

SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

"2014, Año de Octavio Paz"

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

INGENIERÍA BIOQUÍMICA

Proyecto:

**“DESARROLLO DE UNA TECNOLOGÍA PARA LA
INNOVACION DE UNA TORTILLA DE HARINA DE LA
PLANTA LA TRIGUEÑA S.A DE. C.V BAJO LAS NORMAS
DE CONTROL DE CALIDAD”**

Empresa:

COMERCIALIZADORA LA TRIGUEÑA S.A. DE C.V.

Asesor Externo:

ING. ALEJANDRA RODRÍGUEZ GONZALES

JEFE DE PRODUCCION

Asesor Interno:

ING. MARGARITA MARCELÍN MADRIGAL

Alumno:

PÉREZ AGUILAR CLARA ISIDRA

TUXTLA GUTIÉRREZ CHIAPAS A 17 DE JUNIO DEL 2016

ÍNDICE

CAPITULO I

1. Introducción.....	6
1.1 Justificación.....	7
1.2 Objetivos.....	7
1.2.1 Objetivo general.....	7
1.2.2 Objetivos específicos.....	7
1.3 Caracterización de la empresa y área en que se desarrolló el Proyecto.....	9
1.3.1 orígenes de la empresa.....	9
1.4 Ubicación de la empresa.....	9
1.5 Organigrama de responsabilidades para del proyecto.....	10
1.6 Descripción de la funciones por puesto en La Trigueña S.A DE C.V.....	10

CAPITULO II

2.-Fundamento teórico.....	14
2.1 Harina de trigo.....	14
2.2 Tipos de harina.....	16
2.3 Amaranto.....	16
2.4 Composición química.....	17
2.5 Contenido y composición.....	1.8
2.6 Grasas del amaranto.....	18
2.7 Proteínas del amaranto.....	18
2.7.1 Proteína de Amaranto / Aspecto Cualitativo.....	19
2.8 Vitaminas y minerales del amaranto.....	20
2.9 Carbohidratos del amaranto.....	21

2.10 Harina de Amaranto.....	21
2.11 Tortillas.....	22
2.12 Tortillas de harina de trigo.....	22
2.13 Características generales.....	23
2.14 Características organolépticas.....	123

CAPITULO III

3. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	25
3.1 Adaptación al ambiente laboral y conocimientos generales, políticas de la empresa y revisión del plan de trabajo.....	25
3.2 La empresa comercializadora La Trigueña S.A.DE.C.V cuenta con las siguientes áreas.....	25
3.3 Proceso que forman parte del área de producción.....	26
3.4 Innovación de tecnología a base de harina de trigo con harina de amaranto integral.....	27
3.5 Formulación de las tortillas de harina de trigo con amaranto.....	29
3.6 Análisis del producto.....	30

CAPITULO IV

4. Resultados.....	32
4.1 Discusión.....	34
4.2 Tabla nutrimental muestra 3.....	34
4.3 Conclusiones.....	35
4.4 Recomendaciones.....	36
4.5 Bibliografía.....	87
Anexo I.....	39

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.4.1 ubicación de la empresa.....	11
Figura 2.1 harina de trigo.....	14
Figura. 2.3.1 amaranto.....	16
Figura 2.12.1 tortillas de harina de trigo.....	22
Figura 2.13.1 características tortilla de harina de trigo.....	23
Figura 3.4.1 harina de trigo utilizada.....	28
Figura 3.4.2 harina de amaranto utilizada	28

INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Composición química de la harina de trigo.....	11
Cuadro 2.4.1 composición química del amaranto.....	13
Cuadro 2.6.1 grasas del amaranto.....	14
Cuadro 2.7.1 análisis bromatológico del grano de amaranto.....	15
Cuadro 2.7.1.1 aminoácidos del grano de amaranto.....	16
Cuadro 2.8.1 vitaminas del amaranto.....	17
Cuadro 2.10.1 información nutrimental de la harina de amaranto.....	18
Cuadro 2.14.1 resultados de los análisis bromatológicos.....	20
Cuadro 2.14.2 contenido nutricional de la tortilla de harina de trigo.....	20
Cuadro 4.1 evaluación sensorial.....	28
Cuadro 4.2 resultados de los análisis bromatológicos.....	29

INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 3.6.1 proceso de elaboración de tortillas de harina de trigo.....30

Diagrama 3.6.2 análisis realizados a las muestras.....31

CAPITULO I

1.INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la tortilla de harina de trigo es un componente básico en la dieta alimenticia del pueblo mexicano, ya que independientemente del nivel socioeconómico, la tortilla es un acompañante frecuente en los platillos de la gastronomía mexicana, a pesar del dominio del maíz como materia prima en la elaboración de la tortilla, el incremento en el consumo de la tortilla de harina de trigo ha sido relevante. En México se consumen diariamente 630 millones de tortillas de maíz contra solo 60 millones de harina de trigo, sin embargo el consumo de esta última ha tenido un fuerte crecimiento en las últimas décadas. (Daman, 2004)

Las tortillas de harina de trigo son mayormente consumidas en el norte del país, cabe mencionar que en el estado de Chiapas estas tortillas están teniendo gran demanda, porque ofrecen un sabor diferente a la tortilla de maíz, estas tortillas son usadas principalmente en la elaboración de quesadillas, tacos, burritos, etc.. (FUNTEC, 2003)

La empresa la trigueña S.A de C.V., se dedica a la elaboración de tortillas de harina de trigo de distintos sabores, estas se elaboran con la finalidad de dar alternativas al consumidor. Actualmente la empresa busca innovar su producción de tortillas para dar una alternativa más a los consumidores pero a la vez ofrecer un producto fortificado que aporte nutrientes a la dieta de la población del estado.

En este proyecto se buscó la innovación de una tortilla de harina de trigo fortificada con aminoácidos y vitaminas del amaranto, de la cual resulto una tortilla nutrimentalmente rica en fibra dietética, calcio, hierro, potasio, vitaminas y minerales. El resultado no pudo ser más satisfactorio: una nueva y deliciosa alternativa alimenticia que además aporta nutrientes necesarios en la alimentación, cubriendo las necesidades tanto a nivel nutrimental como de paladar.

Para verificar la calidad nutrimental de la nueva tecnología de tortilla de harina con amaranto se le hicieron análisis bromatológicos y se determinó la tabla nutrimental del producto.

Las variables fueron estandarizadas de acuerdo a la **NORMA Oficial Mexicana NOM-187-SSA1/SCFI-2002, Productos y servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Información comercial. Métodos de prueba.**

1.1 JUSTIFICACIÓN

La distribución de los productos de la trigueña S.A.D.E.C.V está extendido a los lugares de Arriaga, Ocosingo, Comitán, San Cristóbal, Tapachula, entre otros municipios.

Las tendencias actuales es consumir productos con alto valor nutrimental, es por ello que se tiene la necesidad de estar en constante renovación en la elaboración de tortillas de harina, de ahí se crea una tecnología aprovechando las cualidades nutrimentales del amaranto, para cubrir las necesidades actuales de los consumidores.

Aprovechando que el amaranto es un pseudocereal que se caracteriza por contener fibras, proteínas, vitaminas y minerales, se ve la posibilidad de desarrollar una tecnología enriquecida con este pseudocereal, para dar como resultado una tortilla con aumento en su valor nutrimental.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL:

- ❖ Desarrollar una tecnología innovadora para la elaboración de una tortilla de harina de trigo enriquecida con amaranto para la planta Comercializadora La Trigueña S. A DE. C. V

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ❖ Desarrollar la tecnología para procesar un producto a base de harina de trigo.
- ❖ Estandarizar la tecnología desarrollada a base de harina de trigo de acuerdo a la **NORMA Oficial Mexicana NOM-187-SSA1/SCFI-2002, Productos y servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Información comercial. Métodos de prueba.**
- ❖ Realizar análisis fisicoquímicos del producto desarrollado.
- ❖ Determinar el valor nutricional de la tecnología desarrollada.

1.3 CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA Y AREA EN QUE SE DESARROLLO EL PROYECTO

1.3.1 ORIGENES DE LA EMPRESA:

El 6 de Agosto de 2001 nace **La Trigueña** en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Comercializando tortillas de Harina y tostadas de maíz, se inicia con operaciones semi- manual, lo cual para el año 2002 cambia ya que se adquieren equipos especializados y se inicia con la distribución en vehículos con personas que se interesaban por la distribución del producto, logrando así un posicionamiento en el mercado de Chiapas, esto se vio reflejado en el año 2005 ya que debido al incremento en la demanda la planta se tiene que trasladar a la colonia plan de Ayala para su ampliación.

En el año de 2011 se obtiene el certificado de marca Chiapas, además de obtener el primer lugar en el desplazamiento en la expo soriana a nivel sureste, en 2012 se apertura nuevas rutas de distribución llegando a algunas comunidades de Guatemala.

La Comercializadora La Trigueña S.A D.E.C.V es una empresa dedicada a la producción de tortillas de harina de trigo y tostadas de maíz, ofreciendo diversos sabores en tortillas de harina de trigo como son: chipilín, flor de calabaza, chipotle, mantequilla, integrales y la natural. La Comercializadora La Trigueña tiene como misión contribuir al desarrollo nutricional, social, económico y humano de la región sureste de México y Centroamérica satisfaciendo las expectativas las partes interesadas mediante la elaboración y producción de tortillas de harina de trigo y tostadas de maíz.

MISIÓN:

Nuestro interés "calidad y servicio" nuestra esencia "el buen sabor del trigo" lo más importante para nosotros "nuestros clientes"

VISIÓN:

Trabajar constantemente en el posicionamiento, que nos llevara en un futuro, a tener amplios canales de distribución y llegar a todos los hogares, en el sureste de México.

En la Comercializadora La Trigueña elaboran tortillas de harinas de sabores, tostadas de maíz y chicharrón de puerco.



1.4 UBICACIÓN DE LA EMPRESA:

La comercializadora la trigueña, se encuentra ubicada en Monterrey 40, Plan de Ayala, 29110 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

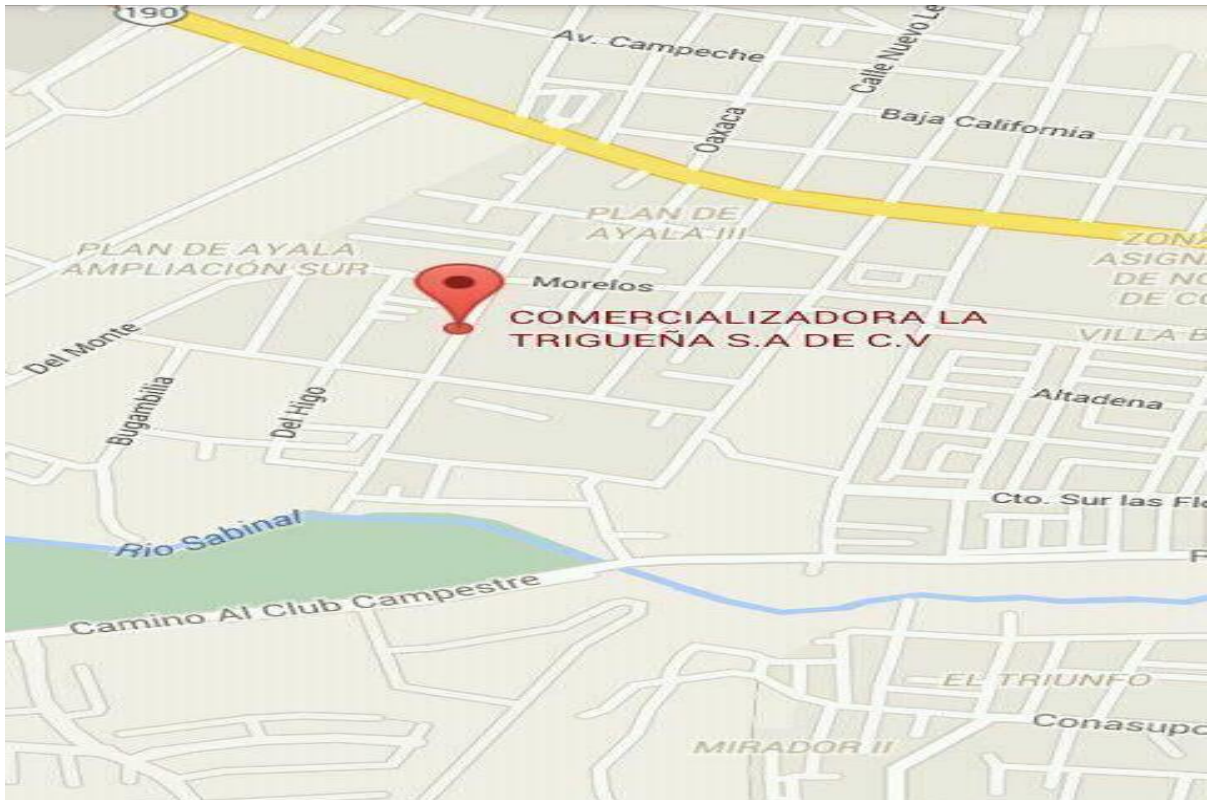
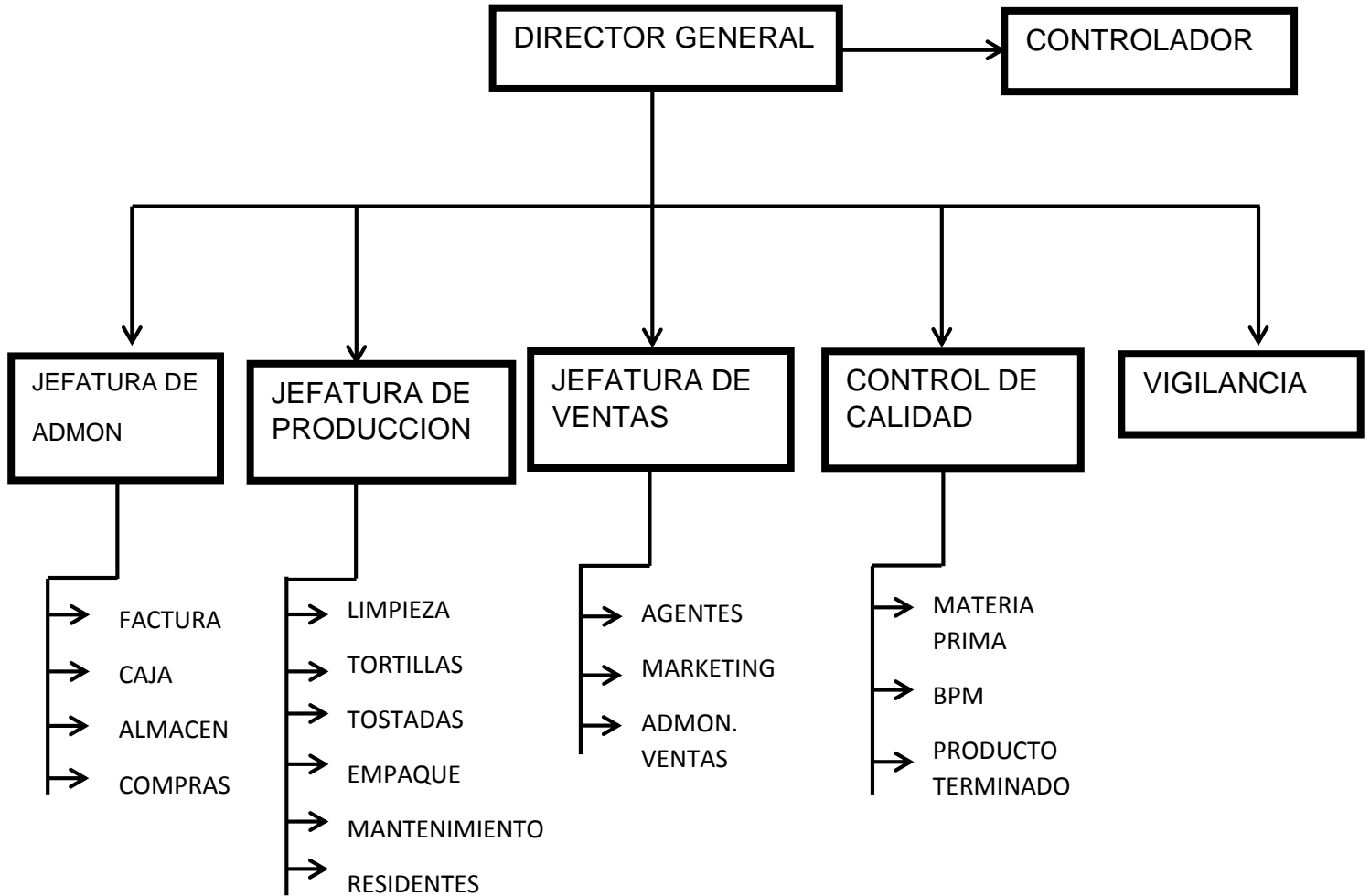


FIGURA 1.4.1 UBICACIÓN DE LA EMPRESA

1.5 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA:



1.6 DESCRIPCION DE LA FUNCIONES POR PUESTO EN LA TRIGUEÑA S.A de C.V

GERENTE GENERAL

Es el encargado de administrar toda la planta, tanto en lo administrativo como la producción de los productos que esta empresa ofrece, es decir , es el director general de toda la empresa.

JEFE DE PRODUCCIÓN

Es el encargado de la elaboración de nuevos proyectos para la mejora de los procesos, así también efectúa el control y supervisión de las maquinarias y equipos que interviene en la producción de tortillas y tostadas. Asigna actividades directas a los operadores de los equipos para que todo marche bien en el área de producción.

CONTROL DE CALIDAD

Esta es el área que permite verificar, analizando el producto terminado, cumpliendo con las expectativas específicas, de acuerdo con las Normas de control de calidad de productos alimentarios.

CAPITULO II

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 HARINA DE TRIGO

Por definición se entiende como harina de trigo, al producto que se obtiene por los procesos de molturación y tamizado de granos de trigo, suaves, duros o la combinación de ambos. Los granos de trigo deben ser sanos, limpios, enteros o quebrados, sin cascara, adicionando o no aditivos permitidos. La harina de trigo requiere cocción para su consumo. (OLMO, 2015)



FIGURA 2.1 HARINA DE TRIGO

La fuerza de la harina depende estrechamente de su contenido en proteína. Las harinas con un elevado contenido en proteínas requieren tiempos de fermentación que las harinas de contenido proteico más bajo. Un defecto en la calidad de la harina o un fallo en el tiempo de fermentación conllevarán la aparición de diversas anomalías tanto en la masa como en producto ya elaborado.

Para evaluar la calidad de las harinas se utilizan pruebas físico-químicas, reológicas y de panificación.

Las pruebas físico-químicas permiten predecir el comportamiento de la harina en determinada etapa del procesamiento siendo las principales como son humedad, proteínas y cenizas. Las pruebas reológicas dan información sobre el comportamiento de la masa de harina de trigo durante el mezclado, fermentado de la masa, moldeado y cocido en el proceso de elaboración de los productos. La prueba final es la elaboración de productos, a los cuales se les evalúa por su volumen y sus características sensoriales como son color, olor y textura. (FAO, 2007)

A continuación se presentan los componentes de la harina de trigo:

NUTRIENTES	INTEGRAL	REFINADA
Agua	10.27 g	11.92 g
Energía	339 Kcal	364 Kcal
Grasa	1.87 g	0.98 g
Proteína	13.70 g	15.40 g
Hidratos de carbono	72.57 g	73.31 g
Fibra	12.2 g	2.7 g
Potasio	405 mg	107 mg
Fósforo	346 mg	108 mg
Hierro	3.88 mg	4.64 mg
Sodio	5 mg	2 mg
Magnesio	138 mg	22 mg
Calcio	34 mg	15 mg
Cobre	0.38 mg	0.14 mg
Zinc	2.93 mg	0.70 mg
Manganeso	3.79 mcg	0.682 mcg
Vitamina B1 (tiamina)	0.4 mg	0.1 mg
Vitamina B2 (riboflavina)	0.215 mg	0.04 mg
Vitamina B3 (niacina)	6.365 mg	----
Vitamina B6 (piridoxina)	0.341 mg	0.2 mg
Vitamina E	1230 mg	0.060 mg
Ácido fólico	44 mcg	----

CUADRO 2.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA HARINA DE TRIGO

Fuente: Anónimo 3, 2011.

2.2 TIPOS DE HARINA

Existen diferentes tipos de trigo como son suaves y duros, los primeros tienen el endospermo de color blanco y tienen bajo contenido de proteínas, mientras que el trigo duro tiene el endospermo vítreo y con alto contenido de proteínas. Estas características definen la propiedad de cada harina elaborada. (González, 2000)

- ✓ **Harinas suaves:** son elaboradas a partir de porciones iguales de trigos suaves y duros.
- ✓ **Harina estándar:** se obtiene a partir de proporciones mayores de trigo duro (alrededor de 60 a 70%).
- ✓ **Harina fuerte:** se elabora a partir de proporciones aún mayores de trigo duro que la harina estándar y un bajo contenido de trigo suave.
- ✓ **Harina extrafuerte:** se obtiene a partir de la combinación de trigos duros, empleándose un bajo porcentaje de trigo duro de alta proteína.

2.3 AMARANTO

Las semillas de amaranto (figura 2.3.1) poseen una elevada cantidad de proteínas, además de ser ricas en metionina y lisina, aminoácidos esenciales. Las grasas que contiene son insaturadas, es decir 'buenas', lo que junto a su contenido de la coenzima (HMG-CoA) con actividad biológica con efecto hipocolesterolemizante en humanos esto lo convierte en un alimento contribuyente a reducir el nivel de colesterol sanguíneo. Igualmente destacables sus muy altos niveles de calcio (que interviene en la formación de huesos y dientes), de hierro (que desempeña numerosas e importantes funciones en el organismo), así como de zinc (mineral que participa en el metabolismo de los hidratos de carbono, las grasas y las proteínas, e incluso previene la impotencia masculina). (Botanical-Online SL, 1999-2015)



FIG. 2.3.1 AMARANTO

El amaranto se consume en la actualidad como un cereal más, aún que cabe señalar que en realidad es un pseudocereal se usa en la elaboración como aceite vegetal, como hortaliza (hojas), como bebida alcohólica fermentada, su elaboración como harina se emplea en productos horneados, para palomitas de

amaranto en lugar del tradicional maíz, para la elaboración de tortillas, se usa en cosmética, colorantes y para fabricar plásticos biodegradables.

Los principales productores nacionales de amaranto son Puebla es el mayor productor con el 51% de la producción total nacional, le sigue Morelos, Tlaxcala, el Distrito Federal, el Estado de México y Guanajuato con el 22, 18, 9,6 y 2 % respectivamente.. (Prada, 2013)

El amaranto es un bello cultivo, de hojas brillantemente coloreadas y flores violetas, anaranjadas, rojas y doradas. Las panojas, algunas de hasta 50 cm. de largo, parecen a las del sorgo. Las semillas, aunque apenas más grandes que una semilla de mostaza (0.9 - 1.7 mm de diámetro), se producen en cantidades masivas

2.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA

Las composiciones del amaranto cambian dependiendo de la variedad del grano, de las condiciones de crecimiento, así como del estado en que se encuentra.

El porcentaje de humedad, proteína, grasa, carbohidratos y cenizas, es menor en el grano fresco y cosechado antes de tiempo, debido a que no se desarrolló completamente, afectando su composición.

Composición química de la semilla de Amaranto (por 100 g de parte comestible y en base seca)	
Característica	Contenido
Proteína (g)	12 – 19
Carbohidratos (g)	71,8
Lípidos (g)	6,1 - 8,1
Fibra (g)	3,5 - 5,0
Cenizas (g)	3,0 - 3,3
Energía (kcal)	391
Calcio (mg)	130 – 164
Fósforo (mg)	530
Potasio (mg)	800

Vitamina C (mg)	1,5
-----------------	-----

CUADRO 2.4.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AMARANTO. (FAO, 1997)

2.5 CONTENIDO Y COMPOSICIÓN

Las semillas de amaranto contienen una amplia variedad de principios nutritivos de alto valor biológico.

2.6 GRASAS DEL AMARANTO

El amaranto también tiene un alto contenido de lípidos al compararlo con otros cereales. Entre los ácidos grasos que contiene el amaranto destaca el ácido linoleico (18:2), también conocido como omega-6 y el ácido linolénico (18:3), el cual se encuentra presente en una proporción pequeña. Aparte de los ácidos grasos esenciales referidos, el amaranto también contiene una gran cantidad de escualeno; el escualeno es un importante intermediario en la síntesis de esteroides en el cuerpo humano.

Ácido graso predominante	Linolénico
Ácidos grasos secundarios	Oleico y palmítico
Relación saturados: insaturados	0.26 - 0.31
Similitud nutricional	Aceite de maíz/arroz
Escualeno	5.0 - 7.0% (del aceite)
Tocoferoles (vitamina E) Tocotrienoles	Efecto hipocolesterolémico (HMG-CoA) reductasa actividad antioxidante

Cuadro 2.6.1 grasas del amaranto

2.7 PROTEÍNAS DEL AMARANTO

La semilla del amaranto con un contenido de proteína cercano al 16%, la semilla de amaranto se compara favorablemente en contenido proteico con los cereales convencionales como el trigo (12 - 14 %), arroz (7 - 10 %) o el maíz (9 - 10 %).

A continuación se muestran los resultados del análisis proximal entre el grano de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) y los cereales más comunes:

Análisis	Amaranto	Maíz	Arroz	Trigo
Humedad	11.1	13.8	11.7	12.5
Proteína cruda*	17.9	10.3	8.5	14.0
Hidratos de carbono	57.0	67.7	75.4	66.9
Aceites / Grasas	7.7	4.5	2.1	2.1
Fibra	2.2	2.3	0.9	2.6
Cenizas	4.1	1.4	1.4	1.9

* = amaranto (N x 5.85), maíz y arroz (N x 6.25) y trigo (N x 5.7)

CUADRO 2.7.1 ANALISIS BROMATOLÓGICO DEL GRANO DE AMARANTO.

2.7.1 PROTEÍNA DE AMARANTO / ASPECTO CUALITATIVO

El amaranto cuenta con una proteína de excelente calidad, ya que es la única entre los vegetales de su tipo que contiene todos los aminoácidos esenciales (aquellos que el organismo no puede producir), como son la leucina, lisina, valina, metionina, fenilalanina, treonina e isoleucina. Estos aminoácidos, básicos para la buena salud del organismo, se encuentran en mayor proporción en la proteína del amaranto que en la de muchos otros cereales como el trigo, arroz, maíz, avena, etc. De hecho, casi todos los cereales tienen una deficiencia del aminoácido esencial lisina y por lo tanto se constituye en el aminoácido limitante para muchas de las proteínas de origen vegetal. El amaranto, en cambio, contiene el doble de lisina que la proteína del trigo, el triple que la del maíz y es equiparable en contenido a la proteína de la leche de vaca, la cual se considera el “gold standard” de excelencia nutricional. El amaranto es, por lo tanto, un complemento nutricional óptimo y “balanceado” en comparación con los cereales convencionales.

La FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS) han establecido estándares cuantitativos para evaluar el puntaje químico de un alimento en base a la cantidad y calidad de los aminoácidos presentes. Basándose en estos patrones el amaranto obtiene una elevada calificación por lo que es considerado como un alimento de alto valor para la alimentación del ser humano.

Aminoácido Esencial	<i>A. hypochondriacus</i>	Patrón FAO/OMS
Isoleucina	250	250
Leucina*	388	440
Lisina	401	340
Metionina*	131	220
Fenilalanina	328	380
Treonina*	268	250
Triptófano	84	60
Valina	304	310

* = Reportados como limitantes

CUADRO 2.7.1.1 AMINOACIDOS DEL GRANO DE AMARANTO.

2.8 VITAMINAS Y MINERALES DEL AMARANTO

Entre los minerales que se encuentran en el amaranto están calcio, fósforo, hierro y zinc, que son los que tienen mayor importancia nutricional. En los cuatro casos mencionados el amaranto contiene cantidades superiores a los cereales tradicionales e incluso se encuentran en una proporción mayor que en la leche materna; calcio 162mg/100g, fósforo 455mg/100g y hierro 10mg/100g.

En cuanto a vitaminas el amaranto contiene riboflavina, niacina, ácidos ascórbico y fólico, tiamina, biotina y b-caroteno, todas ellas básicas en una buena alimentación. En general la carencia de vitaminas siempre conlleva la presencia de alguna enfermedad, y la presencia de amaranto en la dieta puede prevenir la aparición de estas enfermedades por deficiencia vitamínica. El amaranto consumido como único alimento (aunque la mono dieta nunca es recomendable), puede proveer gran parte de la ingesta diaria recomendada de los micronutrientes principales, recordando que en los niños y en las mujeres embarazadas y amamantando aumenta la demanda de micronutrientes.

Mineral	Amaranto	Maíz	Arroz	Trigo
Fósforo	600	-	-	-
Potasio	563	284	214	370

Calcio	303	158	32	58
Magnesio	344	147	106	160
Hierro	5.3	2.3	1.4	0.9

CUADRO 2.8.1 VITAMINAS DEL AMARANTO.

Por todas estas razones el amaranto es considerado como una excelente fuente nutricional.

Last Updated (Monday, 07 April 2008 14:01)

2.9 CARBOHIDRATOS DEL AMARANTO

El contenido de carbohidratos del amaranto con respecto a otros cereales es de 63g/100g, situándose como el que menor contenido de azúcares tiene; entre los carbohidratos de importancia que contiene están la sacarosa, rafinosa, estaquiosa, maltosa e inositol, los dos últimos contenidos en baja proporción.

Entre los hidratos de carbono o carbohidratos se encuentra el almidón y en el caso del amaranto éste último tiene una característica molecular muy peculiar: en términos de tamaño de partícula es la molécula de almidón más fina que se haya encontrado hasta el momento en la naturaleza. Esta particularidad podría tener diversas aplicaciones en la industria de alimentos y en otras aplicaciones tecnológicas como materia prima de primera calidad. Por sus extraordinarias características se utiliza para la fabricación de “geles”, repostería fina, e incluso tiene aplicaciones en la industria en general.

2.10 HARINA DE AMARANTO

Contiene naturalmente ácidos grasos Omega 6, un tipo de grasa poliinsaturada, considerados esenciales porque el cuerpo no puede producirlos, y por lo tanto, deben incorporarse a través de los alimentos. Tiene alto contenido de proteínas (100 g aportan más del 20% de la ingesta diaria recomendada) y de fibras (100 g aportan 11 g de fibra alimentaria). Posee bajo contenido de ácidos grasos saturados (menos de 1,5 g por cada 100 g de producto) y de sodio. Al igual que todos los productos de origen vegetal NO CONTIENE COLESTEROL.

INFORMACION NUTRICIONAL		
Porción 50 g (1/2 taza)		
	Porción	% VD(*)
Valor Energético	164 Kcal = 686 KJ	8
Carbohidratos	28 g.	9
Proteínas	7 g.	10
Grasas totales, de las cuales:	2,7 g.	3
Grasas saturadas	0,7 g.	-
Grasas trans	0 g.	-
Grasas monoinsaturadas	0,8 g.	-
Grasas poliinsaturadas	1,2 g.	-
Omega 6	1,2 g.	-
Colesterol	0 mg.	0
Fibra dietaria	5 g.	22
Sodio	25 mg.	1
Potasio	109 mg.	-

(*) % Valores Diarios con base a una dieta de 2.000 kcal u 8.400 kJ. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas.

CUADRO 2.10.1 INFORMACIÓN NUTRIMENTAL DE LA HARINA DE AMARANTO.

2.11 TORTILLAS

Se llama tortilla de harina de trigo, al producto sometido a cocción elaborado con harina de trigo, grasa o aceite comestible, leudante, sal comestible y aditivos para alimentos (Reglamento de control sanitario y servicios, 2006; ver <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rcspps..Html>.)

2.12 TORTILLAS DE HARINA DE TRIGO

La tortilla de harina es una capa simple de pan ácimo (sin levadura) comestible enrollada y que se rellena de vegetales y carne. Es consumida diariamente por los habitantes rurales y urbanos del norte de México (Peña, 1998).

La industria tortillera crece más rápidamente que la industria panadera. En los Estados Unidos, las ventas anuales de tortillas exceden las ventas de otras elaboradas artesanalmente y las de pan. El aumento de consumidores es debido a la calidad de la tortilla ligada altamente a su textura (Akdogan et al.,2005).



FIGURA 2.12.1 TORTILLAS DE HARINA DE TRIGO

2.13 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las tortillas de harina de buena calidad deben ser suaves, opacas, flexibles, sin crujir cuando se doblan, con color claro, con una vida de anaquel larga y estable (más de 2 semanas), atributos importantes en el mercado, para cumplir con estos son importantes el tipo de harina de trigo, contenido y calidad de proteínas (Waniska et al., 2004; Peña, 1998).

Los parámetros importantes en la calidad de la tortilla son contenido de humedad, opacidad, diámetro y estabilidad de almacenamiento y son afectadas por las propiedades de la harina (Waniska et al., 2004).



FIGURA 2.13.1 CARACTERÍSTICAS TORTILLA DE HARINA DE TRIGO

2.14 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Cumplirá con las siguientes características organolépticas:

Apariencia: homogénea y estable, libre de aglomeraciones y grumos, a su apariencia general.

Olor: a harina de trigo, característicos de este.

Sabor: libre de sabores extraños.

Color: claro.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Una tortilla de buena calidad debe presentar las sig. Características:

Humedad	28 %
Cenizas	1.49 %
Proteína	8.98 %
Grasa	1.5 %
Fibra cruda	0.39%

CUADRO 2.14.1 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS

	100 gr.
Calorías	237 kcal
Grasas	0.95 g
Grasas saturadas	0.296 g
Grasas poliinsaturadas	0.391 g
Grasas monoinsaturadas	0.185 g
Proteínas	7.28 g
Carbohidratos	49.94 g
Azúcar	2.75 g
Fibra	2.4 g
Colesterol	-- mg
Minerales	
Calcio	70 mg
Hierro	3.81 mg
Sodio	482 mg
Potasio	105 mg
Magnesio	19 mg
Fósforo	
Zinc	
Vitaminas	
Vitamina A	-- IU
Vitamina C	0 mg
Vitamina D	-- µg
Vitamina B6	0.06 mg
Vitamina B sub 12	-- µg
Folato (ácido fólico)	98 µg
Beta Caroteno	
Agua	
Cafeína	

* Según la base de datos de nutrientes de USDA.

CUADRO 2.14.2 CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA TORTILLA DE HARINA DE TRIGO

CAPITULO III

3. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1 ADAPTACIÓN AL AMBIENTE LABORAL Y CONOCIMIENTOS GENERALES, POLÍTICAS DE LA EMPRESA Y REVISIÓN DEL PLAN DE TRABAJO.

la fase inicial del proyecto consistió primeramente en conocer de manera general los diversos procesos implicados en la obtención de productos terminados (tortillas de harina de trigo, tostadas y chicarrones), así como las principales maquinarias del proceso para su elaboración.

Durante la evolución de la empresa la producción se ha incrementado notablemente desde su manejo de personal hasta la actualización de los equipos que les permite tener una mayor satisfacción a los clientes y la realización de diversos productos.

3.2 LA EMPRESA COMERCIALIZADORA LA TRIGUEÑA S.A.DE.C.V CUENTA CON LAS SIGUIENTES ÁREAS:

RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

Se encarga de la recepción de harinas, tanto de trigo como de maíz que se utilizan para obtener los diferentes productos que esta empresa elabora para su comercialización, así mismos se decepcionan grasas, sal, colorante, conservador, entre otros.

Imagen recepción de materia prima

ÁREA DE PRODUCCIÓN

Limpieza de equipos y elaboración de productos

La función principal de esta área es la de llevar a cabo el proceso de producción de tortillas, tostadas y chicharrones a través de las diferentes maquinarias que intervienen a lo largo de su transformación. Dicho proceso comienza en la de los equipos, después se procede al amasado de las diferentes materias utilizadas en la elaboración de los productos.

La cocción es la etapa en la cual la masa es transformada en tortillas o tostadas según sea el caso, mediante la utilización de prensa caliente, donde los testales son prensados para darle la forma redonda que es lo que caracteriza a las tortillas

y tostadas, con etapas simultaneas de enfriamiento. Así se logra obtener los diferentes productos.

ÁREA DE EMPAQUE Y ALMACÉN DE PRODUCTOS

En esta área se encarga de envasar, estibas, cargar los productos, lo anterior se realiza de manera manual, utilizando bolsas de polietileno en tres presentaciones como son, 10,15 y 20 piezas.

Las estibas pueden almacenarse en el almacén, o bien cargarlos a unidad, con un previo análisis del producto.

3.3 PROCESO QUE FORMAN PARTE DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN.

Primeramente el área de producción se divide en dos que son:

- Área de tostadas
- Área de tortillas

La que se describirá en este trabajo es el área de tortillas, porque es el área estudiada.

En el área de tortillas el proceso consiste primeramente en el pesado correcto de todos los ingredientes involucrados en la elaboración de las tortillas, seguido del mezclado de los mismos, cabe mencionar que primero se adicionan los polvos y al último se adiciona el agua, para obtener una mezcla homogénea ya con la adición del agua al procedimiento ya no es un mezclado es un amasado de los ingredientes, obteniendo así la masa para elaborar las tortillas, como paso siguiente es transportarlo a la boleadora el cual pesa los testales y los corta, el tamaño de estos depende de la tortilla que se esté elaborando en ese instante ya que se elaboran tortillas de diferentes tamaños, como son, burritos, extra grandes, chicas, grandes, entre otras.

En seguida se tiene la transportación de los testales a una cámara de reposo, en el cual el gluten de la masa se relaja, mediante el uso de vapor de agua, esto ayudara a tener una mejor tortilla, haciendo uso de cintas transportadoras es llevado a las planchas metálicas las cuales le darán la forma de tortillas están a una temperatura controlada, seguido de esto se pasa al horno donde se llevara a cabo el cocimiento de las mismas, dentro de los hornos hay bandas transportadoras que mantienen en constante movimiento a las tortillas, la temperatura y tiempo de cocimiento son factores claves en la elaboración de las tortillas, posteriormente se pasa al área de enfriamiento, para que estos puedan ser empacados, en el área de empacados hay personal capacitado para contar y acomodar las tortillas en el empaque, las tortillas deben de ser empaquetados en la bolsa correspondiente, ya en el área de sellado se coloca la fecha de caducidad el

número de lote para tener un control, por si se llegara a presentar algún problema y tomar acciones correctivas, cuando el proceso ha concluido se hace entrega de producto terminado a almacén el cual se encargara de distribuir con los vendedores los productos.

PRINCIPALES MAQUINARIAS UTILIZADAS EN LA ELABORACIÓN DE TORTILLAS:

- ✓ Revolvedora: Se prepara la masa, mezclando agua, harina y manteca.
- ✓ Cortadora: Cortar la masa en porciones del mismo tamaño.
- ✓ Boleadora: Dar forma esférica a cada porción de masa.
- ✓ Fermentador de masas: Dejar en reposo las bolitas de masa (textales).
- ✓ Máquina tortilladora [Prensa + Chasis + Enfriador]: Colocar los textales en el cabezal de teflón para prensar la tortilla, cocerla y enfriarla.

3.4 INNOVACIÓN DE TECNOLOGÍA A BASE DE HARINA DE TRIGO CON HARINA DE AMARANTO INTEGRAL.

Debido a sus propiedades y porcentaje de proteínas se decidió mezclar la harina de trigo y harina de amaranto, todo de acuerdo a las Nom's que rigen la elaboración de productos alimenticios.

Se realizó tres tipos de mezclas con diferentes porcentajes de las dos harinas para ver su variación organoléptica así como su variación nutricional, las proporciones utilizadas fueron:

- ✓ 80% de harina de trigo y 20% de harina de amaranto integral.
- ✓ 85% de harina de trigo y 15% de harina de amaranto integral.
- ✓ 90% de harina de trigo y 10% de harina de amaranto integral.

La harina de trigo utilizada fue una harina ya elaborada para hacer tortillas de harina de trigo que fue la marca selecta, que es una harina bajo normas de control de calidad en cuanto a porcentajes de grasa, sal, y todos los ingredientes que componen a una tortilla, se utilizó esta harina con la finalidad de facilitar el proceso de elaboración de las tortillas ya que no se necesita agregar más que el agua y

pasar directamente al amasado además de que brinda la seguridad de que se obtendrá un producto de calidad alimentarias.



FIGURA 3.4.1 HARINA DE TRIGO UTILIZADA.

Mientras que la harina de amaranto integral fue de la marca serina que ofrece una harina integral de amaranto, es decir, el aprovechamiento total del grano, ofreciendo así una harina altamente nutritiva.



FIGURA 3.4.2 HARINA DE AMARANTO UTILIZADA

Se le adiciono conservador al 0.1 % que es el límite permitido por la asociación mexicana de industrias alimentarias y lo establecido por las Nom´s mexicanas de productos alimentarios.

3.5 FORMULACIÓN DE LAS TORTILLAS DE HARINA DE TRIGO CON AMARANTO

INGREDIENTES	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Harina de trigo	76.53%	82.28%	87.29%
Harina de amaranto integral	20%	15%	10%
Grasa vegetal	0.16%	0.155%	0.15%
sal	0.6%	0.6%	0.6%
agua	1.9%	1.9%	1.9%
conservador	0.06%	0.06%	0.06%

3.6 ANÁLISIS DEL PRODUCTO:

Se trabajaron con varios lotes de harina para la elaboración de la tortilla de harina, en la que la variable era la concentración de amaranto en cada una de ellas. Posteriormente cuando se encontró el mejor lote, y tomando los criterios sensoriales, reologicos y calidad de la masa se decidió el lote más idóneo para la elaboración de las tortillas con amaranto

Pruebas realizadas:

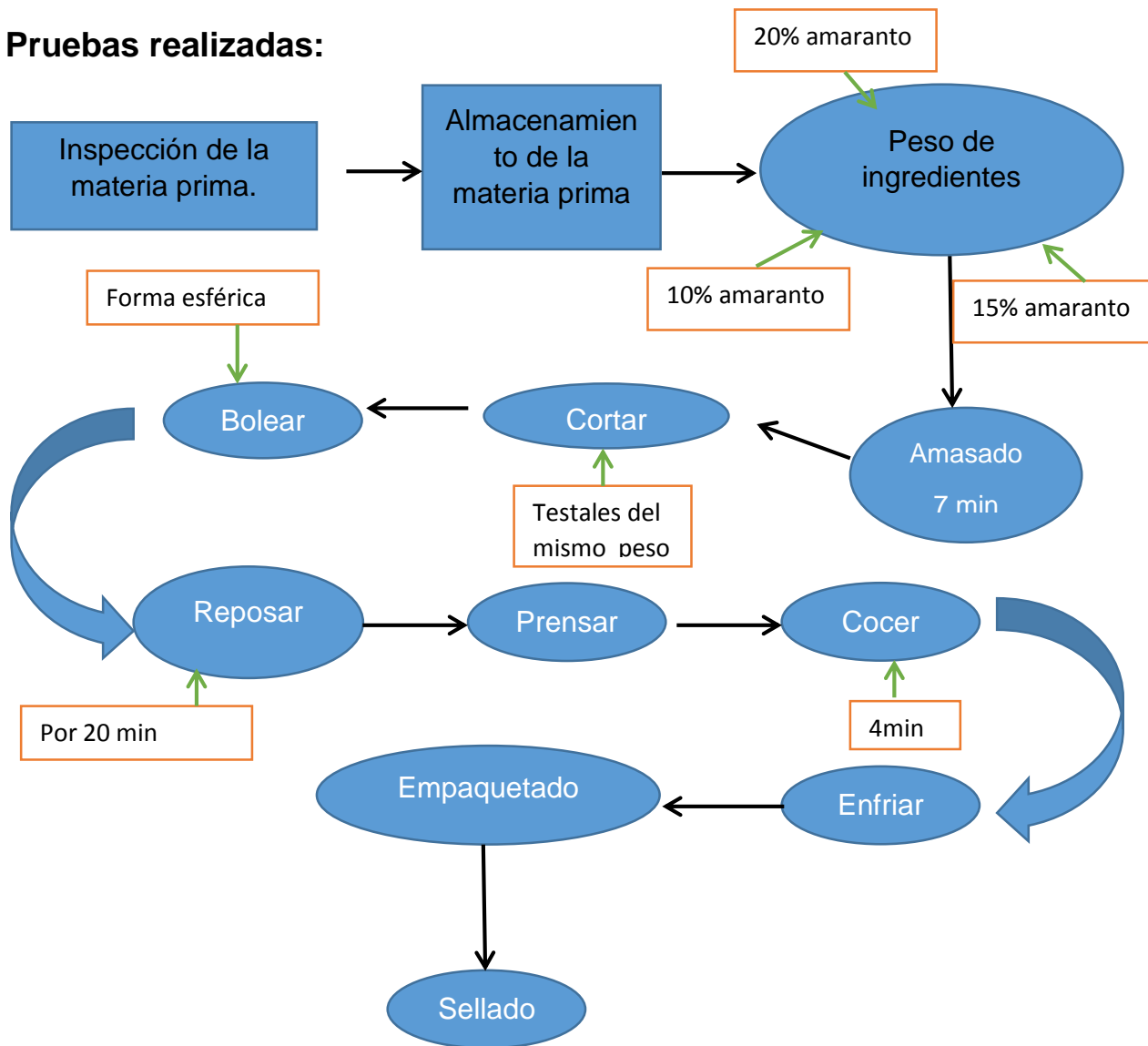


DIAGRAMA 3.6.1 PROCESO DE ELABORACIÓN DE TORTILLAS DE HARINA DE TRIGO

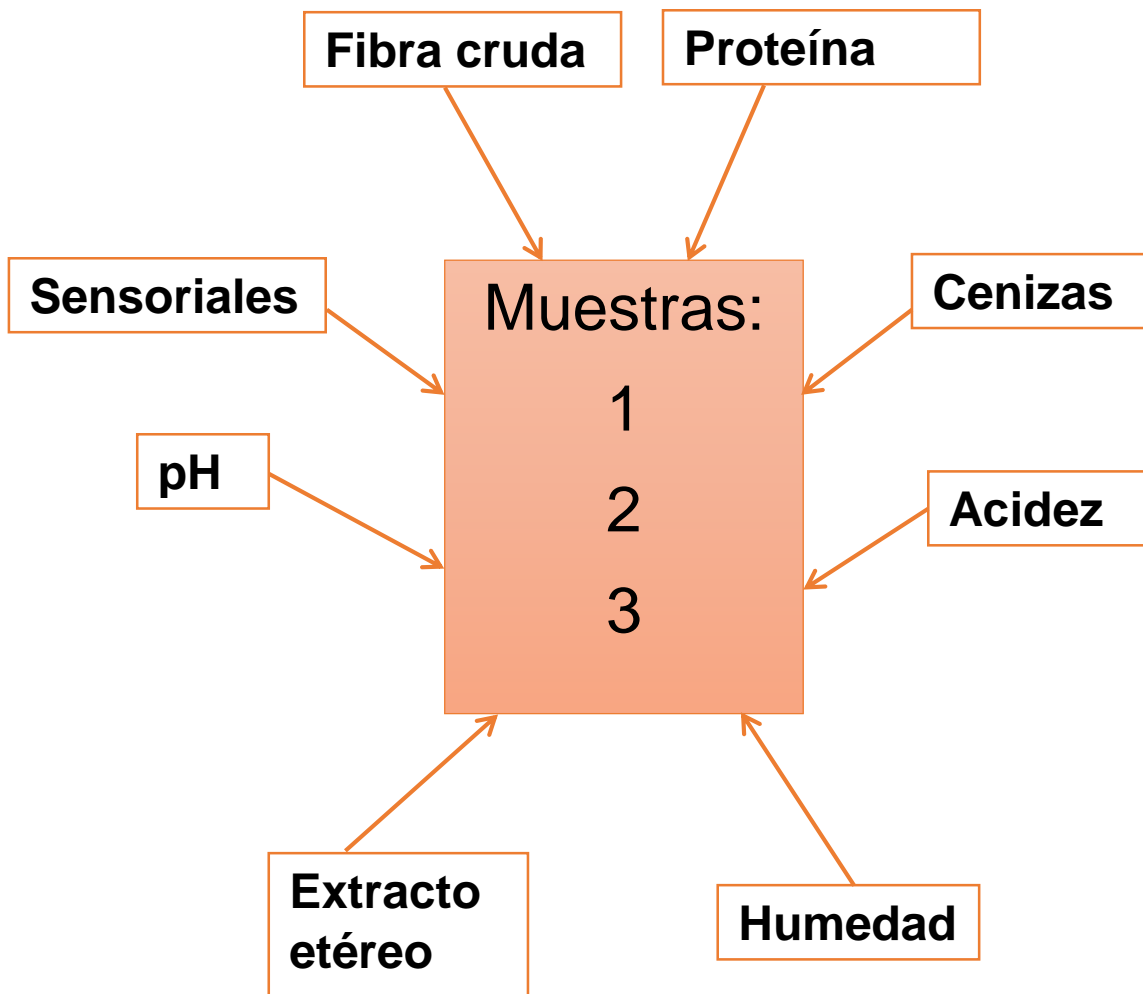


DIAGRAMA 3.6.2 ANÁLISIS REALIZADOS A LAS MUESTRAS.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

❖ Análisis de pruebas organolépticas de la tortilla de harina de trigo con amaranto.

Muestra	Color	Olor	Sabor
1: tortilla con 20% de harina integral de amaranto.	Café	Característicos de la tortilla de harina de trigo con olor a amaranto.	Tiene un sabor no muy agradable al paladar dejando un sabor amargoso.
2: tortilla con 15% de harina integral de amaranto.	Café claro	Olor: característicos de la tortilla de harina de trigo con olor a amaranto.	Un tanto agradable al paladar con ligero sabor amargoso.
3: tortilla con 10% de harina integral de amaranto.	Beige	Olor: característicos de la tortilla de harina de trigo con olor a amaranto.	Sabor: sabor agradable al paladar.

Cuadro 4.1 evaluación sensorial.

La evaluación organoléptica demuestra que en cuanto a sabor, color y olor la muestra tres es la más aceptada por los consumidores, demostrando así que esta muestra es la óptima para la elaboración de la nueva tecnología desarrollada.

❖ Resultado de los análisis bromatológicos:

	Estándar NOM-187- SSA1/SCFI -2002	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Humedad (%)	28	27.5	27	28%
pH	4.00	4.006	4.001	4.000
Acidez(g/L)	0.70	0.70	0.67	0.66
Cenizas (%)	1.49	1.995%	1.873%	1.735%
Proteínas (%)	8.98	11.491%	11.365%	10.773%
Extracto etéreo (%)	1.5	1.91%	1.66%	1.60%
Fibra cruda (%)	0.39	13.342%	10.871%	6.624%

Cuadro 4.2 resultados de los análisis bromatológicos.

En el cuadro anterior se observa que no existe una variación significativa en cuanto a humedad entre la muestra estándar y las muestras evaluadas.

De acuerdo al valor estándar de pH este se mantiene en el rango presentando una insignificante variación en la lectura del potenciómetro, en cuanto a acidez varía en las tres muestras, pero permanecen dentro del valor estandarizado.

Las muestras de tortillas que se evaluaron presentaron diferencias entre los últimos cuatro análisis realizados superando al estándar. Entre las 3 muestras se observa una variación en cuanto al contenido de cenizas. Esto se debe que al aumentar la concentración de harina de amaranto aumenta el contenido de cenizas.

El contenido de las proteínas en las muestras evaluadas se presenta una gran diferencia, el estándar presenta una menor cantidad de proteínas, mientras que en las 3 muestras el contenido de proteínas va en aumento según se agregue harina de amaranto. Esto se debe a que la harina de amaranto tiene un alto contenido de proteína.

En el análisis de extracto etéreo en comparación con el testigo y las tres muestras se presenta diferencias, aunque cabe señalar que no se aleja demasiado del rango estandarizado.

En fibra cruda se presenta una menor cantidad en el estándar, mientras que en las muestras esta va en aumento de acuerdo a la concentración de harina de amaranto integral.

De acuerdo a los resultados de los análisis bromatológicos de las tortillas de harina de trigo con amaranto, a mayor cantidad de harina de amaranto que se agregue se incrementa los parámetros analizado, otros se mantienen cercano al valor estandarizado.

4.1 DISCUSIÓN:

Tras haber analizado los resultados de las pruebas bromatológicas realizadas a las distintas formulaciones propuestas se optó por la elaboración de la tortilla a base de harina de trigo con el 10% de amaranto, porque sus aspectos reológicos y evaluación sensorial fueron de mejor aceptación para su elaboración. El porcentaje de proteínas y de fibra eran altos en las otras dos propuestas, lo cual era bueno en cuanto a valor nutricional, sin embargo producían un sabor desagradable dejando un mal sabor al paladar de los consumidores. Además, los resultados obtenidos en la propuesta 3 están apegados a los estándares de las normas de control de calidad de productos alimentarios. A continuación se presentan los valores nutricionales de la muestra elegida.

4.3 TABLA NUTRIMENTAL MUESTRA 3:

Información nutrimental		
	100g	1 porción(197g)
Energía (kcal)	262.014	516.167
Proteínas (g)	10.773	21.222
Grasa total (g)	1.49	2.935
Fibra (g)	6.624	13.049
Hidratos de carbono		
Disponibles (g)	51.378	101.214
Colesterol (g)	0	0

En la tabla podemos apreciar el aporte proteico que la formulación propuesta como la óptima para la elaboración de la nueva tecnología que será benéfica a la salud de los consumidores.

4.3 CONCLUSIONES

Podemos concluir que la variación de la concentración del amaranto en la formulación hace que varíe notablemente su composición química principalmente en su contenido de fibra, proteínas, cenizas y un ligero aumento en contenido de grasas ya que la harina de amaranto utilizada es una harina integral.

Se dio a probar las diferentes formulaciones aun grupo de trabajadores de la empresa, para tomar la decisión de cual formulación era la adecuada, la que tuvo más aceptación fue la muestra 1 (10% de amaranto) en cuanto color, olor y sabor.

Es una forma de introducir tortillas de harina a los consumidores con un mejor valor nutrimental.

4.4 RECOMENDACIONES

- Probar métodos con aditivos y saborizantes para cambiar el color y olor de la harina para que al mezclarse con otro producto este sea aceptado por el consumidor.
- Desarrollar nuevas técnicas de concentraciones elevadas de harina de amaranto para fortificar la tortilla de harina de trigo u otros productos con el propósito de combatir la desnutrición.
- Manejar una harina de amaranto integral con un tamaño de partícula mayor, para su mejor manejo durante el proceso y obtener mejores resultados.

4.5 REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Fellows, P. Tecnología del Procesado de los Alimentos: Principios y Prácticas. 1 a. Edición, Editorial Acriba. Zaragoza. 1994.
- Diccionario de especialidades para la Industria Alimentaria. 5A. Edición 1995 Ediciones de PLM.
- Horwitz William “Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists” 13ª Edición Wisconsin (1980). Torres Felipe, “La industria de la masa y la tortilla”, UNAM, México (1997).
- Astiasarán J., “alimentos composición y Propiedades”, Mc Graw Hill interamericana 1ª Edición, España (1999).
- Técnicas para el análisis fisicoquímico de alimentación de la Dirección General de Investigación en Salud Pública y Dirección de Control de Alimentos y Bebidas de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.
- NOM-187-SSA1/SCFI-2002, Productos y servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Información comercial. Métodos de prueba.
- NMX-F-007-1982. Alimento para humanos. Harina de trigo. Foods for Humans. Wheat flour. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- NMX-F-066-S. Alimentos para humanos. Determinación de cenizas. (Determinación de Cenizas en alimentos).
- NMX-F-068-S. Alimentos para humanos. Determinación de proteínas. (Alimentos. Determinación de proteínas).
- NMX-F-083. Alimentos para humanos. Determinación de humedad. (Determinación de Humedad en productos alimenticios).
- NMX-F-090-S. Alimentos para humanos. Determinación de fibra cruda. (Determinación de Fibra cruda en alimentos).
- Técnicas para el análisis fisicoquímico de alimentos. Dirección General de Investigación en Salud Pública. Secretaria de Salubridad y Asistencia 1976.

- <http://www.nutricion.pro/alimentos/beneficios-de-granos-integrales-linaza-chia-amaranto-y-quinoa/>
- <http://nutricionconsultores.blogspot.com.ar/2011/07/quinoa-amaranto-y-chia-las-tres.html>
- <http://vivirsano.over-blog.com/article-semillas-quinoa-amaranto-y-chia-101064738.html>
- <http://www.amaranto.cl/noticia/historia-del-amaranto.html>

ANEXO I

- ✓ **Análisis de propiedades sensoriales de la tortilla de harina de trigo con amaranto.**

Preparación de la muestra:

Colocar una tortilla en un recipiente y conservarlo perfectamente cerrado a temperatura ambiente.

Color

Procedimiento.

Observar en una superficie oscura y bajo una fuente de luz natural incidiendo a 90°, el color de la tortilla.

Olor:

Procedimiento:

Colocar una porción de la tortilla en la palma de la mano, frotarla suavemente sobre y percibir el olor característico de la tortilla con amaranto no debe presentar ningún olor extraño

Sabor:

Procedimiento:

Deberá idénticas un sabor a trigo con un toque de amaranto característico del producto, sin sabor extraño o desagradable.

- ✓ **Determinación de humedad (método de la termobalanza):**

Procedimiento:

Colocar un gramo de muestra en el platillo de la balanza, se lee directamente el % de humedad de la muestra en la escala de la balanza.

- ✓ **Determinación del pH:**

Procedimiento:

Pesar 10 g de muestra y se agita con 100 ml de agua destilada (hervir durante 5 min y tapado el recipiente se enfría a 25 °C) hasta obtener una suspensión homogénea.

Mantener en maceración durante 30 min, agitando cada 10 min de reposo, decantar el líquido y utilizarlo para determinar el pH, con el potenciómetro.

✓ **Determinación del acidez:**

Procedimiento:

Pesar 5 g de muestra en un frasco con tapo esmerilado, adicionar 25 ml de etanol al 96⁰(neutralizado exactamente a la fenolftaleína). Agitar cada 8 horas, durante 24 horas.

Posteriormente dejar reposar 12 horas más. Entonces tomar 5ml del líquido separado y titular con NaOH al 0.1 N, utilizando fenolftaleína como indicador.

Cálculos:

$$\text{Acidez (g/l): } \frac{M \times N \times \text{meq} \times 1000}{m \times a}$$

Dónde:

M=mililitro de hidróxido de sodio empleados

N=normalidad del hidróxido de sodio.

m=peso de la muestra en gramos

a=alícuota

meq=miliequivalente del ácido predominante en gramos.

✓ **Determinación de cenizas (calcinación)(Kirk et al, 1996)**

Procedimiento:

- Poner a peso constante un crisol 2 hrs. aproximadamente en la mufla a 600°C.
- Pesar de 3 a 5 g de muestra en el crisol (la muestra no debe sobrepasar la mitad del crisol) previamente pesado.
- Calcinar la muestra, primeramente con un mechero en la campana hasta que no se desprendan humos y posteriormente meter a la mufla 2 hrs. cuidando que la temperatura no pase de 580°C. Repetir la operación anterior si es necesario, hasta conseguir unas cenizas blancas o ligeramente grises, homogéneas.
- Enfriar en desecador y pesar.

NOTA. No poner los crisoles calientes en la mesa de la mufla.

Cálculos:

$$\% \text{ de cenizas: } \frac{(a-b) \times 100}{m}$$

Dónde:

a=peso del crisol con las cenizas
b=peso del crisol vacío
m=peso de la muestra en gramos

✓ DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS “Método de micro Kjeldahl”

Procedimiento:

Pesar de 0.15g de muestra seca en papel arroz libre de nitrógeno e introducir en un matraz de Kjeldahl seco, y agregar 0.5 g de muestra catalizadora, 3 ml de ácido sulfúrico concentrado, aproximadamente 0.3 g de sulfato de potasio para elevar el punto de ebullición del ácido sulfúrico. Colocar el matraz en la parrilla de digestión, calentar al principio a baja temperatura hasta alcanzar una ebullición homogénea y después se aumenta la temperatura; girar el matraz ocasionalmente.

Si se agota el ácido y no se ha digerido totalmente la muestra, se adiciona más ácido (en frío), y se continua calentando hasta su oxidación completa. En ese momento la muestra toma un tono incoloro o azul o verde claro. Terminada la digestión, se enfría el matraz en la campana para extracción de gases. Se vacía la muestra digerida a un matraz de destilación de 500 ml y lavar el matraz micro kjeldhal con pequeñas porciones de agua destilada y vaciar las aguas de lavado al matraz de destilación. Agregar a este matraz aproximadamente 200 ml de agua destilada, 1 ml de sulfuro de sodio al 10% y lentamente adicionar 15 ml de hidróxido de sodio al 40%.

Se adapta el matraz aun sistema de destilación, a la salida del refrigerante se adapta una manguera con un tubo el cual se coloca dentro de un matraz Erlenmeyer que contiene 10 ml de solución de ácido bórico al 4% y unas gotas de indicador de rojo de metilo con azul de metileno.

El matraz de destilación se agita con movimiento circular, mezclando su contenido lentamente y se calienta (el contenido de destilación pasa de verdoso a pardo o negro). Las primeras gotas del destilado deben virar el color del indicador de violeta a verde de lo contrario se enfría y se agrega más hidróxido de sodio al 40%. La destilación se detiene hasta que unas gotas del destilado no den alcalinidad con el papel tornasol.

Se retira el matraz receptor, apagando la fuente de calor, se lava el refrigerante con agua destilada, vaciándola sobre el destilado y este se titula con una solución de ácido clorhídrico al 0.1 N.

Cálculos:

$$\% \text{ de nitrógeno: } \frac{\text{ml de HCl} \times \text{N} \times 0.014 \times 100}{M}$$

Dónde:

m=peso de la muestra en gramos
N= normalidad del ácido clorhídrico

% de proteína: % de nitrógeno x factor

✓ **Determinación de extracto etéreo:**

- 1.- Colocar en el cartucho de asbesto una cama de algodón, más otro pequeño que servirá para tapar la muestra, llevarlo a peso constante en una estufa a 100-110 °C.
- 2.- una vez el cartucho a peso constante adicionarle muestra deshidratada 1-2 g y tapar la muestra con la tapa de algodón.
- 3.- colocar el cartucho en el equipo armado en posición de reflujo.
- 4.- adicionar 150 ml de éter al matraz y encender la parrilla.
- 5.- mantener el reflujo hasta completar la extracción de grasa, aproximadamente de 4 a 5 horas dependiendo del contenido de grasa de la muestra.
- 6.- retirar el cartucho ya sin grasa y mantenerlo al aire para que se evapore todo el solvente; cuando ya no tenga olor a éter, colocarlo en la estufa hasta peso constante a 100-110 °C. Enfriar en el desecador (20-30 min) y pesar. Guardar la muestra para el análisis de fibra cruda.

Cálculos:

$$\% \text{ extracto etéreo: } \frac{(a-b) \times 100}{m}$$

Dónde:

a=peso del cartucho con la muestra desengrasada

b= peso del cartucho vacío, a peso constante

m=peso de la muestra seca en gramos

✓ **Determinación de fibra cruda:**

Se coloca en el matraz 2-3 g, libre de grasas y en base seca. A continuación se adiciona 150 ml de ácido sulfúrico al 1.25%, se conecta el matraz al condensador en posición de reflujo y se hierve durante 30 min. Dejar en reposo durante un min y después verter el contenido del matraz en un embudo Buchner provisto de placa perforada. Se le ajusta con tela de algodón, al que previamente se le paso agua caliente. Una vez filtrada la muestra se le realizan varios lavados con agua hirviendo hasta eliminar el ácido de la muestra. Se vierte la muestra de nuevo al matraz sin solución y se le adiciona 150 ml de NaOH al 3.25%. se coloca el refrigerante en posición de reflujo, se calienta durante 30 min, y se deja reposar la muestra durante 1 min.

Posteriormente, verter la muestra en el embudo Buchner provisto de papel filtro a (peso constante). Realizar lavados con agua caliente hasta eliminar el NaOH de la muestra, lavar con 50 ml de alcohol y con 50 ml de éter. Se pasa el papel filtro a una capsula de porcelana, se pone a peso constante (100°C) y por diferencia de pesos se determina el residuo en el papel filtro. Finalmente, se calcina el papel filtro para conocer el peso de la fibra.

Cálculos:

$$\% \text{ fibra cruda: } \frac{(a-b) \times 100}{M}$$

Dónde:

a=peso del residuo a peso constante, en gramos, menos el papel filtro libre de ceniza.

b=peso del crisol con el residuo calcinado en gramos

m=peso de la muestra seca más la grasa en gramos

Cálculos de las pruebas bromatológicas:

❖ Determinación de acidez titulable:

$$\text{Acidez (g/l)} = \frac{M \times N \times \text{meq} \times 1000}{m \times a}$$

Muestra 1

$$\text{Acidez (g/l)} = \frac{0.535 \times 0.1 \times 0.66 \times 1000}{10 \times 5} = 0.70 \text{ g/L}$$

Muestra 2

$$\text{Acidez (g/l)} = \frac{0.51 \times 0.1 \times 0.66 \times 1000}{10 \times 5} = 0.67 \text{ g/L}$$

Muestra 3

$$\text{Acidez (g/l)} = \frac{0.5 \times 0.1 \times 0.66 \times 1000}{10 \times 5} = 0.66 \text{ g/L}$$

❖ Determinación de cenizas:

$$\% \text{ cenizas} = \frac{(a-b) \times 100}{m}$$

Muestra 1

$$\% \text{ cenizas} = \frac{(25.5058 - 25.4649) \times 100}{2} = 1.995\%$$

Muestra 2

$$\% \text{ cenizas} = \frac{(24.5507 - 24.5133) \times 100}{2} = 1.873\%$$

Muestra 3

$$\% \text{ cenizas} = \frac{(24.5405-24.5058) \times 100}{2} = 1.735\%$$

❖ Determinación de extracto etéreo:

$$\% \text{ extracto etéreo} = \frac{(a-b) \times 100}{m}$$

Muestra 1

$$\% \text{ extracto etéreo} = \frac{(3.5548-3.5166) \times 100}{2} = 1.91\%$$

Muestra 2

$$\% \text{ extracto etéreo} = \frac{(3.4499-3.4166) \times 100}{2} = 1.66\%$$

Muestra 3

$$\% \text{ extracto etéreo} = \frac{(3.3538-3.3240) \times 100}{2} = 1.49\%$$

❖ Determinación de proteínas:

$$\% \text{ nitrógeno} = \frac{\text{ml HCl} \times N \times 0.014 \times 100}{m}$$

$$\% \text{ proteínas} = \% \text{ nitrógeno} \times 5.7$$

Muestra 1

$$\% \text{ nitrógeno} = \frac{2.16 \times 0.1 \times 0.014 \times 100}{0.15} = 2.016\%$$

$$\% \text{ proteínas} = 2.016\% \times 5.7 = 11.491\%$$

Muestra 2

$$\% \text{ nitrógeno} = \frac{2.137 \times 0.1 \times 0.014 \times 100}{m} = 1.994\%$$

$$\% \text{ proteínas} = 1.994\% \times 5.7 = 11.365\%$$

Muestra 3

$$\% \text{ nitrógeno} = \frac{2.03 \times 0.1 \times 0.014 \times 100}{0.15} = 1.89\%$$

$$\% \text{ proteínas} = 1.89\% \times 5.7 = 10.773\%$$

❖ Determinación de fibra cruda:

$$\% \text{ fibra cruda} = \frac{(a-b) \times 100}{m}$$

Muestra 1

$$\% \text{ fibra cruda} = \frac{(29.5064 - 28.9456) \times 100}{3.91} = 14.342\%$$

Muestra 2

$$\% \text{ fibra cruda} = \frac{(25.7955 - 25.3976) \times 100}{3.66} = 10.871\%$$

Muestra 3

$$\% \text{ fibra cruda} = \frac{(28.2159 - 27.9847) \times 100}{3.49} = 6.624\%$$

Conversiones de porcentajes a gramos:

✓ Proteínas:

Muestra 1

$$11.491\% \left| \begin{array}{l} 100\text{g} \\ \hline 100\% \end{array} \right| = 11.491 \text{ g}$$

Muestra 2

$$11.365\% \left| \begin{array}{l} 100\text{g} \\ \hline 100\% \end{array} \right| = 11.365 \text{ g}$$

Muestra 3

$$10.773\% \left| \begin{array}{l} 100\text{g} \\ \hline 100\% \end{array} \right| = 10.773 \text{ g}$$

✓ Fibra cruda:

Muestra 1

$$13.342\% \left| \begin{array}{l} 100\text{g} \\ \hline 100\% \end{array} \right| = 13.342 \text{ g}$$

Muestra 2

$$10.871\% \left| \begin{array}{l} 100\text{g} \\ \hline 100\% \end{array} \right| = 10.871 \text{ g}$$

Muestra 3

$$6.624\% \left| \frac{100\text{g}}{100\%} \right| = 6.624 \text{ g}$$

✓ Extracto etéreo:

Muestra 1

$$1.91\% \left| \frac{100\text{g}}{100\%} \right| = 1.91 \text{ g}$$

Muestra 2

$$1.66\% \left| \frac{100\text{g}}{100\%} \right| = 1.66 \text{ g}$$

Muestra 3

$$1.49\% \left| \frac{100\text{g}}{100\%} \right| = 1.49 \text{ g}$$

❖ Cálculos de % de carbohidratos disponibles: (solamente para la propuesta 3)

% carbohidratos = 100 - (% humedad + % proteínas + % extracto etéreo + % cenizas + % fibra cruda)

$$\% \text{ carbohidratos} = 100 - (28\% + 10.773\% + 1.49\% + 1.735\% + 6.624\%) = 51.378\%$$

❖ Cálculo de kcal:

Valor energético = (% carbohidratos + % proteínas) 4 + (% grasas) 9 = kcal

$$\text{Valor energético} = (51.378\% + 10.773\%) 4 + (1.49\%) 9 = 262.014 \text{ kcal}$$

❖ **Cálculos para la porción de 197 g:**

✓ **Extracto etéreo:**

$$100 \text{ g} \text{ ————— } 1.49 \text{ g}$$

$$X \text{ ————— } 197 \text{ g}$$

$$X = 2.935 \text{ g}$$

✓ **proteínas:**

$$100 \text{ g} \text{ ————— } 10.773 \text{ g}$$

$$X \text{ ————— } 197 \text{ g}$$

$$X = 21.222 \text{ g}$$

✓ **fibra cruda:**

$$100 \text{ g} \text{ ————— } 6.64 \text{ g}$$

$$X \text{ ————— } 197 \text{ g}$$

$$X = 13.049 \text{ g}$$

✓ **carbohidratos**

$$100 \text{ g} \text{ ————— } 51.378 \text{ g}$$

$$X \text{ ————— } 197 \text{ g}$$

$$X = 101.214 \text{ g}$$

✓ **kcal:**

100 g ————— 262.014 kcal

X ————— 197 g

X= 516.167 kcal