
Gusta poco	16	5	21	11.71	9.28	20.99
No gusta	14	1	15	8.36	6.63	14.99
Total	<b>87</b>	<b>69</b>	<b>156</b>	<b>86.99</b>	<b>68.98</b>	<b>155.97</b>

**Cuadro No. 25**  
**Resultados Estadísticos de Evaluación Sensorial de Nacho de Malanga y Nacho Patrón Realizados en Centro Escolar Colonia Bernal**

Ahora, con los seis valores observados y los seis valores esperados se construye lo que se llama el estadígrafo de prueba en la forma siguiente: (24)

$$\text{Estadígrafo de prueba} = \sum_{K=1}^6 \frac{(\text{valor observado } k - \text{valor esperado } k)^2}{\text{valor esperado } k}$$

Sustituyendo:

$$\begin{aligned} \text{Estadígrafo de prueba} &= \frac{(57 - 66.92)^2}{66.92} + \frac{(16 - 11.71)^2}{11.71} + \frac{(14 - 8.36)^2}{8.36} \\ &+ \frac{(57 - 66.92)^2}{66.92} + \frac{(16 - 11.71)^2}{11.71} + \frac{(14 - 8.36)^2}{8.36} \\ &= 15.45 \end{aligned}$$

Como el valor 15.45 es mayor que 5.99 cae en la región de rechazo (Gráfico No. 13). Por tanto se rechaza  $H_0$ , es decir entonces que a los niños del Centro Escolar Colonia Bernal no les gustó el Nacho de malanga

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES**

1. El Sulfato Ferroso utilizado como fortificante es un buen aditivo, ya que es de fácil incorporación, no se altera con el agua y no altera las características organolépticas del producto final.
2. La técnica artesanal utilizada para preparar el producto extruído a base de harina de malanga fortificada con hierro, es sencilla y con ella se obtiene un producto de buenas características
3. La fórmula final que se obtuvo después de los múltiples ensayos es sencilla, de bajo costo, y dá como resultado un producto con las características adecuadas, similar al del producto ya existente en el mercado, por tanto es factible la elaboración de productos extruidos a partir de sémola de malanga.
4. En los resultados de la evaluación química proximal realizados al nacho de malanga y al nacho patrón puede afirmarse que el nacho de malanga presenta mayor contenido de fibra cruda, proteína, hierro, calcio y fósforo que el producto patrón.

5. De acuerdo al análisis sensorial realizado se determinó que el producto patrón tiene mayor aceptabilidad que el producto en estudio aunque la diferencia estadística no fue muy significativa.
6. De acuerdo al análisis de estabilidad realizado y en base a las condiciones utilizadas durante el almacenamiento, puede decirse que el nacho de malanga conserva sus características originales por un período de tiempo estimado de tres meses si es conservado a una temperatura y humedad ambiente.
7. Con las pruebas microbiológicas se comprueba también que el producto fue elaborado de manera higiénica, y además por tener baja humedad, que es una característica de los productos extruidos, lo hace menos susceptible a la contaminación microbiana, cuando se almacena por un período de tiempo prolongado.
8. Es posible la inclusión de nachos de malanga fortificados con hierro en el Refrigerio Escolar del Programa de Alimentación de Escuela Saludable ya que es un alimento nutritivo, saludable pues no lleva ingredientes artificiales, es de fácil distribución, puede acompañarse de otros alimentos, y que fue muy bien aceptada por las personas responsables de este programa, .constituyendo así, una alternativa más en la dieta de los niños

9. Los suplementos de hierro en lugar de suministrarse exclusivamente en los servicios de salud, pueden distribuirse utilizando otros medios como son los alimentos fortificados con dicho elemento.
  
10. Finalmente se concluye que la Malanga es un alimento de excepcional valor nutritivo por sus propiedades nutricionales y sus características organolépticas .

## BIBLIOGRAFIA

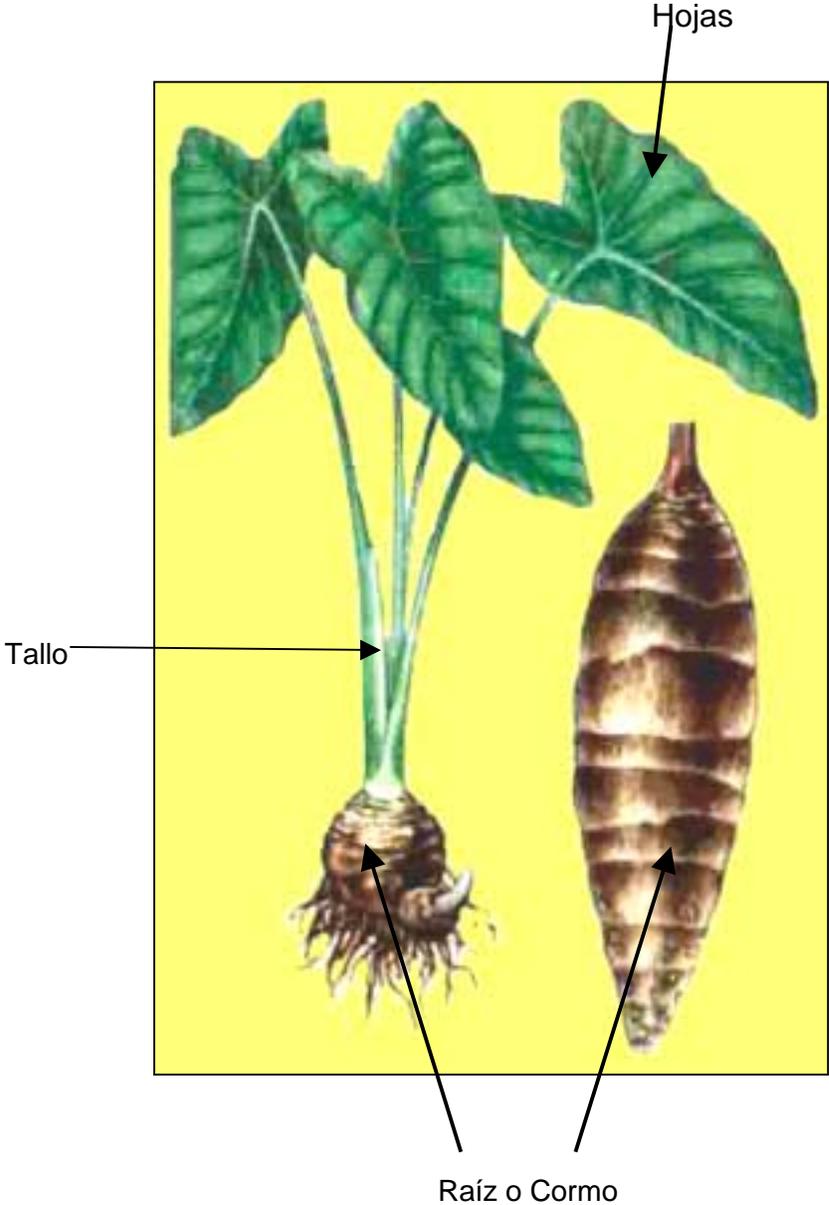
- 1 ALFARO OLIVA, CLAUDIA GUADALUPE Y MELENDEZ LOPEZ, SERGIO DANILO. "Estudio sobre Hábitos Alimenticios en Niños de Edad Escolar y su Repercusión en la Salud". El Salvador, Facultad de Química y Farmacia. Junio 2000. Universidad de El Salvador (UES).
- 2 ANDRADE MANCÍA, MALCOM JONATHAN Y OTROS. "Investigación de Técnicas de Preparación y conservación de Harina de Malanga (*Colocasia\_sculeta*) y determinación de su posible aplicación en la elaboración de Tortillas, Pan y Galletas".  
El Salvador, Facultad de Química y Farmacia. 2000 Universidad de El Salvador (UES).
- 3 ARGUMEDO CATOTA, WILFREDO ARNOLDO Y OTROS. "Factibilidad Tecnológica en la preparación de Nachos y Corn Chips con Amaranto (*Amarantus cruentus*)".  
El Salvador, Facultad de Química y Farmacia. 1999. Universidad de El Salvador (UES)
- 4 BERNAL DE RAMIREZ, INES. "Análisis de Alimentos". Primera Edición, Editorial Guadalupe, Colombia, 1993.
- 5 BETANCOURT, HERBERT Y ESPINOSA, EDUARDO. "Bioquímica y Fundamentos de Química Orgánica". Ministerio de Educación Dirección de Publicaciones, San Salvador, El Salvador, 1984.

- 6 BONILLA, GIDALBERTO. "Estadística" 4ª. Edición UCA editores San salvador, El Salvador, C. A., 1991.
- 7 CHARLEY, HELEN. "Tecnología de Alimentos". Noriega Limusa, México, 1991.
- 8 .DUEÑAS CASTANEDA, ERNESTO. "Estudio Experimental sobre la presentación de harina de maíz precocida para la elaboración de tortillas y alimentos infantiles". El Salvador, Facultad de Ingeniería. 1985. Universidad Doctor José Simeón Cañas (UCA).
- 9 FUSADES. GERENCIA DE PROYECTOS. "Malanga. Proyecto N.30.1992"
- 10 Gobierno de El Salvador, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. "Fortificación de Harina de Trigo con Micronutrientes Esenciales". San Salvador, El Salvador, 1995.
- 11 <http://www.aces.uiuc.edu/asamex/m-extrusión.html>
- 12 <http://www.Cubanfood.com> 1996. "Field of Malanga"
- 13 <http://www.guidealiment2000/GAF>. "Guía de alimentos".
- 14 <http://www.hablemoson-line-salud.sv/99/elsalvador.com>
- 15 <http://www.infoagro.go.cr/tecnología/tubérculo/chamol/htm>. 1996.Ing. Brenes, Edgar Aguilar. "Guía del Cultivo de Ñampi o Chamol (Colocasia esculenta var. Antiquorum)". Ministerio de agricultura y Ganadería. Dirección de Investigaciones
- 16 [http://www.info\\_latiningredients.com](http://www.info_latiningredients.com) 1996. "Minimercadisher – Malanga"
- 17 <http://www.mspas.gob.sv/99/micronu.asp>. "Atención con Micronutrientes".
- 18 [http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/list\\_nut.pl](http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/list_nut.pl)
- 19 <http://www.noticiasdesalud.bibliomed>. "Hierro, yodo y sal".

- 20 <http://www.paho.org/nutiinfo>. "Desnutrición de Micronutrientes en América Latina y el Caribe".
- 21 <http://www.sorg.sv/situación-por-ano/situacióngeneral-1999>
- 22 <http://www.specialfoods>. 2000. "Malanga".
- 23 KATZUNG, BERTRAM G. "Farmacología Básica y Clínica". Sexta Edición. Editorial el Manual Moderno México, 1998
- 24 LIBORIO, RAUL AGUILERA. "Estadística II. Probabilidad e Inferencia". UCA Editores, San Salvador, El Salvador, C:A:, 1994.
- 25 LEON, JORGE. "Fundamentos Botánicos de Cultivos Tropicales". Institución Interamericana de Ciencias Agronómicas. San José, Costa Rica, 1968.
- 26 MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO. SUBSECRETARÍA DE SANIDAD Y CONSUMO. COMISIÓN INTERMINISTERIAL PARA LA ORDENACIÓN ALIMENTARIA. "Codex Alimentarius. Harinas y Derivados". Volumen XII. Capítulo XX. 1991.
- 27 MINISTERIO DE EDUCACION. "Programa de Alimentación Escolar. Manual de Normas Técnicas y Administrativas". San Salvador, El Salvador, 1994 - 1999
- 28 MINISTERIO DE EDUCACION. "Programa de Escuela Saludable. Manual de Procedimientos". Gobierno de El Salvador. Escuela Saludable Comité Técnico Directivo. San Salvador, El Salvador, Diciembre 1997.
- 29 MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. "Situación Alimentaria y Nutricional de El Salvador". San Salvador, 1991.
- 30 NEGRI, JEOVANI Y CAPPELLETLI, Carlos. "Tratado de Botánica". 2ª Edición, Editorial Labor S.A., 1985.

- 31 MITCHELL, HELEN Y OTROS. "Nutrición y Dieta". Decimosexta Edición. Editorial Interamericana, 1980.
- 32 MUÑOZ LEYTON, ANA MARIA. "Alimentación y Nutrición" Edigraria, Lima Perú, 1996.
- 33 Office of Federal Registrar National Archives and Record Service. 1992. "Code of Federal Regulations. 21 Food and Drugs".
- 34 ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD OPS/OMS. "Compendio de Conocimientos Básicos de Nutrición Humana".. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP). Guatemala C.A., 1991.
- 35 PH. PORTER, NORMAN N. ".La ciencia de los Alimentos". Primera Edición, Edotex S.A., México D.F. 1998.
- 36 REMINTONG, JOPSEPH PRICE "Farmacia Práctica de Remintong. 2ª. Edición en español traducida de la duodécima edición en inglés. Mack Publishing Company 1970
- 37 WILLIANS, SIDNEY. "Official Methods of Analysis" .Fourteenth Edition Published by the Asociation of Official Analitical. Virginia, USA, 1984
- 38 VELADO, ROBERTO. FUSADES. "Información Yuca-Malanga". World grade Center  
Miami, Florida, 26 de Julio de 1990.

**Anexo No. 1**  
**Estructura de la Planta de Malanga**



## Anexo No. 2

### Norma para La Fortificación de Harina de Maíz Nixtamalizado.

NORMA SALVADOREÑA

NSO 67.03.02:99

#### 9. FORTIFICACION DE LA HARINA DE MAIZ NIXTAMALIZADO.

Tabla 2

NUTRIENTES	NIVEL MINIMO (mg/Kg de harina de maíz nixtamalizado)
Hierro	25.00
Niacitina	25.00
Tiamina (Vitamina B-1)	2.20
Rivoflavina (Vitamina B-2)	1.40
Ácido Fólico	0.80

ACEPTANDOSE (SOLO) FUMARATO FERROSO O HIERRO AMINOQUELADO, PUDIENDOSE INCLUIR EN EL FUTURO ALGUNOS OTROS COMPUESTOS DE HIERRO SOLO HASTA QUE SE CONFIRME SU BIODISPONIBILIDAD Y COMPORTAMIENTO TECNOLOGICO SON APROPIADOS.

#### 10. ENVASE Y ETIQUETA

##### 10.1 CARACTERISTICAS DE LA INFORMACION DE LA ETIQUETA

- a) **Nombre del producto:** Debe ser el nombre específico del mismo;
- b) **Contenido neto:** Debe ser expresado en el Sistema Internacional de Unidades;
- c) **Declaración del valor nutritivo:** El contenido de los nutrientes se designa con su propio nombre, agrupados en vitaminas y minerales y debe ubicarse en el reverso;
- d) **Identificación de lote y fecha de fabricación:** Para fines de identificación del lote y fecha de fabricación, se puede usar codificación o clave del fabricante, la cual debe ser suministrada al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social en el Departamento correspondiente y debe contener por lo menos el día, mes y año;
- e) **Fecha de vencimiento:** Debe hacerse constar en la etiqueta la fecha límite, la que se puede expresar mediante la leyenda: "CONSUMIR PREFERENTEMENTE ANTES DE ..."; seguido del mes y año en su orden, siempre y cuando no exceda de cuatro meses después de su fabricación;
- f) **Instrucciones para la conservación:** Se debe indicar las instrucciones para su conservación si de su cumplimiento dependiera la validez de las fechas marcadas y debe contener la leyenda: "ALMACENARSE EN UN LUGAR SECO Y FRESCO";

### Anexo No. 3

#### Composición Química de la Harina de Maíz

<b>COMPONENTES</b>	<b>CANTIDAD</b>
Humedad %	14.5
Grasa %	4.5
Fibra Cruda %	2.5
Ceniza %	1.8
Proteína %	8.0
Calcio, mg/100g	150.0

Tomado de:

[http:// www.infoagro.go](http://www.infoagro.go)

**Anexo No.4**  
**Material y Equipo**

**Determinación de Humedad**

**Material y Equipo**

- ◆ Crisoles de porcelana
- ◆ Espátula
- ◆ Pinzas para crisol
- ◆ Balanza analítica
- ◆ Estufa
- ◆ Desecador



**Fig. No. 1. Estufa. Equipo utilizado para análisis de Humedad.**

**Procedimiento:**

- a) Homogenizar y pulverizar la muestra. Si la muestra no puede ser pulverizada, reducir las partículas al tamaño más fino que sea posible.
- b) Tarar un crisol de porcelana para cada muestra, calentándolo en estufa a 105° C por 2 horas y luego enfriado en desecador por media hora.
- c) Pesar en cada crisol tarado 2 g de muestra pulverizada.
- d) Colocar los crisoles con muestra en estufa y secar a 105° C por 2 horas
- e) Dejar enfriar los crisoles, colocándolos en desecador por media hora.
- f) Pesar los crisoles.

**Determinación de Grasa****Material y Equipo**

- ◆ Papel filtro
- ◆ Algodón
- ◆ Dedal
- ◆ Espátula
- ◆ Aparato de extracción de grasa
- ◆ Soxhlet
- ◆ Condensador y mangueras
- ◆ Balón fondo plano 250 mL
- ◆ Evaporador rotatorio
- ◆ Hotplate

- ◆ Balanza analítica
- ◆ Estufa
- ◆ Desecador

### Reactivos

- ◆ Eter etílico



Fig. No.2 Aparato para extracción de Grasa.



Fig. No.3 Evaporador Rotatorio utilizado para el análisis de Grasa

### Procedimiento

- Homogenizar la muestra.
- Tarar un balón de fondo plano calentándolo en estufa a  $105^{\circ}\text{C}$  por 1 hora y luego enfriado en desecador por media hora. Anotar este peso.

- c) Pesar 2 g de muestra en un papel filtro y luego colocarla con todo y papel dentro de un dedal. Tapar el extremo superior del dedal con un algodón con el fin de que la muestra no se salga del mismo.
- d) Colocar el dedal con la muestra en el tubo de extracción del aparato y colocar 125 mL de éter etílico dentro del frasco de extracción. (Fig. No.2)
- e) Calentar en hot plate a una temperatura tal, que el condensado caiga a una velocidad de 150 gotas por minuto. Continuar con extracción por 5 horas más.
- f) Evaporar el residuo contenido en el balón, sobre un evaporador rotatorio a temperatura de 60° C y 60 revoluciones por minutos. (Fig. No.3)
- g) Colocar el balón en estufa a 105° C por 15 minutos, enfriando luego en desecador por otros 15 minutos y pesar.
- h) Repetir calentamiento en estufa y enfriado en desecador hasta peso constante.

NOTA: Luego de tarado el balón no debe tocarse con las manos, pues la grasa de las mismas puede alterar los resultados

### **Determinación de Proteína.**

#### **Material y Reactivos**

- ◆ Balones kjeldahl
- ◆ Espátula
- ◆ Pipeta volumétrica de 15 mL
- ◆ Erlenmeyer de 50 mL
- ◆ Bureta de 25 mL

- ◆ Probeta de 25 mL
- ◆ Vaso de precipitado de 100 mL
- ◆ Aparato de digestión Kjeldahl
- ◆ Aparato de digestión rápida Kjeldahl
- ◆ Balanza analítica



Fig. No. 4. Digestor Microkjeldahl.



Fig. No. 5. Destilador Microkjeldahl.

Aparatos utilizados para análisis de Proteínas

### Reactivos

- ◆ Sulfato de sodio anhidro
- ◆ Sulfato de cobre
- ◆ Ácido sulfúrico concentrado
- ◆ Agua destilada
- ◆ Solución Hidróxido de Sodio al 50%
- ◆ Solución Ácido Bórico al 4%

- ◆ Indicador kjeldahl (Rojo de Metilo – Azul de metileno 0.450-0.250 / 250 etanol)
- ◆ Ácido Sulfúrico 0.03 N

### **Procedimiento**

- a) Pulverizar y homogenizar la muestra
- b) Pesar 1 g de muestra sobre papel filtro y colocar en el balón Kjeldahl.
- c) Agregar al balón 2.4 g de sulfato de sodio anhidro; 0.32 g de sulfato de cobre, 4 mL de ácido sulfúrico.
- d) Colocar el balón en el aparato de digestión y calentar a temperatura de 60° C por cinco minutos y luego elevar a 80° C, agitando ocasionalmente.
- e) Seguir calentando hasta que los vapores rojos desaparezcan y el contenido del balón se torne blanco.
- f) Dejar enfriar y luego añadir 6 mL de agua destilada, lavando el cuello del balón.
- g) Transferir el contenido del balón a un aparato de destilación microkjedahl.
- h) Agregar poco a poco 15 mL de hidróxido de sodio al 50% a través del embudo de separación del aparato microkjedahl.
- i) Calentar hasta que se destilen 50 mL de la solución, recibiendo el destilado en ácido bórico al 4% y 3 gotas de indicador Kjeldahl (Rojo de Metilo- Azul de metileno). El contenido del balón cambiará de violeta a verde.
- j) Titular el amoníaco presente en el destilado con ácido sulfúrico 0.03N hasta obtener un cambio de color de verde a violeta.

## **Determinación de Fibra Cruda**

### **Material y equipo**

- ◆ Soxlet
- ◆ Refrigerante con mangueras
- ◆ Balón de fondo plano
- ◆ Embudo buchner
- ◆ Probetas de 200 mL
- ◆ Crisoles
- ◆ Pinzas para crisol
- ◆ Vaso de precipitados de 250 mL
- ◆ Digestor Kjeldahl
- ◆ Estufa
- ◆ Mufla
- ◆ Perlas de ebullición
- ◆ Espátula
- ◆ Papel filtro libre de cenizas

### **Reactivos**

- ◆ Acido Sulfúrico 1.25%
- ◆ Hidróxido de Sodio
- ◆ Agua destilada
- ◆ Alcohol etílico

- ◆ Alcohol amílico ( antiespumante)
- ◆ Indicador anaranjado de metilo

### **Procedimiento**

- a) Pesar en balanza analítica 1 g de muestra desengrasada y colocar en balón kjeldahl.
- b) Agregar perlas de ebullición y 200 mL de ácido sulfúrico al 1.25% precalentado.
- c) Calentar en digestor hasta ebullición y continuar calentamiento por 30 minutos.(Fig. No.4)
- d) Filtrar en embudo Buchner y lavar con tres porciones de 75 mL de agua hirviendo.
- e) Agregar al filtrado indicador anaranjado de metilo, si se torna rojo, continuar el lavado con agua hirviendo, hasta que el filtrado tome un color amarillo al agregarle el indicador.
- f) Transferir el residuo a un balón keldahl y agregar 200 mL de hidróxido de sodio al 1.25% y unas gotas de alcohol amílico y colocar en digestor por 30 minutos.
- g) Filtrar en embudo buchner, lavando con 50 mL de ácido sulfúrico al 1.25% y luego lavar con agua hirviendo.
- h) Lavar el vaso de precipitados con 3 porciones de 10 mL de alcohol etílico y filtrar en buchner hasta que el residuo esté completamente seco.
- i) Transferir cuantitativamente con todo y papel filtro a cápsulas de porcelana y cubrir parcialmente con papel aluminio.
- j) Secar en estufa a 105° C por 1 hora. (Fig. No.1)
- k) Enfriar en desecador por 1 hora y pesar.

- l) Calentar las cápsulas pesadas en mufla a 600° C por una hora. (Fig. No. 6)
- m) Enfriar en desecador por media hora.
- n) Pesar las cápsulas en balanza analítica.

### **Determinación de Cenizas.**

#### **Material y Equipo**

- ◆ Crisoles de porcelana
- ◆ Espátula
- ◆ Pinzas para crisol
- ◆ Balanza analítica
- ◆ Mufla
- ◆ Desecador



**Fig. No. 6. Equipo utilizado para determinación de cenizas.**

## **Procedimiento**

- a) Pulverizar y homogenizar la muestra.
- b) Tarar crisoles de porcelana calentados a 500° C por una hora.
- c) Enfriar en desecador por media hora.
- d) Pesar en los crisoles 1 gramo de muestra.
- e) Calentar los crisoles con muestra a 600° C por dos horas.
- f) Enfriar en desecador por media hora.
- g) Pesar los crisoles en balanza analítica.

## **Determinación del Contenido de Hierro.**

### **Material y Equipo**

- ◆ Crisol de porcelana
- ◆ Pinza para crisol
- ◆ Vaso de Precipitados 100 mL
- ◆ Agitador de vidrio
- ◆ Balón volumétrico de 25 mL
- ◆ Frasco gotero
- ◆ Pipeta volumétrica de 2 y 5 mL
- ◆ Mufla
- ◆ Hot plate
- ◆ Espectrofotómetro de Absorción Atómica Perkin – Elmer 3100



Fig. No. 7 Espectrofotómetro de Absorción Atómica Perkin-Elmer 3100. Aparato utilizado para determinación de Hierro, Calcio y otros minerales.

### **Reactivos**

- ◆ Ácido clorhídrico al 5 %
- ◆ Agua destilada Solución
- ◆ Solución Patrón de 0.5, 1 y 1.5 ppm de hierro

### **Procedimiento**

- a) Preparación de las soluciones patrones a partir de la solución madre de 1000 ppm según convenga.
- b) Pesar 1 gramo de muestra en un crisol de porcelana
- c) Colocar la muestra en mufla durante dos horas a 600° C y disolver las cenizas en aproximadamente 20 mL de Acido Clorhídrico al 5%.
- d) Llevar casi a sequedad, filtrar sobre papel filtro y lavar con agua tibia.
- e) Llevar a volumen de 250 mL con agua y realizar diluciones según convenga.
- f) Dejar enfriar y aforar.

- g) Leer directamente en el aparato de absorción atómica ajustando parámetros o especificaciones de operación.

En este caso, para el equipo Espectrofotómetro de Absorción Atómica Perkin-Elmer 3100, los parámetros a ajustar son los siguientes:

Energía de lámpara de cátodo hueco = 25 mA

$\lambda$  = 248.5 nm

Slit = 0.2

Máxima energía del equipo = 60

Gas combustible = aire acetileno

Lámpara = cátodo hueco

### **Determinación de Calcio.**

#### **Material y Equipo**

- ◆ Crisol de porcelana
- ◆ Pinza para crisol
- ◆ Vaso de precipitados de 100 mL
- ◆ Agitador de vidrio
- ◆ Balón volumétrico de 25 mL
- ◆ Frasco gotero
- ◆ Pipeta volumétrica de 2 y 5 mL
- ◆ Mufla

- ◆ Hot plate
- ◆ Espectrofotómetro de Absorción Atómica Perkin – Elmer 3100

### **Reactivos**

- ◆ Ácido clorhídrico al 5 %
- ◆ Agua destilada
- ◆ Solución Estandar de 0.5, 1 y 1.5 ppm de calcio
- ◆ Solución Oxido de Lantano

### **Procedimiento:**

- a) Preparación de las soluciones patrón a partir de la solución estándar de 1000 ppm de calcio de 0.5, 1 y 1.5 ppm.
- b) Pesar 1 gramo de muestra en un crisol de porcelana
- c) Colocar la muestra en mufla durante dos horas a 600° C y disolver las cenizas en aproximadamente 20 mL de Acido Clorhídrico al 5%.
- d) Llevar casi a sequedad, filtrar sobre papel filtro y lavar con agua tibia.
- e) Llevar a volumen de 250 mL con agua y realizar diluciones según convenga.
- f) Dejar enfriar y aforar.
- g) Leer directamente en el aparato de absorción atómica ajustando parámetros o especificaciones de operación. (Fig. No.7)

En este caso, para el equipo Espectrofotómetro de Absorción Atómica Perkin-Elmer

3100, los parámetros a ajustar son los siguientes:

Energía de lámpara de cátodo hueco = 25 mA

$\lambda = 422.7 \text{ nm}$

Slit = 0.7

Máxima energía del equipo = 60

Gas combustible = aire acetileno

Lámpara = cátodo hueco

### **Determinación de Fósforo.**

#### **Material y Equipo**

- ◆ Balones Kjeldahl de 50 mL
- ◆ Pipetas volumétricas de 2, 5 y 10 mL
- ◆ Vaso de Precipitados 100 mL
- ◆ Probeta de 50 mL
- ◆ Perilla
- ◆ Espátula
- ◆ Embudo
- ◆ Balón volumétrico de 250 mL
- ◆ Tubos de ensayo
- ◆ Agitador vortex

- ◆ Balanza analítica
- ◆ Digestor kjeldahl
- ◆ Espectómetro UV-Visible

### **Reactivos**

- ◆ Acido nítrico concentrado
- ◆ Acido Perclórico concentrado
- ◆ Agua destilada
- ◆ Solución vanado –molibdico
- ◆ Solución patrón de 0, 4, 8, 12, 16 y 20 ppm de fósforo



Fig.No.8 Espectrofotómetro Ultravioleta-Visible Perkin-Elmer Lamda 1 A.  
Aparato utilizado para determinación de Fósforo

### **Procedimiento:**

- a) Pesar 1 gramo de muestra en balón kjeldahl
- b) Agregar 10 mL de ácido nítrico concentrado.

- c) Calentar en digestor a 90° C, hasta que desaparezcan los vapores blancos y la solución sea transparente (aproximadamente 45 minutos).
- d) Agregar 5 mL de ácido perclórico concentrado y calentar suavemente hasta formación de cristales.
- e) Enfriar y agregar 50 mL de agua destilada y calentar suavemente.
- f) Filtrar en balón de 250 mL lavando con agua caliente y llevar a volumen con agua destilada.
- g) Pipetear 5 mL de la muestra y 5 mL de soluciones patrón de 0, 2, 4, 8, 12 y 20 ppm en tubos separados.
- h) Agregar 2 mL de solución Vanado -Molibdico (1:1) y agitar en agitador Vortex
- i) Dejar en reposo por 20 minutos y leer en Espectrofotómetro Ultravioleta - Visible a 420 nm.

### **Determinación de Acidez en Grasa.**

#### **Material y Equipo**

- ◆ Soxlet
- ◆ Refrigerante con mangueras
- ◆ Balón de fondo plano
- ◆ Hot plate
- ◆ Dedal
- ◆ Algodón
- ◆ Vaso de Precipitados 250 mL
- ◆ Probeta de 100 mL

- ◆ Bureta de 25 mL
- ◆ Erlenmeyer de 250 mL
- ◆ Evaporador Rotatorio
- ◆ Balanza Anaítica
- ◆ Evaporador rotatorio

### Reactivos

- ◆ Eter etílico
- ◆ Hidróxido de Potasio 0.0178N
- ◆ Fenolftaleína al 1% en alcohol
- ◆ Benceno



Fig. No. 9. Titulación para determinar acidez en grasa.

## **Procedimiento**

- a) Homogenizar y pulverizar la muestra. Si la muestra no puede ser pulverizada, reducir las partículas al tamaño más fino que sea posible.
- b) Pesar 10 g de sémola
- c) Extraer la muestra con éter etílico por aproximadamente 16 horas. (Fig. No.2)
- d) Evaporar completamente el solvente de extracción en evaporador rotatorio a una temperatura de 60° C y 60 revoluciones por minuto. (Fig. No.3)
- e) Disolver el residuo contenido en el balón de fondo plano con una solución de 50 mL de alcohol-benceno (1:1) y transferir a un erlenmeyer.
- f) Agregar 3 gotas de Fenolftaleína en alcohol y titular con una solución estándar de hidróxido de potasio 0.0178N hasta un color rosa distintivo y en caso de solución amarilla hasta un rosa-naranja.
- g) Llevar un blanco titulado 50 mL de la solución fenolftaleína-alcohol.benceno con hidróxido de potasio.

## **Determinación de Humedad (Método AOAC 14.004)**

Ver 2.1.1 Determinación de Humedad del análisis proximal

## **Pruebas Microbiológicas**

### **Preparación de muestra**

Material y Equipo

- ◆ Erlenmeyer de 250 mL estéril
- ◆ Espátula estéril Mortero y pistilo estéril

- ◆ Pipetas estériles de 10 mL
- ◆ Balanza Granataria
- ◆ Mechero Bunsen

### **Reactivos**

- ◆ Solución de peptona al 0.9%

### **Procedimiento**

- a) Triturar el producto hasta partículas finas en un mortero y pistilo estéril.
- b) Pesar 10 g de la muestra en un frasco conteniendo 90 mL de solución de peptona , esta es la dilución  $10^{-1}$  .
- c) Tomar 10 mL de la dilución  $10^{-1}$  y agregar a otro frasco conteniendo 90 mL de peptona, de esto modo se obtiene la dilución  $10^{-2}$
- d) Preparar dilución  $10^{-3}$  tomando 10 mL de la dilución  $10^{-2}$  y agregar a un tercer frasco con 90 mL.
- e) Si se considera necesario, realizar otras diluciones procediendo de la misma forma.

### **Recuento total de Mesófilos Aeróbicos.**

#### **Material**

- ◆ Placas petri estériles
- ◆ Pipetas estériles de 1 mL
- ◆ Mechero bunsen
- ◆ Pipetas estériles
- ◆ Pipeteador

- ◆ Incubadora

### **Medio de Cultivo**

- ◆ Agar TSA

### **Procedimiento**

- Tomar 1 mL por duplicado de cada dilución y colocarlas en cajas de petri separadas
- Agregar a cada placa 20 mL de Agar TSA a una temperatura de 45° C.
- Mezclar completamente el contenido de la misma, dándole un movimiento de rotación en forma de ocho.
- Luego dejar solidificar sobre una superficie horizontal por un tiempo de 10 minutos.
- Incubar las placas colocándolas en forma invertida en una incubadora a 35° C por  $24 \pm 2$  horas
- Contar las colonias con ayuda de un cuenta colonias.
- Reportar como Unidades formadoras de colonias por mL de muestras (UFC/ mL).



Fig. No.10. Agar TSA con colonias de microorganismos mesófilos aerobios.

### **Recuento Total de Mohos y Levaduras**

### **Material**

- ◆ Placas petri estériles
- ◆ Pipetas estériles de 1 mL
- ◆ Mechero Bunsen
- ◆ Pipetas estériles
- ◆ Pipeteador
- ◆ Incubadora

### **Medio de Cultivo**

- ◆ Agar Papa Dextrosa

### **Reactivo**

- ◆ Acido tartárico 1 %

### **Procedimiento**

- a) De cada una de las diluciones de la muestra, tomar 1 mL por duplicado
- b) Depositar cada alícuota en cajas de petri separadas
- c) Adicionar a cada placa 20 mL de agar Papa Dextrosa a una temperatura de 45° C y acidificado con ácido tartárico al 10 %
- d) Mezclar rotando la placa sobre la mesa en forma de ocho y dejar solidificar y dejar al ambiente en durante 5- 7 días.
- e) Contar las colonias con ayuda de un cuenta colonias Reportar como Unidades formadoras de colonias por mL de muestras ( UFC mL)



Fig No. 11. Agar Papa Dextrosa con crecimiento de mohos.

### **Prueba Presuntiva**

#### **Material**

- Tubos de ensayo estériles con campanas de Durhans y tapón de rosca
- Pipetas estériles
- ◆ Incubadora
- ◆ Pipetas morh estériles
- ◆ Pipeteador

#### **Medios de Cultivo**

- ◆ Caldo lactosado

## Procedimiento

- a) Pesar 10 g de muestra y adicionarlo en un frasco que contiene 90 mL de caldo lactosado de esta forma se obtiene la dilución  $10^{-1}$  , luego hacer diluciones  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$
- b) Tomar 1 mL de cada dilución anterior y colocarlos en tres tubos separados que contienen 9.0 mL de caldo lactosado y campanas de Durhans Incubar los tubos a  $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  durante  $24 \pm 2$  horas
- c) Examinar cada tubo, detectar la turbidez y la presencia de gas en las campanas
- d) Si el resultado es negativo, incubar a la misma temperatura por 24 horas más y examinar nuevamente los tubos. Los que den resultado positivo se someten a la prueba confirmativa.



Fig. No. 12. Caldo con resultado positivo. Nótese el gas contenido en las Campanas de Durhans.

## Prueba Confirmativa

### Material

- ◆ Tubos con campana de Durhans

- ◆ Asa metálica
- ◆ Mechero bunsen

### **Medio de Cultivo**

- ◆ Caldo bilis verde brillante

### **Procedimiento**

- a) Agitar cada tubo que presenta formación de gas y transferir con un asa estéril a tubos que contienen 9.0 mL de caldo bilis verde brillante al 2% con campanas de Durhans (Anexo No.7 )
- b) Incubar a  $37^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$  durante  $24- 48 \pm 2$  horas.
- c) Examinar cada tubo y detectar la turbidez y presencia de gas
- d) Comparar resultados con tabla y reportar

### **Prueba Completa**

#### **Material**

- ◆ Placas petri estériles
- ◆ Asa metálica
- ◆ Mechero Bunsen
- ◆ Incubadora

### **Medio de cultivo**

- ◆ Agar EMB

### **Procedimiento**

- a) De un tubo de caldo bilis verde brillante, inocular una placa con medio EMB con ayuda de un asa metálica.
- b) Incubar a  $35 \pm 0.5^\circ \text{C}$  por 24 horas
- c) Si se observa el brillo metálico de las colonias después del periodo de incubación es que la *Escherichia Coli* está presente en la muestra.

### **Determinación de *Escherichia coli***

#### **Material**

- ◆ Asa metálica
- ◆ Tubo de ensayo estériles con campanas de Durhans y con tapón de rosca
- ◆ Baño de maría
- ◆ Placa petri estéril

#### **Medio de Cultivo**

- ◆ Caldo EC
- ◆ Agar EMB

## Procedimiento

- a) Agitar suavemente cada uno de los tubos con caldo lactosado que mostró formación de gas, y con un asa transferir una porción de la suspensión a un tubo que contenga caldo EC.
- b) Incubar los tubos en un baño de agua a  $45^{\circ} \text{C} \pm 0.5^{\circ} \text{C}$ , examinar después de transcurridas  $24 \pm 2$  horas para detectar la formación de gas, y si el análisis es negativo, continuar el período de incubación hasta las  $24 \pm 2$  horas
- c) Extraer una porción de cada tubo con medio EC, con formación de gas, con la ayuda de un asa circular y sembrar en estrías sobre la superficie de placa Agar EMB.
- d) Incubar las placas a  $35^{\circ} \text{C}$  durante 18 a 24 horas y luego examinar para detectar las colonias sospechosas de *Escherichia coli*, caracterizadas por un centro oscuro con o sin brillo metálico.
- e) Tomar dos colonias típicas de cada placa de Agar EMB con crecimiento positivo, y posteriormente realizar el análisis bioquímico.

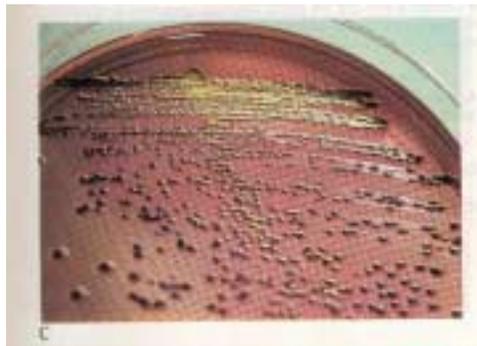


Fig. No. 13. Agar EMB con colonias de *Escherichia Coli*.

**Anexo No. 5**  
**Ensayos Realizados en la Formulación de Nachos de Malanga.**

**Fórmula 1**

a) Sémola de Malanga fortificada con hierro .....	100.0 g
b) Sal .....	0.1 g
c) Agua .....	15.0 mL
d) Aceite Vegetal .....	5.0 mL

**Resultado:** la masa obtenida, presentaba buena estabilidad y podía ser moldeada y cortada fácilmente, pero el sabor del producto no era agradable.

**Fórmula 2**

a) Sémola de Malanga fortificada con hierro .....	100.0 g
b) Perejil .....	0.1 g
c) Sal .....	0.1 g
d) Crema .....	5.0 mL
e) Agua .....	10.0 mL
f) Aceite Vegetal .....	5.0 mL

**Resultado:** La masa no presentó una buena elasticidad, y no podía ser moldeada, además el sabor no era el adecuado.

### Fórmula 3

a) Sémola de Malanga fortificada con hierro .....	100.0 g
b) Tomate.....	0.1 g
c) Achiote .....	0.1 g
d) Sal .....	0.1 g
e) Queso rayado .....	1.0 g
f) Agua .....	0.0 mL
g) Aceite Vegetal .....	5.0 mL

**Resultado:** aunque el sabor del producto era bueno, la masa no presentaba elasticidad y no podía ser moldeada. Además el color que impartía el achiote no era agradable.

### Fórmula 4

a) Sémola de Malanga fortificada con hierro .....	100.0 g
b) Tomate .....	0.5 g
c) Sal .....	0.1 g
d) Huevo .....	5.0 mL
e) Agua .....	10.0 mL
f) Aceite Vegetal .....	5.0 mL

**Resultado:** la masa resultó ser pegajosa, y en el proceso de freído, el producto adquiriría un aspecto y sabor quemado.

### Fórmula 5

a) Sémola de Malanga fortificada con hierro .....	100.0 g
b) Leche en polvo .....	5.0 g
c) Glutamato monosódico .....	0.1 g
d) Tomate .....	0.5 g
e) Chile verde .....	0.5 g
f) Cebolla.....	0.1 g
g) Cúrcuma .....	0.1 g
h) Sal .....	0.1 g
i) Agua .....	10.0 mL
j) Aceite Vegetal .....	5.0 mL

**Resultado:** la masa podía ser moldeada fácilmente, el sabor fue agradable y no hubo problema en el momento de freír, pero al agregar cúrcuma, esta le impartió un color y sabor desagradable al producto, por lo que se decidió eliminar este u otro colorante de la fórmula, ya que se obtenía mejores resultados con el color natural de la harina

## **ANEXO No. 6**

### **Preparación de Medios de Cultivo utilizados en Análisis Microbiológico**

#### **Trypticase Soya Agar (TSA). Marca DIFCO**

- a) Pesar 40 g de agar TSA y colocar en un erlenmeyer
- b) Agregar 1 litro de agua destilada
- c) Calentar hasta disolución del medio
- d) Esterilizar en autoclave por 15 minutos a 121° C y 15 libras de presión

Este medio se utiliza para determinar microorganismos aeróbicos mesófilos (crecen a temperatura ambiente).

#### **Papa Dextrosa Agar (PDA) Marca DIFCO**

- a) Pesar 39 g de agar PDA y colocar en erlenmeyer
- b) Agregar 1 litro de agua destilada
- c) Calentar hasta disolución
- d) Esterilizar en autoclave por 15 minutos a 121° C y 15 libras de presión
- e) Al momento de utilizar, fundir el medio y cuando esté a una temperatura de  $\pm 40^{\circ}$  C acidificar agregando ácido tartárico estéril al 10 %, en relación de 14 mL de ácido por cada litro de medio de cultivo.

En este medio crecen exclusivamente mohos y levaduras, ya que el pH de 3 que posee lo hace selectivo para este tipo de microorganismos.

#### **Caldo Lactosado. Marca Difco**

- a) Pesar 13vg de caldo lactosado y colocar en un erlenmeyer
- b) Agregar 1 litro de agua destilada
- c) Agitar hasta disolución del medio

- d) Colocar 5 mL de medio en tubos de ensayo de X cm con tapón de rosca y que contienen campanas de Durhams
- e) Esterilizar en autoclave por 15 minutos a 121° C y 15 libras de presión

Con el caldo lactosado se detecta la posible presencia de microorganismos coliformes, los cuáles, son organismos fermentadores, es decir, utilizan hidratos de carbono como la lactosa y la convierten en ácido láctico y gas.

#### **Caldo bilis verde Brillante ( BGLB). Marca DIFCO**

- a) Pesar 40 g de caldo BGLB y colocar en un erlenmeyer
- b) Agregar 1 litro de agua destilada
- c) Agitar hasta disolución del medio, sin calentamiento
- d) Colocar 5 mL de medio en tubos de ensayo con tapón de rosca y que contienen campanas de Durhams
- e) Esterilizar en autoclave por 15 minutos a 121° C y 15 libras de presión

Con este medio se comprueba la presencia de microorganismos coliformes.

#### **Caldo Eschericia Coli (EC)**

- a) Pesar g de caldo EC y colocar en un erlenmeyer
- b) Agregar 1 litro de agua destilada
- c) Agitar hasta disolución del medio
- d) Colocar 5 mL de medio en tubos de ensayo de X cm con tapón de rosca y que contienen campanas de Durhams
- e) Esterilizar en autoclave por 15 minutos a 121° C y 15 libras de presión

Este es un medio selectivo para Escheria coli.

### **Agar Eosina Azul de Metileno (EMB)**

- a) Pesar 30 g de agar Eosina Azul de Metileno y colocar en un erlenmeyer
- b) Agregar 1 litro de agua destilada
- c) Calentar hasta disolución del medio
- d) Esterilizar en autoclave por 15 minutos a 121° C y 15 libras de presión

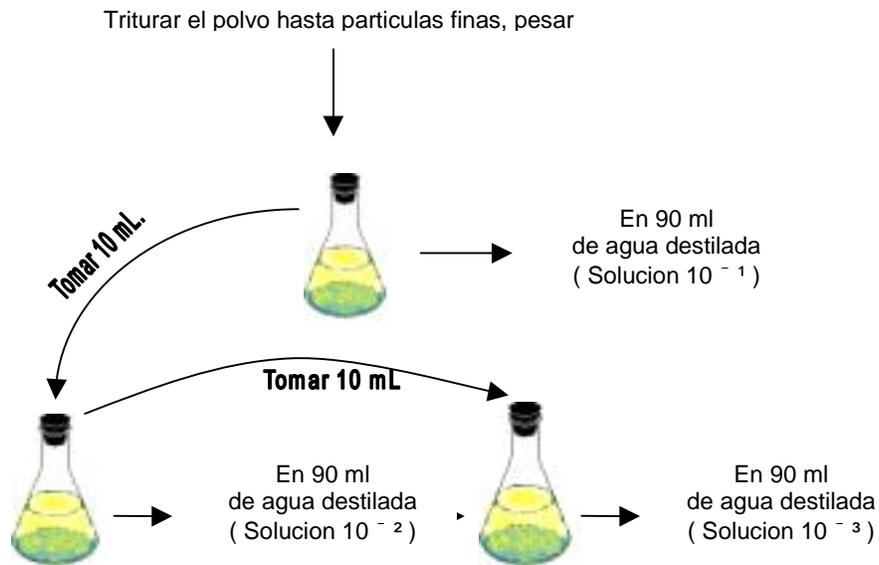
Este es un medio diferencial en el cuál las bacterias lactosa positivas forman colonias rosadas con un centro negro, Escherichia coli forma colonias con brillo metálico característico.

Tomado de Manual DIFCO

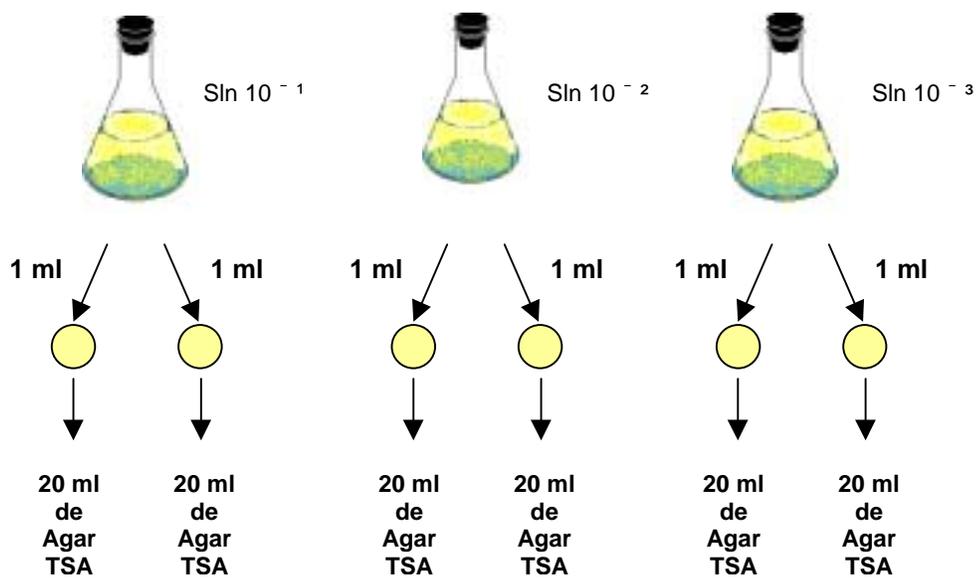
## Anexo No.7

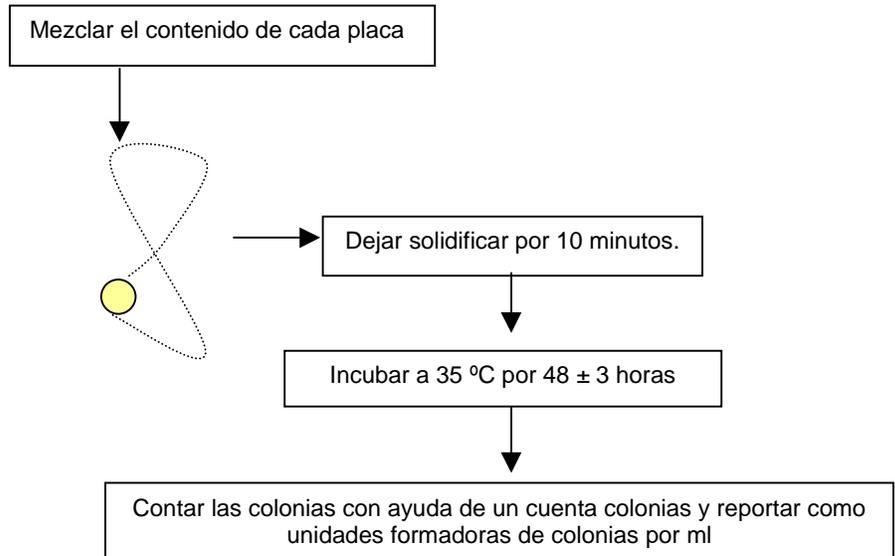
### Esquema de Diluciones de la muestra realizadas para el Análisis Microbiológico

#### Preparacion de la muestra.

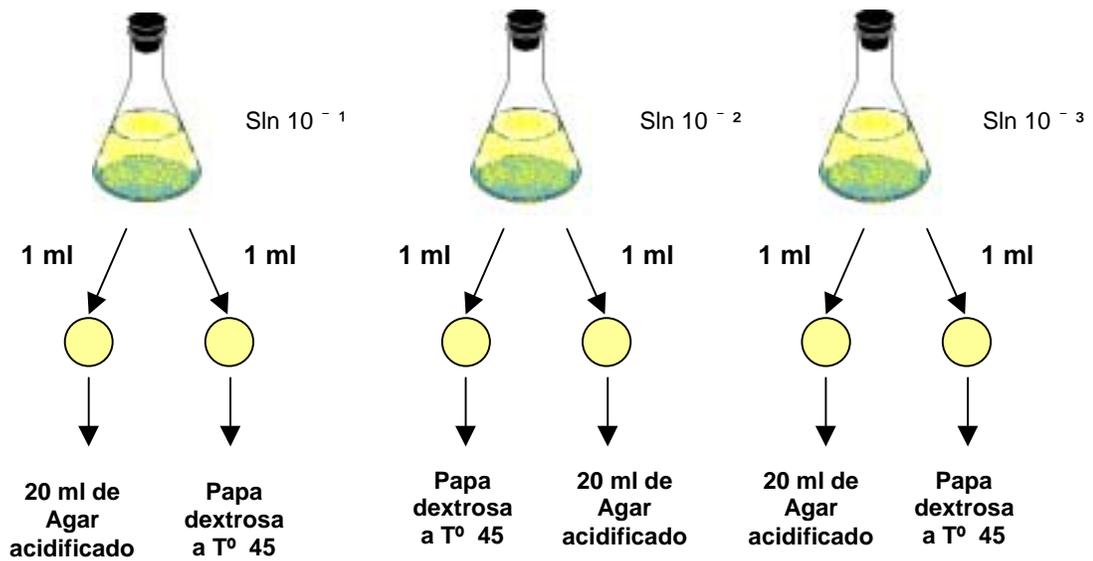


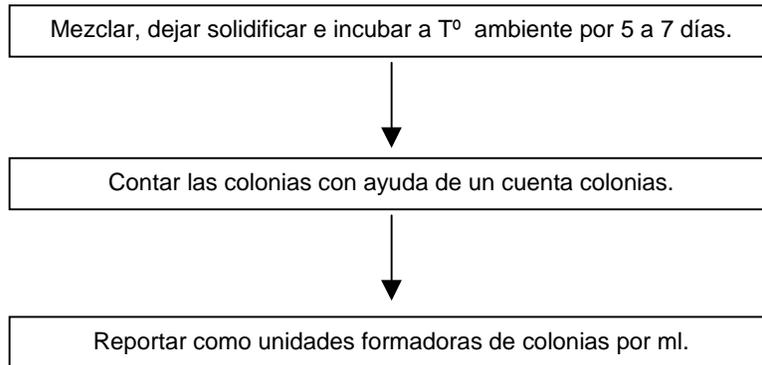
#### Recuento total de mesófilos aerobicos.



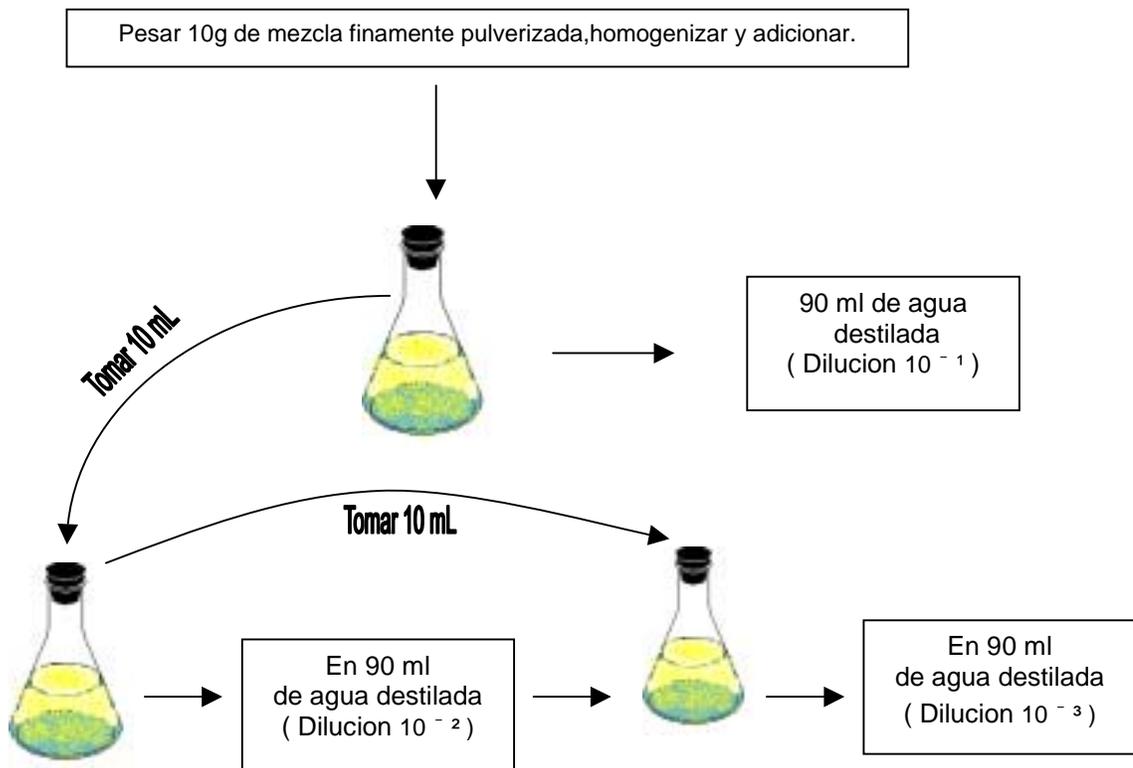


**RECUENTO TOTAL DE MOHOS Y LEVADURAS.**



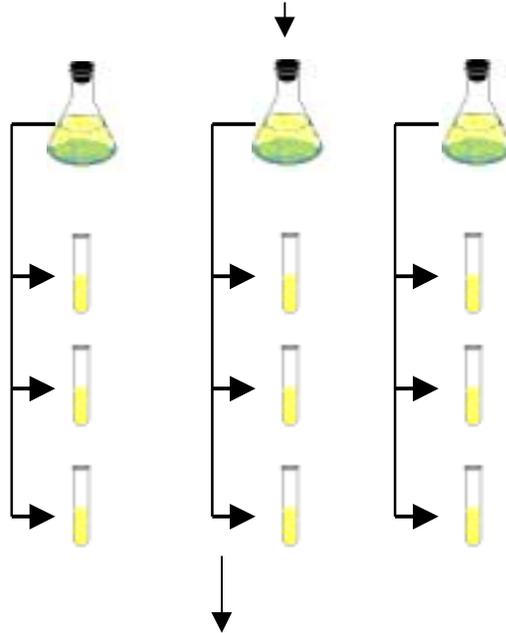


**Metodo del número mas probable para coliformes ( NMP ).**



## Prueba presuntiva

De cada dilucion adicionar 1ml de mezcla en 3 sets de tubos con 9.0 ml de caldo

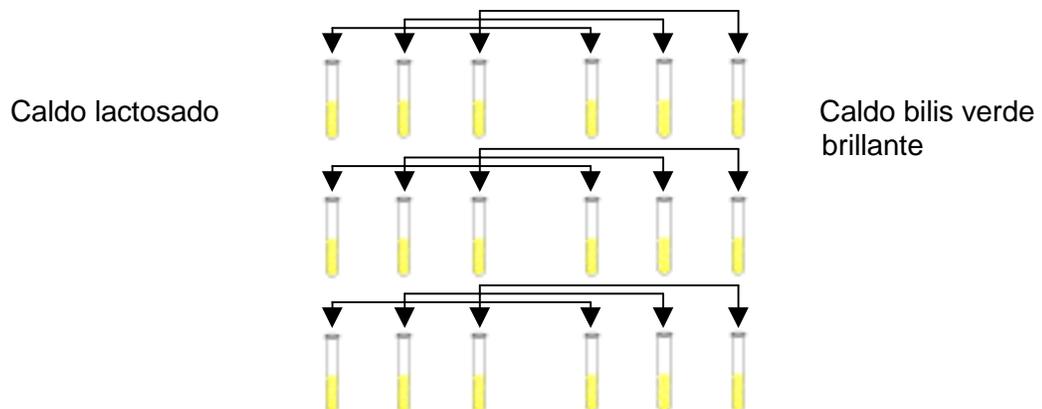


Incubar los tubos a 37 °C por 24 horas .

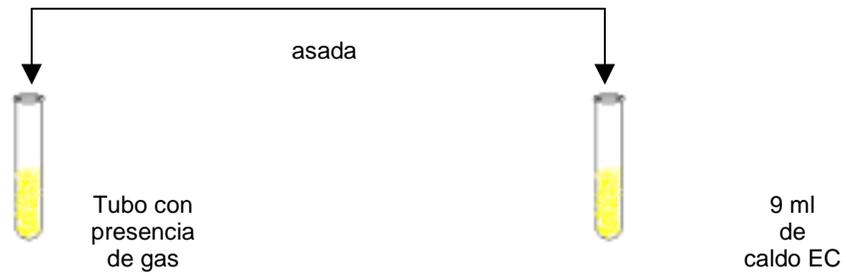
Examinar los tubos y detectar la presencia de gas.

## PRUEBA CONFIRMATIVA.

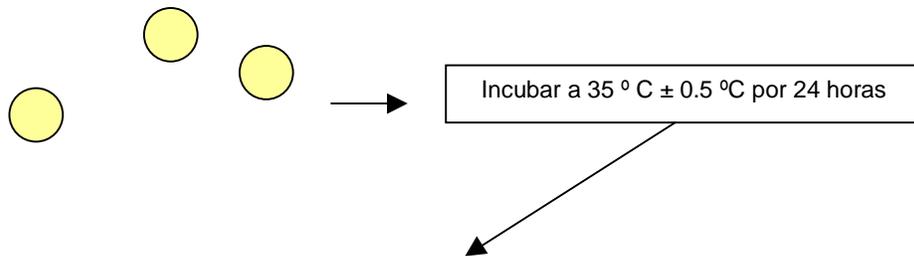
De los tubos caldo lactosado con resultado positivo transferir con un asa a tubos que contienen 9 mL de caldo bilis verde brillante.



## PRUEBA COMPLETA



Tambien se puede inocular una placa con medio EMB.



Si se observa el brillo metalico de las colonias despues del periodo de incubacion es que la EC esta presente en la mezcla.

## **ANEXO No. 8**

### **Cálculo de Recuento de Colonias**

#### **Placas sin Colonias**

Si las placas de todas las diluciones no muestran colonias, informar el recuento como: “menor a una vez la menor dilución correspondiente”.

Ejemplo:

Si no aparecen colonias en placas  $10^{-2}$  y  $10^{-1}$ , se reporta como menor de  $10^{-1}$  es decir menor de 10 UFC.

#### **Placas que contienen entre 30 y 300 colonias**

Se cuenta el número de colonias existentes y se multiplica por el recíproco de la dilución usada.

Eemplo:

Si en la placa de dilución  $10^{-2}$  hay 12 colonias, se multiplica por el recíproco de la dilución, que es 100.

Entonces  $12 \times 100 = 1,200$  UFC

#### **Placas en duplicado**

Se cuentan las colonias en cada placa, luego se saca el promedio de las placas con igual dilución y después se multiplica por el recíproco de la misma.

#### **Placas con más de 100 colonias por $\text{cm}^2$ (placas amontonadas)**

Como éstas colonias no pueden contarse, se informa como 6,500 veces la dilución más alta. Informar el recuento como “Recuento Estándar estimado por mililitro”.

Ejemplo

Dilución  $10^{-3}$  más alta,

se reporta como  $6500 \times 1000 = 6,500,000$  UFC/ mL

**ANEXO No. 8**

## **Cálculo de Recuento de Colonias**

### **Placas sin Colonias**

Si las placas de todas las diluciones no muestran colonias, informar el recuento como: “menor a una vez la menor dilución correspondiente”.

Ejemplo:

Si no aparecen colonias en placas  $10^{-2}$  y  $10^{-1}$ , se reporta como menor de  $10^{-1}$  es decir menor de 10 UFC.

### **Placas que contienen entre 30 y 300 colonias**

Se cuenta el número de colonias existentes y se multiplica por el recíproco de la dilución usada.

Eemplo:

Si en la placa de dilución  $10^{-2}$  hay 12 colonias, se multiplica por el recíproco de la dilución, que es 100.

Entonces  $12 \times 100 = 1,200$  UFC

### **Placas en duplicado**

Se cuentan las colonias en cada placa, luego se saca el promedio de las placas con igual dilución y después se multiplica por el recíproco de la misma.

### **Placas con más de 100 colonias por $\text{cm}^2$ ( placas amontonadas)**

Como éstas colonias no pueden contarse, se informa como 6,500 veces la dilución más alta. Informar el recuento como “Recuento Estándar estimado por mililitro”.

Ejemplo

Dilución  $10^{-3}$  más alta,

se reporta como  $6500 \times 1000 = 6,500,000$  UFC/ mL

**Anexo No. 9**

**Tabla para Cálculo de Número más probable para Coliformes.**

Combinación de Tubos Positivos por Dilución			NMP	Combinación de Tubos Positivos por Dilución			NMP	Combinación de Tubos Positivos por Dilución			NMP
10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>		10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>		10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	
0	0	0	< 3.0	1	1	1	11	2	2	3	42
0	0	1	3.0	1	1	2	15	2	3	0	29
0	0	2	6.0	1	1	3	19	2	3	1	36
0	0	3	9.0	1	2	0	11	2	3	2	44
0	1	0	3.0	1	2	1	15	2	3	3	53
0	1	1	6.0	1	2	2	20	3	0	0	23
0	1	2	9.0	1	2	3	24	3	0	1	39
0	1	3	12.0	1	3	0	16	3	0	2	64
0	2	0	6.0	1	3	1	20	3	0	3	95
0	2	1	9.0	1	3	2	24	3	1	0	43
0	2	2	12.0	1	3	3	29	3	1	1	75
0	2	3	16.0	2	0	0	9	3	1	2	120
0	3	0	9.0	2	0	1	14	3	1	3	160
0	3	1	13.0	2	0	2	20	3	2	0	93
0	3	2	16.0	2	0	3	26	3	2	1	150
0	3	3	19.0	2	1	0	15	3	2	2	210
1	0	0	4.0	2	1	1	20	3	2	3	290
1	0	1	7.0	2	1	2	27	3	3	0	240
1	0	2	11.0	2	1	3	34	3	3	1	460
1	0	3	15.0	2	2	0	21	3	3	2	1100
1	1	0	7.0	2	2	1	28	3	3	3	2400
				2	2	2	35				

## Anexo No. 10

### Especificaciones Microbiológicas de Harina de Maíz Nixtamalizado.

**NORMA SALVADOREÑA**

**NSO 67.03.02:99**

6.2 En la medida de lo posible, con arreglo de las buenas prácticas de fabricación, el producto estará exento de materias objetables.

6.3 Cuando se analice mediante métodos apropiados de muestreo y análisis, el producto:

- deberá estar exento de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud;
- deberá estar exento de parásitos que puedan representar un peligro para la salud y ;
- no deberá contener ninguna sustancia procedente de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

#### 7. REQUISITOS FISICOS.

**Determinación del Límite máximo.** Humedad 15%. Materia extraña. No más de 50 fragmentos de insectos en 50 gramos de harina, no más de un pelo de roedor, y estar exentos de excretas.

#### 8. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS.

Los requisitos microbiológicos para este producto están contemplados en el siguiente cuadro

Tabla 1

Mesófilos aerobios UFC/g	Coliformes totales UFC/g	Mohos UFC/g
50,000	100	1000

**Anexo No.11**

**FORMULARIO DE EVALUACION SENSORIAL.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**TRABAJO DE GRADUACION**

“DESARROLLO DE UN PRODUCTO EXTRUIDO( NACHO ) FORTIFICADO  
CON HIERRO A PARTIR DE SEMOLA DE MALANGA ( Colocasia  
sculenta ) Y SU POSIBLE INCLUSION EN EL PROGRAMA DE ESCUELA  
SALUDABLE”

**CENTRO ESCOLAR COLONIA BERNAL.**

**GRADO:** \_\_\_\_\_.

**CRITERIOS.**

- 1. Gusta mucho**
- 2. Gusta poco**
- 3. No gusta**

**Código A :** \_\_\_\_\_

**Resultado:** \_\_\_\_\_

Anexo no. 12

Tabla de Valores Críticos para Chi-Cuadrado

	$\chi^2_{.005}$	$\chi^2_{.01}$	$\chi^2_{.0025}$	$\chi^2_{.05}$	$\chi^2_{.10}$	$\chi^2_{.25}$	$\chi^2_{.50}$	$\chi^2_{.75}$	$\chi^2_{.90}$	$\chi^2_{.95}$	$\chi^2_{.975}$	$\chi^2_{.99}$	$\chi^2_{.995}$	$\chi^2_{.999}$
1	.0000	.0002	.0010	.0039	.0158	.102	.445	1.32	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88	10.8
2	.010	.0201	.0506	.106	.221	.575	1.39	2.77	4.61	5.99	7.38	9.21	10.6	13.8
3	.0717	.115	.216	.352	.584	1.21	2.37	4.11	6.25	7.81	9.35	11.3	12.8	16.3
4	.207	.297	.484	.711	1.06	1.92	3.36	5.39	7.78	9.49	11.1	13.3	14.9	18.5
5	.412	.554	.831	1.15	1.61	2.67	4.35	6.63	9.24	11.1	12.8	15.1	16.7	20.5
6	.676	.872	1.24	1.64	2.20	3.45	5.35	7.84	10.6	12.6	14.4	16.8	18.5	22.5
7	.989	1.24	1.69	2.17	2.83	4.25	6.36	9.04	12.0	14.1	16.0	18.5	20.3	24.3
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	5.07	7.34	10.2	13.4	15.5	17.5	20.1	22.0	26.1
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	5.90	8.34	11.4	14.7	16.9	19.0	21.7	23.6	27.9
10	2.10	2.56	3.25	3.94	4.87	6.74	9.34	12.5	16.0	18.3	20.5	23.2	25.2	29.6
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	7.58	10.3	13.7	17.3	19.7	21.9	24.7	26.8	31.3
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	8.44	11.3	14.8	18.5	21.0	23.3	26.2	28.3	32.9
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	9.30	12.3	16.0	19.8	22.4	24.7	27.7	29.8	34.5
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	10.2	13.3	17.1	21.1	23.7	26.1	29.1	31.3	36.1
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	11.0	14.3	18.2	22.3	25.0	27.5	30.6	32.8	37.7
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	11.9	15.3	19.4	23.5	26.3	28.8	32.0	34.3	39.3
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.1	12.8	16.3	20.5	24.8	27.6	30.2	33.4	35.7	40.8
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.9	13.7	17.3	21.6	26.0	28.9	31.5	34.8	37.2	42.3
19	6.84	7.63	8.91	10.1	11.7	14.6	18.3	22.7	27.2	30.1	32.9	36.2	38.6	43.8
20	7.43	8.26	9.59	10.9	12.4	15.5	19.3	23.8	28.4	31.4	34.2	37.6	40.0	45.3
21	8.03	8.90	10.3	11.6	13.2	16.3	20.3	24.9	29.6	32.7	35.5	38.9	41.4	46.8
22	8.64	9.54	11.0	12.3	14.0	17.2	21.3	26.0	30.8	33.9	36.8	40.3	42.8	48.3
23	9.26	10.2	11.7	13.1	14.8	18.1	22.3	27.1	32.0	35.2	38.1	41.6	44.2	49.7
24	9.82	10.9	12.4	13.8	15.7	19.0	23.3	28.2	33.2	36.4	39.4	43.0	45.6	51.2
25	10.5	11.5	13.1	14.6	16.5	19.9	24.3	29.8	34.4	37.7	40.6	44.3	46.9	52.6
26	11.2	12.2	13.8	15.4	17.3	20.8	25.3	30.4	35.6	38.9	41.9	45.6	48.3	54.1
27	11.8	12.9	14.6	16.2	18.1	21.7	26.3	31.5	36.7	40.1	43.2	47.0	49.6	55.5
28	12.5	13.6	15.3	17.0	18.9	22.7	27.3	32.6	37.9	41.3	44.5	48.3	51.0	56.9
29	13.1	14.3	16.0	17.7	19.8	23.6	28.3	33.7	39.1	42.6	45.7	49.6	52.3	58.3
30	13.8	15.0	16.8	18.3	20.6	24.5	29.3	34.8	40.3	43.8	47.0	50.9	53.7	59.7
40	20.7	22.2	24.4	26.5	29.1	33.7	39.3	45.6	51.8	55.8	59.3	63.7	66.8	73.4
50	28.0	29.7	32.4	34.8	37.7	42.9	49.3	56.2	63.2	67.5	71.4	76.2	79.5	86.7
60	35.5	37.5	40.5	43.2	46.5	52.3	59.3	67.0	74.4	79.1	83.3	88.4	92.0	99.6
70	43.3	45.4	48.8	51.7	55.3	61.7	69.3	77.6	85.5	90.5	95.0	100	104	112
80	51.12	53.5	57.2	60.4	64.3	71.1	79.3	88.1	96.6	102	107	112	116	125
90	59.2	61.8	65.6	69.1	73.3	80.6	89.3	98.	108	113	118	124	128	137
100	67.3	70.1	74.2	77.9	82.4	90.1	99.3	109	118	124	130	136	140	149

Anexo No.13

Mapa del Departamento de Chalatenango



Tomado de <http://www.desinventar.or/paises/salvador/mapas/localizacion/chalatenango.html>