

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERO CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS**



**“ELABORACIÓN DE UN PAN GOURMET A BASE DE HARINA DE GARBANZO
Y TRIGO; INCORPORANDO ALBAHACA CON CUALIDADES NUTRITIVAS
MEJORADAS”**

Por:

MIRIAM BARRETO MARTINEZ

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:
INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre del 2015.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERO CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS

“ELABORACIÓN DE UN PAN GOURMET A BASE DE HARINA DE
GARBANZO Y TRIGO; INCORPORANDO ALBAHACA CON CUALIDADES
NUTRITIVAS MEJORADAS”

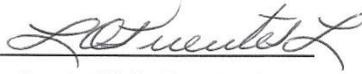
TESIS:

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito
parcial para obtener el título de:
INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Presentada por:

MIRIAM BARRETO MARTINEZ

APROBADA:



Lic. Laura Olivia Fuentes Lara
Presidente del Jurado

Dr. Adalberto Benavides Mendoza
Sinodal

Dr. Antonio F. Aguilera Carbo
Sinodal

Dr. José Duñez Alanís
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Noviembre del 2015



AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a **Dios** por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme un vida llena de aprendizajes, experiencias y felicidad.

Le doy gracias a mis padres **Eustacia Martínez Vázquez** y **Raúl Barreto Gutiérrez** por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, por haberme dado la oportunidad de tener excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanos por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar. A **Hilda** por su apoyo en todo momento y por darme la oportunidad de tener una carrera profesional. A **Elisa, Noé, Israel, Mauricio** y **Lisbeth** por el apoyo que me brindaron lo largo de mi carrera y por llenar mi vida de alegrías y amor cuando más lo necesitaba.

A todos los maestros por todo el apoyo brindado a lo largo de la carrera, por su tiempo, amistad y por los conocimientos que me transmitieron.

Gracias a **Lic. Laura Olivia Fuentes Lara**, que hizo posible este trabajo, por ese apoyo, conocimiento, orientación, su manera de trabajar, su persistencia, paciencia y su motivación; muchas gracias Maestra.

Al **Dr. Adalberto Benavides Mendoza**, por su gran apoyo y colaboración al presente trabajo.

Al **Dr. Antonio Aguilera Carbó**, por su colaboración.

Al T. A **Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel**, por todo el apoyo brindado durante el desarrollo de este trabajo en el laboratorio.

Al **Laboratorio de Nutrición Animal**, por la disponibilidad en las instalaciones y equipo.

Gracias al profesor **Marcos Gutiérrez Martínez** por su apoyo que me brindo en el tiempo que estuve en la escuela y también fuera de la misma.

A **Verónica Gayosso Aparicio**, gracias por tu compañía y amistad, gracias por compartir tú tiempo conmigo, gracias por los consejos, risas, lágrimas, por todos esos momentos de angustia y felicidad que hemos vivimos.

A mis amigas que fueron mi familia durante años, gracias **Cristal Guerra, Ma. Guadalupe Hernández, Norma Ángel, Yesenia Estrada, Maribel Rodríguez, Elizabeth Cabrera, Rosy Gaytán.**

A **Augusto Vázquez Juárez**, por ser una parte importante de mi vida, por haberme apoyado en las buenas y en las malas, por su comprensión, paciencia y amor, dándome ánimos de fuerza y valor para seguir adelante.

A todas esas personas que conocí y que fueron parte de mi vida, durante mi estancia en la universidad, a todos mis amigos **Sandra Jacobo, Robert Díaz, Porfirio Martínez, Antonio Ahumada, Viviana Rosales, Carla Campos** y todos que me faltaron por mencionar, gracias por su amistad y por confiar y creer en mí y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidare.

DEDICATORIAS

Esta tesis se la dedico a **Dios** quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. También por haberme permitido llegar hasta ese punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres **Eustacia Martínez Vázquez** y **Raúl Barreto Gutiérrez**, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por haberme dado la oportunidad de ser mi hogar durante cuatro años y medio de mi carrera profesional, es un orgullo ser buitre.

A mi hermana **Hilda** pues ella fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentó en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación, gracias a Dios por concederme la mejor hermana. Así como también a mis demás hermanos **Elisa, Noé, Israel, Mauricio** y **Liseth**, que son personas que me han ofrecido amor y la calidez de la familia la cual amo.

A todos mis maestros que me ayudaron a formarme, les dedico este logro, que si ustedes no hubiera sido posible.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación	3
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivo específicos	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Panificación.....	4
2.1.1 Pan	4
2.2 Cualidades Nutritivas.....	5
2.3. Ingredientes y sus funciones	5
2.3.1 Harinas.....	5
2.4 Levadura	9
2.4.1 Historia	9
2.4.2 Descripción	9
2.4.3 Usos	10
2.4.4 Clasificación.....	10
2.4.5 Funciones de la levadura	11
2.4.6 Factores que intervienen en la actividad de la levadura.....	11
2.4.7 Enzimas de la levadura	11
2.5 Agua.....	12
2.5.1 Funciones del agua en la panificación.....	12

2.6 Sal	13
2.6.1 Características de la sal	13
2.6.2 Funciones de la sal	13
2.7 Ingredientes enriquecedores	14
2.7.1 Azúcares	14
2.7.2 Materias Grasas.....	14
2.7.3 Leche	15
2.8 Ingredientes alternativos	16
2.8.1 Aditivos o mejoradores	16
2.9 Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L.).....	16
2.9.1 Historia	16
2.9.2 Producción	17
2.9.3 Descripción	17
2.9.4 Suelo y clima	17
2.9.5 Siembra.....	18
2.9.6 Cosecha y Pos cosecha.....	18
2.9.7Condiciones de almacenamiento	18
2.9.8 Usos	18
2.10 Garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>).	19
2.10.1 Origen.....	20
2.10.2 Características botánicas	20
2.10.3 Agronomía.....	20
2.10.4 Composición nutricional	21
2.10.5 Usos.....	22
2.11 Harina de Garbanzo	22
2.11.1 Obtención de harina	23
2.11.2 Beneficios de la harina de garbanzo.....	23
2.11.3 Composición nutricional	23
2.11.4 Usos.....	24
2.12 Pan	25
2.12.1 Historia	25

2.12.2. Definición.....	26
2.12.3. Tipos de pan	26
2.12.4 Tipos de elaboración de pan.....	27
2.12.5 Papel de la fermentación en la fabricación del pan	29
2.12.6 Agentes de la fermentación.....	29
2.12.7 Transformaciones enzimáticas y químicas	30
2.12.8 Cambios bioquímicos que ocurren durante el horneado de pan	31
2.13 Valor nutricional del pan	31
2.13.1 Proteínas.....	31
2.13.2 Vitaminas y minerales.....	31
2.12.3 Fibra	32
3. MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1 Materia Prima	33
3.2 Materiales y Equipo.....	33
3.2.1 Material y equipo para la elaboración de pan gourmet	33
3.2.2 Material y equipo para realizar el análisis proximal de los panes.	34
3.3 Reactivos	35
3.4 Metodología	35
3.4.1 Localización	35
3.4.2 Formulaciones para el pan.....	36
3.4.3 PROCEDIMIENTO	36
3.4.3.1 Procedimiento para elaboración de panes.	36
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
5. CONCLUSIONES	61
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Composición media de las harinas panificables	7
Cuadro 2: Composición nutricional de garbanzos (por cada 100 g)	21
Cuadro 3: Composición nutricional de la Harina de garbanzos (por cada 100 g)	23
Cuadro 4: Ingredientes para elaboración de pan	36
Cuadro 5: Formulaciones para el pan gourmet	36
Cuadro 6: Resultados de las medias de Materia Seca Total.....	51
Cuadro 7: Resultados de las medias de Cenizas.....	52
Cuadro 8: Resultados de medias de Proteína.....	53
Cuadro 9: Resultados de medias de Extracto etéreo o grasa total	53
Cuadro 10: Resultados de medias de Fibra Cruda	54
Cuadro 11: Resultados de medias de Potasio	55
Cuadro 12: Resultados de medias de Magnesio.....	56
Cuadro 13: Resultados de medias de Calcio	57
Cuadro 14: Resultados de medias de Fósforo	58
Cuadro 15: Resultados de medias de Hierro.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen Albahaca (<i>Ocimum basilicum L.</i>).....	16
Figura 2. Imagen Garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>).	19
Figura 3. Imagen Harina de garbanzo.....	22
Figura 4. Imagen Secado del pan	38
Figura 5. Imagen de Determinación de materia seca total.	39
Figura 6. Imagen Determinación de cenizas totales.....	40
Figura 7. Imagen Determinación de grasa	41
Figura 8. Imagen Determinación de Fibra Cruda	43
Figura 9. Imagen Determinación de Proteínas.	44
Figura 10. Imagen del equipo el cual se determinó.....	46
Figura 11. Imagen del equipo el cual se determinó.....	47
Figura 12. Imagen Determinación de proteína.	49
Figura 13. Contenido de materia seca total en los panes.	51
Figura 14. Contenido de cenizas en los panes.....	52
Figura 15. Contenido de proteína en los panes.....	53
Figura 16. Contenido de grasa en los panes.....	54
Figura 17. Contenido de fibra en los panes.....	55
Figura 18. Contenido de potasio en los panes.	56
Figura 19. Contenido de magnesio en los panes.	57
Figura 20. Contenido de calcio en los panes.....	58
Figura 21. Contenido de fosforo en los panes.....	59
Figura 22. Contenido de hierro en los panes.....	60

RESUMEN

La presente investigación fue realizada en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con el objetivo de elaborar un pan gourmet a base de harina de garbanzo y trigo con cualidades nutritivas, incorporando albahaca. Para esto se elaboraron 4 formulaciones incorporando a la receta la albahaca. Las que se elaboraron en base a las harinas de trigo y garbanzo, 100-0 Trigo-garbanzo (control), 75-25 Trigo- garbanzo, 50-50 Trigo-garbanzo, 25-75 Trigo-garbanzo, a estas formulaciones se les adicionaron 5 g de albahaca. A cada una de las formulaciones se les realizó un una caracterización química, que incluía materia seca total en donde no se mostraba diferencia significativa entre las formulaciones. En lo que se refiere a cenizas, a proteínas y extracto etéreo la formulación que presento mayor porcentaje fue la formulación T25%G75% en comparación con el control. Presentando un pan gourmet con buenas aportaciones de estos componentes.

Palabras clave: *Pan, cualidades nutritivas.*

Correo electronico; *MIRIAM BARRETO MARTINEZ, miribmz@hotmail.com*

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad muchas personas tienen un ritmo de vida agitada ya que realizan varias actividades en el día lo cual conlleva a carecer de tiempo para alimentarse correctamente. Las consecuencias de una mala alimentación dejan huellas muy difíciles de tratar y podemos prevenirlas simplemente con una dieta balanceada y saludable; frente a este problema se ha encontrado algunas soluciones, una de ellas es la elaboración de un pan a base de harina de garbanzo y trigo; con la incorporación de albahaca.

El pan ha sido uno de los principales constituyentes de la alimentación de todas las civilizaciones debido a sus características nutritivas, su moderado precio y a la sencillez de la utilización culinaria de su materia prima, los cereales.

El trigo es por mucho el cereal más importante en la elaboración de pan, aunque en algunas partes del mundo el uso de centeno es bastante considerable, otros cereales son usados en menor medida (*Goesaert et al 2005*).

El pan aporta hidratos de carbono en donde el más abundante es el almidón, grasa en cantidades muy bajas, proteínas vegetales procedentes del grano del cereal, en el pan de trigo abunda una proteína denominada gluten, que hace posible que la harina sea panificable, fibras, así como también vitaminas del grupo B (tiamina o B1, riboflavina o B2, piridoxina o B6 y niacina, necesarias para el aprovechamiento de los hidratos de carbono, proteínas y grasas, entre otras funciones) y de elementos minerales tales como el fosforo, el magnesio y el potasio.

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es un grano de riqueza formidable en lo que aportes nutritivos se refiere. Es rico en proteínas, en almidón y en lípidos (más que otras legumbres) sobre todo de ácido oleico y linoleico, que son insaturados y carentes de colesterol. Al igual que los cereales, son los alimentos más pobres en agua y son los más ricos en fibra, constituyendo un alimento muy valioso desde el punto de vista nutricional. Contiene un 17 y un 23 % de proteína bruta (dentro de

las leguminosas son las de mejor calidad por su composición de aminoácidos. En lo que se refiere a los minerales los que se encuentran en mayor proporción son el calcio, hierro, magnesio y zinc; así como también las vitaminas que aporta esta la tiamina, riboflavina, niacina y ácido fólico.

La albahaca (*Ocimum basilicum* L.) perteneciente a la familia *Lamiaceae*, es una hierba aromática que se produce en todo el mundo, se cree que su origen se dio en la India e Irán, y después fue introducida en Europa durante el siglo XII, tradicionalmente, la albahaca ha sido ampliamente utilizada en alimentos como un agente saborizante, así como en perfumería e industrias farmacéuticas (*Ijaz et al., 2008*). De igual manera, en la medicina tradicional sus hojas y flores han sido empleadas como remedio de algunas enfermedades digestivas (*Politeo et al., 2007; Ebrahim, 2006*) y respiratorias (*Simón et al., 1999*). Por otra parte, es fuente de compuestos aromáticos y aceites esenciales con constituyentes biológicos que poseen propiedades insecticidas, nematocidas, fungistáticas y antimicrobianas (*Politeo et al., 2007*). Asimismo, sus compuestos fenólicos y flavonoides han demostrado ser potentes antioxidantes (*Ijaz et al., 2008*), capturadores de radicales libres y quelantes de metales (*Jayasinghe et al., 2003*).

1.1 Justificación

Elaborar un pan a base de harina de garbanzo y trigo; rico en proteínas, ya que actualmente existe un gran problema de sobrepeso, con la elaboración de este pan rico en proteínas y bajo aporte calórico; se pretende ofrecer un pan que al consumirlo brinde beneficios a la salud de las personas que lo consuman.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

- Elaborar un pan gourmet con cualidades nutritivas a base de harina de garbanzo y trigo; incorporando albahaca.

1.2.2 Objetivo específicos

- Evaluar las características químicas de la harina de garbanzo.
- Evaluar el contenido nutrimental de las diferentes formulaciones: control, 75%T - 25%G, 50%T - 50%G, 25%T - 75%G, de harina de trigo y garbanzo respectivamente.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Panificación

La panificación es un proceso por el cual se obtiene pan partir de la harina, a la que se añade agua, sal y levadura. La gran variedad de tipos de pan que existen hace que sea imposible conocer la composición de todos ellos. Esto está en dependencia de los elementos que se hallan o de la forma como se fabrican. Los suplementos pueden ser azúcar, miel, leche, pasas, higos, huevos, grasa, mejoradores, entre otros.

Para la elaboración del pan se han utilizado granos de diferentes especies de gramíneas, aunque desde tiempos muy remotos el trigo ha sido el preferido en todas las civilizaciones.

La elaboración del pan se hace con levaduras que contribuyen a la formación de gas con la fermentación del azúcar a etanol y CO₂, debido a esto le dan porosidad y ligereza a la masa.

2.1.1 Pan

El pan es el producto resultante de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo , sal comestible y agua potable, fermentada por especies propia de la fermentación panaria, como *Saccharomyces cerevisiae*. En ocasiones se añaden otros productos para conferirle determinadas cualidades.

También se elabora con otras harinas: centeno, cebada, maíz, arroz, patatas y soja. Lo que confiere al pan su esponjosidad es el gluten, como algunas de estas harinas carecen de gluten se suelen usar combinadas con la de trigo. Según el gado de molido y refinado de la harina se distinguen los panes blancos y los panes integrales.

El pan corriente es el que lleva levadura, el pan sin levadura se denomina ácimo. Con la levadura la masa aumenta de volumen, se hace ligera y porosa. El pan ácimo no lleva levadura, sólo harina y líquido.

2.2 Cualidades Nutritivas

Un alimento con cualidades nutritivas, va aportar beneficios a la salud de los consumidores.

Los nutrientes son sustancias necesarias para la salud que no pueden ser sintetizadas por el organismo y que por tanto deben ser ingeridas a través de los alimentos y la dieta; cuyo fin es aportar energía, aminoácidos reguladores del metabolismo.

2.3. Ingredientes y sus funciones

Las materias primas básicas en la producción de panadería básica: harina, agua, levadura y sal. Con estos cuatro ingredientes, solamente, es suficiente para la elaboración de un pan normal o común.

Hay una serie de ingredientes alternativos, que suelen utilizar para la clase de pan se elaborara, como ejemplo, el mejorante, que se utiliza para ayudar a que el resultado de la elaboración sea optimo y voluminoso. Ingredientes como el azúcar, leche, mantequilla, entre otros.

2.3.1 Harinas

2.3.1.1 Descripción

Se obtiene de la molienda del trigo. La harina blanca para pan es extraída únicamente del trigo, por ser este cereal el único conocido por el hombre que contiene en proporción adecuada de dos proteínas principales, que al unirse en presencia del agua forman la estructura del pan. (Gluten).

Esta es una masa tenaz, que en nuestra mano ofrece una determinada resistencia, a la que puede darse la forma deseada, y que resiste la presión de los gases producidos por la fermentación para obtener el levantamiento de la masa y un adecuado desarrollo de volumen. El gluten se forma por hidratación e hinchamiento de proteínas de la harina: gliadina y glutenina.

El 85% de las proteínas son Gliadinas y Gluteninas, proteínas insolubles que en conjunto reciben el nombre de gluten debido a su capacidad para aglutinarse cuando se las mezcla con agua dando una red o malla que recibe igualmente el nombre de gluten. Esta propiedad que poseen las proteínas del trigo y que (salvo raras excepciones como el centeno) no poseen las proteínas de otros cereales, es la que hace panificables las harinas de trigo y la que proporciona las características plásticas de la masa de pan.

2.3.1.2 Clasificación de las harinas

La harina fuerte se caracteriza por su alto contenido en gluten y por ser una harina más seca. La harina fuerte lleva un máximo de 25% de harina procedente de trigo duro, el resto es procedente de trigo blando. La harina fuerte es la apropiada para la elaboración de masas fermentadas y hojaldradas.

La harina floja proviene de trigos blandos, y se caracteriza por tener menos gluten; tiene poca capacidad de absorber agua y necesita menos tiempo de trabajo y amasado, además tienen poca tolerancia a la fermentación. Este tipo de harinas no son aptas para la elaboración de pan pero si para la elaboración de galletas y pastas alimenticias.

Otra clasificación empleada para las harinas es:

Cero (0), Dos ceros (00), tres ceros (000) y cuatro ceros (0000).

La harina 000 se utiliza siempre en la elaboración de panes, ya que su alto contenido de proteínas posibilita la formación de gluten y se consigue un buen leudado sin que las piezas pierdan su forma.

La harina 0000 es más refinada y más blanca, al tener escasa formación de gluten no es un buen contenedor de gas y los panes pierden forma. Por ese motivo sólo se utiliza en panes de molde y en pastelería, en batido de tortas, hojaldres, entre otros.

Una buena harina debe de contener: proteína en cantidad y calidad adecuada para que cuando hidrate produzca un gluten satisfactorio respecto a la elasticidad, resistencia y estabilidad, propiedades satisfactorias de gasificación, porcentaje de humedad adecuada, no puede superar el 16 % para tener seguridad en el ensilaje, y color satisfactorio.

2.3.1.3 Composición de las harinas

Cuadro 1: Composición media de las harinas panificables

Componentes	Porcentajes (%)
Humedad	13 - 15 %
Proteína	9 – 14% (85% gluten)
Almidón	68 – 72%
Cenizas	0.5 – 0.65%
Materias grasas	1 – 2%
Azúcares fermentables	1 – 2%
Materias celulósicas	3%

Fuente: Mesas Y Alegre. 2002

2.3.1.4 Características de la calidad de las harinas:

La calidad de una harina está directamente relacionada con el tipo de trigo del cual procede y el tratamiento que ha recibido durante el proceso de molienda.

2.3.1.4.1 Color

Debe ser un color marfil. Las harinas recién molidas presentan un color amarillento, pero a medida que pasa el tiempo la harina va adquiriendo un color más claro por la acción del oxígeno del aire sobre ciertos pigmentos que le daban el tono amarillento original.

El porcentaje de extracción también determina el color de la harina. Mientras más alta es la extracción, mayor cantidad de partículas de salvado tendrá y por lo tanto será más oscura.

2.3.1.4.2 Fuerza

Se refiere a la cantidad y calidad de las proteínas que poseen. De acuerdo a esto representarán mayor o menor capacidad para resistir el trabajo mecánico durante el amasado, corte, ovillado, sobado, retener gases de la fermentación y dar pan de buen volumen y presentación.

2.3.1.4.3 Tolerancia

Se refiere a la capacidad para soportar fermentaciones largas.

2.3.1.4.4 Absorción

Se relaciona con la capacidad para absorber y retener agua.

2.3.1.5 Tipos de harinas

De acuerdo al uso a que se destinen las harinas se clasifican básicamente según el porcentaje de proteínas que posean. En esta clasificación tiene especial importancia una sustancia llamada “gluten”. El gluten se forma por la unión de dos proteínas que posee la harina, estas son la Gliadina y la Glutenina. Esta unión se verifica durante el proceso de amasado. El gluten es de gran importancia, ya que su cantidad y calidad dependerá en gran medida la calidad de la harina y el uso al cual se destinará.

2.3.1.5.1 Harinas Extra Fuertes:

Son aquellas que tienen un alto porcentaje de proteínas (sobre 13%). Se obtiene de trigos duros y se destinan principalmente a la elaboración de pastas y fideos.

2.3.1.5.2 Harinas Fuertes:

Tienen porcentajes de proteínas entre un 10 a 13%. Se destinan a panificación.

2.3.1.5.3 Harinas Débiles:

Tienen porcentajes de proteínas entre un 7 a 8%. Se usan en la elaboración de productos de bizcochería y galletas. No son aptas para panificación.

2.3.1.5.4 Harinas Especiales:

a) *Harinas Morenas*

Tienen porcentajes de extracción superior al 85% por lo cual tienen un color más oscuro por la presencia de partículas de salvado de trigo.

b) *Harina Integral*

Es aquella que contiene todas las partes del grano, incluido el germen, por lo cual es un alimento muy nutritivo.

c) *Harina de Centeno*

Se obtiene del trigo-centeno y se emplea en la elaboración de algunas variedades de panes especiales y regionales.

2.4 Levadura

2.4.1 Historia

La historia de la levadura para panificación comienza con los egipcios 2000 años antes de nuestra era. La historia de la levadura para panificación comienza con los egipcios.

Para conseguir el leudado le añadían restos de masa a la nueva masa, ahora conocida como: masa madre, lo cual se ha ido aplicando a lo largo de los siglos.

Son organismos, unicelulares y microscópicos, que pertenecen a la familia de los hongos. Se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza y para uso industrial se seleccionan razas especiales para su uso en panificación, industria cervecera, etc. En 1674 Antoni van Leeuwenhoek, científico holandés lo observó por microscopio (de su invención). En 1850 Louis Pasteur descubrió los gránulos como plantas vivas unicelulares y comprendió que las células utilizan azúcares (hidratos de carbono) para su desarrollo y que liberan además sustancias en el medio que las rodea.

En 1870, se empezó a fabricar en Holanda la levadura para panificación en la fábrica holandesa de levadura y alcoholes. La empresa, fundada por el señor J.C. Van Marken, dedicó gran atención a una investigación básica concerniente al aumento de calidad en la levadura para panificación.

En 1945, se introdujo al mercado la levadura deshidratada destinada especialmente a la exportación, constituyó un concepto de calidad para los panaderos de todo el mundo.

En 1972 se introdujo la levadura instantánea (una segunda generación de fermentos en estado seco) que ofrece al panadero una óptima facilidad en su uso y constante poder fermentativo.

2.4.2 Descripción

En panadería se llama levadura al componente microbiano aportado a la masa con el fin de hacerla fermentar de modo que se produzca etanol y CO₂. Este CO₂

queda atrapado en la masa la cual se esponja y aumenta de volumen. A este fenómeno se le denomina levantamiento de la masa (*Humanes, 1994; Tejero, 1992-1995; Guinet y Godon, 1996*).

Los microorganismos presentes en la levadura son principalmente levaduras que son las responsables de la fermentación alcohólica, pero también se pueden encontrar bacterias que actúan durante la fermentación dando productos secundarios que van a conferir al pan determinadas características organolépticas, en concreto una cierta acidez.

2.4.3 Usos

En la panificación una de las levaduras más conocidas es la *Saccharomyces cerevisiae*. Esta levadura se activa particularmente por anaerobiosis, que tienen una particularidad de transformar los azúcares y almidones del alcohol produciendo anhídrido carbónico, es decir, la fermentación alcohólica.

2.4.4 Clasificación

Tipos de levadura utilizados en panificación:

2.4.4.1 Levadura natural o levadura de masa:

Se prepara a partir de la microbiota de la propia harina. Para ello, en 3 o 4 etapas sucesivas, se mezclan harina y agua, se amasa y se deja reposar la masa para que fermente de modo espontáneo. Poco utilizada en la actualidad como levadura única, salvo en elaboraciones artesanales muy concretas, se puede encontrar tanto fresca como seca (*Tejero, 1992-1995*).

2.4.4.2 Levadura comercial o levadura de panadería:

Se prepara industrialmente a partir de cultivos puros generalmente de *Saccharomyces cerevisiae*. Se comercializa en distintas formas: prensada, líquida, deshidratada activa o instantánea, en escamas. Tiene aplicación en todos los sistemas actuales de elaboración de pan (*Callejo, 2002*).

2.4.4.3 Levaduras químicas o impulsores de masas:

Son aditivos gasificantes que básicamente consisten en la mezcla de un ácido y un compuesto alcalino que con el amasado y el calor de la cocción reaccionan generando CO₂. Su aplicación real corresponde más a la pastelería que a la panificación (*Humanes, 1994; Pérez y col., 2001*).

2.4.5 Funciones de la levadura

Transforma los azúcares presentes en la harina, en gas carbónico, alcohol y una serie de sustancias aromáticas. Este proceso se denomina fermentación y es el que permite el aumento de volumen de la masa. Acondiciona la masa, aumenta el valor nutritivo al proporcionarle al pan proteínas de muy buena calidad. Convierte la harina cruda en un producto ligero que al hornearse es 100% digerible. Da el sabor característico del pan.

2.4.6 Factores que intervienen en la actividad de la levadura

- **Alimento:** La levadura necesita azúcares para “alimentarse”. Estos son principalmente sacarosa, maltosa y glucosa. Estos productos se encuentran en forma natural en la harina.
- **Humedad:** Para absorber sus alimentos, la levadura necesita que éstos estén previamente disueltos, por esta razón el agua es esencial para su nutrición y todos sus procesos metabólicos.
- **Minerales:** Los obtiene de la harina, agua, sal de la receta y aditivos, para una actividad vigorosa.
- **Temperaturas:** Mantenerlo refrigerado hasta el momento del uso.
- **Materias nitrogenadas:** Necesita nitrógeno y lo toma de la proteína de la harina.

2.4.7 Enzimas de la levadura

La levadura cuenta en su organización con un conjunto de enzimas las cuales son un principio activo y le permiten metabolizar y reproducirse. Las enzimas de la

levadura actúan como catalizadores en la fermentación ayudándolo a la conversión de algunos azúcares compuestos a azúcares simples y fácilmente digeribles por la levadura. Las enzimas que hay en la levadura son las siguientes:

- **Proteasa**, ablanda el gluten actuando sobre la proteína
- **Invertasa**, actúa sobre los azúcares compuestos
- **Maltasa**, actúa sobre la maltosa
- **Zimasa**, actúa sobre los azúcares simples

2.5 Agua

El agua es un cuerpo formado por la combinación de un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno, cuya fórmula química es H_2O . Es líquida, inodora, insípida e incolora, disuelve muchas sustancias. La encontramos en estado líquido, aunque, dependiendo de las condiciones de presión y temperatura, es usual hallarla en estado sólido o gaseoso.

El agua que empleemos debe ser potable, por lo que debe reunir las propiedades anteriores y tener un buen estado sanitario. El agua constituye una tercera parte de la cantidad de harina que se vaya a emplear, aunque esto es un cálculo estimado la cantidad final que se añadirá dependerá de una serie de circunstancias, como el tipo de consistencia que queramos conseguir. Así, si añadimos poca agua, la masa se desarrolla mal en el horno, mientras que un exceso hace que la masa resulte pegajosa y se afloje el pan quedando aplanado.

El agua hidrata la harina facilitando la formación del gluten, con ello y con el trabajo mecánico del amasado se le confieren a la masa sus características plásticas: la cohesión, la elasticidad, la plasticidad y la tenacidad (*Calvel*, 1983). La presencia de agua en la masa también es necesaria para el desarrollo de las levaduras que han de llevar a cabo la fermentación del pan.

2.5.1 Funciones del agua en la panificación

- **En la formación de la masa**, ya que en ella se disuelve todos los ingredientes, permitiendo una total incorporación de ellos. También hidrata

lo almidones, que junto con el gluten dan por resultado una masa plástica y elástica.

- **En la fermentación**, para que las enzimas puedan actuar se requiere de la presencia de agua para que pueda difundirse a través de la pared o membrana que rodea la célula de la levadura. El agua hace factible las propiedades de plasticidad y extensibilidad de la masa, de modo que pueda crecer por la acción del gas producido en la fermentación.
- **El sabor y la frescura**, la presencia del agua hace posible la porosidad y buen sabor del pan. Una masa con poca agua daría un producto seco y quebradizo. Los almidones hidratados al ser horneados se hacen más digeribles. La corteza del pan más suave y tierna por efectos del agua. La humedad del pan le da está frescura característica, ya que la pérdida de agua le vuelve viejo y pesado.

2.6 Sal

Es un compuesto de Cloro y Sodio llamado Cloruro de Sodio.

2.6.1 Características de la sal

- Granulación fina
- Libre de impurezas
- Fácilmente soluble en agua

2.6.2 Funciones de la sal

Una de las funciones principales es proporcionarle sabor al pan. Actúa como regulador del proceso de fermentación, simultáneamente mejora la plasticidad de la masa, aumentando la capacidad de hidratación de la harina y en consecuencia, el rendimiento de la panificación. También favorece la coloración y finura de la corteza, teniendo como contrapartida el aumento de la higroscopicidad. Además, la sal restringe la actividad de las bacterias productoras de ácidos y controla la acción de la levadura, regulando el consumo de azúcares y dando por ello una mejor corteza. Las proporciones recomendables de sal a utilizar son: desde 1.5 hasta 3.0%.

2.7 Ingredientes enriquecedores

Son aquellos que se agregan a la masa para mejorar características de sabor, color, aroma, volumen, conservación, valor nutritivo.

2.7.1 Azúcares

Compuesto químico formado por C, H, O. En panificación se utiliza la sacarosa o azúcar de caña y la maltosa que se encuentra en la harina de malta y en el extracto de la malta.

2.7.1.1 Funciones del azúcar

- Sirve de alimento para la levadura.
- Ayuda a una rápida formación de la corteza del pan debido a la caramelización del azúcar permitiendo que la temperatura del horno no ingrese directamente dentro del pan para que pueda cocinarse y también para evitar la pérdida del agua.
- Mejora el sabor del pan.
- Mejora el color de la cáscara.
- Ayuda a la conservación.
- Aumenta el valor nutritivo.

2.7.2 Materias Grasas

La grasa es esencial en panificación y se recomienda como mínimo, cantidades del orden de 2 libras por quintal (907g por 45,5Kg).

2.7.2.1 División de las grasas

Según su origen las grasas se dividen en:

- **Manteca o gasa de cerdo:** brindan un buen sabor al pan.
- **Mantequilla:** se obtiene de la leche mediante el proceso de centrifugación.
- **Aceites vegetales:** se obtienen sometiendo las semillas a un proceso de prensado (soja, girasol, maní, ajonjolí etc.).

2.7.2.2 Características de las Grasas

- Elasticidad, que es la dureza.
- Punto de cremar, es la propiedad de incorporar aire en el proceso de batido fuerte, en unión con azúcar o harina.
- El punto de fusión, es la temperatura por la que es transformada al estado líquido.

2.7.2.3 Funciones de la grasa en panificación

- Mejora la apariencia, produciendo un efecto lubricante
- Mejora la conservación, la grasa disminuye la pérdida de humedad y ayuda a mantener fresco el pan.
- Mejora el sabor y aroma.
- Mejora volumen
- Proporciona una textura más fina y suave a la miga.

En panificación se usan principalmente la manteca hidrogenada, mantequilla y margarina (masas dulces y pastelería).

2.7.3 Leche

En panificación se emplean principalmente leche en polvo y suero de leche en polvo, debido a su facilidad de uso y almacenamiento.

2.7.3.1 Funciones de la leche

- Aumenta el valor alimenticio.
- Proporciona una miga suave.
- Mejora el color de la cáscara.
- Aumenta la absorción de agua de la masa.
- Mejora el sabor.
- Mejora la conservación.

2.8 Ingredientes alternativos

Dentro de los ingredientes alternativos se puede mencionar fruta confitada, pasas, nueces, semilla de anís, sésamo, amapolas, especias, ajo, cebolla, esencias, cremas de relleno, etc.

Se emplean para mejorar las características de las harinas, o para impartir características especiales de presentación, sabor, aroma, etc., en panes típicos regionales o relacionados con festividades populares (frutas, esencias, especias, etc.).

2.8.1 Aditivos o mejoradores

Existe una amplia gama de aditivos tanto del tipo básico como del tipo multipropósito. Se emplean para mejorar características de absorción de agua, reforzar el gluten, conservación, mejorar el color, etc.

2.9 Albahaca (*Ocimum basilicum* L.)



Figura 1. Imagen Albahaca (*Ocimum basilicum* L.)

2.9.1 Historia

La albahaca (*Ocimum basilicum* L.), conocida también como albacar, es una especie aromática, producida principalmente por España, Italia, Francia, Egipto y México, además de Canadá, Hungría y Alemania. Esta especie es al parecer originaria de la India, naturalizada en África y adaptada extensamente a

los países mediterráneos. En México, la albahaca no se cultiva comercialmente, toda vez que su explotación es de traspatio; su aprovechamiento se presenta en climas cálido, semicálido, seco, semi seco y templado.

2.9.2 Producción

La albahaca es una de las principales hierbas aromáticas de uso culinario a nivel internacional. Debido a esto y a los diferentes usos medicinales, en la industria cosmética y como aceite esencial, es un producto líder en las exportaciones de países productores por su importancia económica internacional.

En México, la producción de albahaca en 2010 fue de 3,723.45 t participando los Estados de Baja California, Baja California Sur, Morelos y Nayarit, siendo Baja California Sur el mayor productor de esta hierba aromática con 2,403.00 t.

2.9.3 Descripción

Es una planta aromática y medicinal de cultivo anual, de tallos erectos y ramificados, frondosa, que alcanza de 30 a 50 cm de altura. Las hojas de 2 a 5 cm, suaves, opuestas, pecioladas, lanceoladas y ligeramente dentadas. La floración se produce de junio a septiembre produciendo blancas o rosadas, dispuestas en espigas alargadas, asilares, en la parte superior del tallo o en los extremos de las ramas.

Los aceites esenciales que contienen el albahaca, es rico en compuestos fenólicos y una amplia gama de productos naturales entre los que se encuentran polifenoles tales como flavonoides y antocianinas.

2.9.4 Suelo y clima

La textura de los suelos para el cultivo de la albahaca debe ser liviana, arenarcilloso, ya que en estas se presenta un mejor crecimiento y desarrollo del sistema radical; también deben ser bien drenados.

El clima mejor apto es el cálido, templado-cálido (no resiste heladas ni temperaturas inferiores a 0°C). Temperaturas entre 24-30°C durante el día y 16-20°C durante la noche, combinados con una longitud del día de 16 horas, inducen una alta tasa de desarrollo. Temperaturas mayores causan estrés y pueden causar marchitamiento durante la parte más caliente del día. Altitud: 0-1000

msnm. Precipitación: amplia y regular precipitación durante el periodo de crecimiento y poca lluvia durante el periodo de cosecha.

2.9.5 Siembra

Para la siembra de la albahaca; consiste en mover la tierra con un rastreo para desmoronar todos los terrones, hacer un surcado para que la planta pueda desarrollarse y para que se puedan hacer los trabajos dentro del cultivo. La propagación se hace a través de semillas, para luego posteriormente ser sembradas a una distancia de 60 a 70 cm. Posteriormente se tiene que estar checando el riego, las plagas y enfermedades que pueda presentar nuestro cultivo.

2.9.6 Cosecha y Pos cosecha

Se recomienda que la cosecha de albahaca se realice muy temprano en la mañana para obtener producto turgente; los tallos se cortan entre 10 a 15 cm sobre la superficie del suelo, debe dejarse parte del área foliar para garantizar el rebrote de las ramas. La primera cosecha se realiza entre los 90 y 110 días después de plantada, momento en que el rendimiento potencial del aceite se encuentra entre 0.3 y 0.4%. Se depositan en canastillas plásticas con una capacidad máxima de 2.5 kg para evitar maltrato del producto; estas canastillas deben contener líquidos hidratantes para favorecer la conservación del producto y evitar que incremente la temperatura.

2.9.7 Condiciones de almacenamiento

- Temperatura de almacenamiento: 10-12°C.
- Humedad relativa: 80-90%.
- Almacenamiento de atmósfera controlada: 5.0% O₂/5.0% de CO₂ / 90% N₂.
- Vida de almacenamiento aproximado de 2 a 3 semanas.

2.9.8 Usos

La albahaca es una de las plantas aromáticas más apreciadas en cocina, es considerada insustituible por un gourmet. Tiene un gusto dulce y fragante. Las

hojas más perfumadas son aquellas que se recogen poco antes de la floración, ya que contienen una mayor cantidad de sustancias oleosas que determinan su aroma; sus hojas más viejas tienden a tener un sabor más picante. De la albahaca se usan las hojas, frescas o secas. Las hojas frescas se usan enteras o picadas finas.

El aceite esencial de albahaca es rico en estragol, un potente carcinógeno y genotóxico. Sin embargo, no se ha determinado directamente la carcinogenicidad ni la teratogenicidad de la albahaca en la dieta humana.

La albahaca también tiene uso cosmético, farmacéutico y un elevado valor curativo para varias enfermedades. El aceite esencial se utiliza en la elaboración de jabones, cosméticos y perfumes. Su aceite esencial localizado en las flores de la planta se obtiene por destilación con arrastre de vapor de agua, de la parte aérea de la planta siendo muy utilizado en la industria alimenticia fundamentalmente en Francia como saborizante y condimento; en farmacia como estimulante, antiespasmódico y en la industria de perfumería para aromatizar cosméticos y perfumería fina.

2.10 Garbanzo (*Cicer arietinum*).



Figura 2. Imagen Garbanzo (*Cicer arietinum*).

2.10.1 Origen

El cultivo de garbanzo es muy antiguo y presenta bajos requerimientos para su siembra. Se ha cultivado desde el comienzo de la agricultura hace ms de 9,500 años, desde Turquía hasta Irán, de allí se extendió muy pronto hacia Europa en especial a la región mediterránea, más tarde a África fundamentalmente Etiopia y América a países como Canadá, México, Argentina y Chile.

2.10.2 Características botánicas

El garbanzo, *Cicer arietinum*, pertenece a la Familia de la *Leguminosae*. Es una planta anual, tiene raíces poco profundas, tallos ramificados, que alcanzan una de 60 cm. Las hojas pueden ser paripinnadas, foliolos de borde dentado, flores, frutos en vainas con una o dos semillas en su interior, ligeramente arrugadas y redondeadas, con dos cotiledones.

2.10.3 Agronomía

El garbanzo se puede cultivar en zonas tropicales, subtropicales y templadas. A partir de los 10°C el garbanzo es capaz de germinar, aunque las temperaturas óptimas para su cultivo parecen estar entre los 21°C y 26°C; sin embargo, puede soportar temperaturas muy altas en el periodo de fructificación. El garbanzo puede crecer con lluvias anuales de entre 600mm y 1000mm. Sus raíces pueden bajar hasta 2 metros de profundidad. Las plantas crecen entre 20 y 45 cm de altura.

Con respecto a los suelos, prefiere las tierras silíceo-arcillosas o limo-arcillosa que no contengan yeso. Cuando hay un exceso de arcilla suele producir daños en la piel de la semilla. Cuando el terreno es yesoso el garbanzo obtenido es de mala calidad en general y muy malo para cocer. Los años buenos para el garbanzo suelen coincidir cuando han sido poco lluviosos.

Según las variedades, la maduración toma de 3 a 7 meses. El garbanzo es una planta que se considera autógama. Se recomienda cosechar las semillas un poco antes de su madurez completa y terminar el secado en un lugar seco y ventilado.

El garbanzo es sensible a la salinidad, tanto del suelo como del agua de riego. Los suelos cuanto más aireados mejor. El pH ideal está entre 6 y 9.

Los principales países productores de garbanzo son la India, Turquía y Pakistán; en América Latina están México, Perú y Chile.

2.10.4 Composición nutricional

Cuadro 2: Composición nutricional de garbanzos (por cada 100 g)

COMPONENTE	Por cada 100 g de parte comestible cruda
Energía	364 Kcal
Proteínas	19.3 g
Hidratos de Carbono	43.3 g
Fibra	17.4 g
Vitamina A	7.00 mcg
Vitamina B1	0.477 mg
Vitamina B2	0.212 mg
Vitamina B3	4.62 mg
Vitamina B6	0.535 mg
Vitamina B9	557 mg
Vitamina B12	—
Vitamina C	4.00 mg
Vitamina E	0.820 mg
Calcio	105 mg
Fósforo	366 mg
Magnesio	115 mg
Hierro	6.24 mg
Potasio	875 mg
Zinc	3.43 mg

Grasa total	6.04 g
Grasa saturada	0.626 g
Colesterol	—
Sodio	24.00 mg

Fuente: <http://www.rdnatural.es/blog/garbanzos>

2.10.5 Usos

Los granos del garbanzo se consumen frescos, tostados, hervidos, secos, etc. Los granos machacados se utilizan para fabricación de pan y de sopa. Los granos germinados son utilizados en la preparación de comidas fermentadas.

En la medicina puede ayudar a curar enfermedades de la piel especialmente las arrugas. También se utilizan las secreciones de glandulares de la planta que se producen en los tallos y en hojas, para tratar enfermedades como: resfriados, bronquitis, diarrea, digestión, vómitos, quemaduras solares.

2.11 Harina de Garbanzo



Figura 3. Imagen Harina de garbanzo

2.11.1 Obtención de harina

Para la elaboración de harina de garbanzo se utilizó garbanzo que previamente fue seleccionado con la finalidad de eliminar aquellos granos que presentan colores oscuros como índice de putrefacción, presencia de hongos y alteración por insectos o roedores, para después ser sometidos a un proceso de molienda.

2.11.2 Beneficios de la harina de garbanzo

El garbanzo es una fuente muy reconocida de las proteínas de origen vegetal, especialmente en las áreas subdesarrolladas del mundo.

La harina de garbanzo ha sido considerada como un elemento importante en la cocina hindú. Es rica en proteínas, carbohidratos, fibra, minerales y vitaminas. Se suele emplear en dietas sin gluten para sustituir la harina de trigo.

Contribuye a prevenir el colesterol, celiaquía, problemas cardíacos, circulatorios, prevención de estreñimiento y de diabetes. La harina de garbanzos es un alimento muy nutritivo, cualquier elaboración con esta harina proporciona altas dosis de proteína, minerales y fibra. Tiene alto contenidos de hidratos de carbono de absorción lenta. Contiene un conjunto de vitaminas de tipo b que contribuyen a prevenir enfermedades hepáticas.

2.11.3 Composición nutricional

Cuadro 3: Composición nutricional de la Harina de garbanzos (por cada 100 g)

COMPONENTE	Por cada 100 g de harina
Proteínas	22.39 g
Lípidos	6.69 g
Hidratos de carbono	57.80 g
Fibras totales(AOAC)	10.80 g
Valor energético	369 Kcal

Agua	10.22 g
Fosforo	318 mg
Magnesio	166 mg
Potasio	846 mg
Hierro	4.86 mg
Calcio	105 mg
Sodio	64 mg
Zinc	2.81 mg
Manganeso	1.60 mg
Fósforo	318 mg
Cobre	45 mg
Selenio	8.3 mcg
Vitamina B1 (Tiamina)	0.486 mg
Vitamina B2 (Riboflavina)	0.106 mg
Niacina	1.762 mg
Folacina	437 mcg
Vitamina B6	0.492 mg
Vitamina A	41 IU

Fuente: <http://omega3-chia.webnode.es>

2.11.4 Usos

La harina de garbanzo se suele mezclar con harina blanca para dar pan ácimo, o bien se emplea como ingrediente en productos de confitería.

La harina de garbanzo también puede ser usada como espesante en las sopas.

2.12 Pan

2.12.1 Historia

El pan constituye la base de la alimentación desde hace 7000 u 8000 años (*Bourgeois y Larpent, 1995*). Al principio era una pasta plana, no fermentada, elaborada con una masa de granos machacados groseramente y cocida, muy probablemente sobre piedras planas calientes.

Parece que fue en Egipto donde apareció el primer pan fermentado, cuando se observó que la masa elaborada el día anterior producía burbujas de aire y aumentaba su volumen, y que, añadida a la masa de harina nueva, daba un pan más ligero y de mejor gusto. Existen bajorrelieves egipcios (3000 años a. de J.C.) sobre la fabricación de pan y cerveza, que sugieren que fue en la civilización egipcia donde se utilizaron por primera vez los métodos bioquímicos de elaboración de estos alimentos fermentados (*Aleixandre, 1996*).

Los galos, después de Plinio, utilizaron la espuma de la cerveza para elaborar pan. Esta técnica fue olvidada y redescubierta en el siglo XVII convirtiéndose en práctica habitual en Europa hasta 1800 (*Fellows, 1993; Bourgeois y Larpent, 1995*). En el siglo XIX las levaduras de las cervecerías fueron remplazadas por las procedentes de las destilerías de alcohol de cereales. A finales del siglo XIX, a raíz de los trabajos de Pasteur, se desarrolla una industria específica para la producción de levaduras que culmina en 1920 con un moderno método de producción de levaduras de panadería (*Saccharomyces cerevisiae*), inventado por el danés Soren Sak y denominado «Método Zero» ya que evita la producción de etanol (*Bourgeois y Larpent, 1995*).

Durante los siglos XIX y XX los oficios familiares dan paso a la construcción de fábricas que incrementan la capacidad de producción de alimentos básicos, entre ellos el pan y los productos de panadería, llegándose en nuestros días a dos tendencias hasta cierto punto contrapuestas. Por un lado, los cambios en el estilo de vida y la difusión de los congeladores y de los hornos microondas han conllevado un aumento de la demanda de alimentos (entre ellos el pan) de más cómoda preparación y adecuados para su almacenamiento en congeladores. Por

otro lado, existe también una cierta demanda de alimentos lo más parecidos posible al alimento tradicional (*Aleixandre y García, 1999*).

Estas dos tendencias han tenido una repercusión importante en la panificación moderna.

2.12.2. Definición

Según la «Reglamentación Técnico Sanitaria para la Fabricación, Circulación y Comercio del Pan y Panes Especiales» el pan y sus distintos tipos se definen de la siguiente manera (*Tejero, 1992-1995; Madrid y Cenzano, 2001; Callejo, 2002*):

“El pan es el producto perecedero resultante de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal comestible y agua potable, fermentada por especies propias de la fermentación panaria, como *Saccharomyces cerevisiae*.”

2.12.3. Tipos de pan

El Código Alimentario Español diferencia dos tipos de pan.

2.12.3.1 Pan Común

Se define como el de consumo habitual en el día, elaborado con harina de trigo, sal, levadura y agua, al que se le pueden añadir ciertos coadyuvantes tecnológicos y aditivos autorizados. Dentro de este tipo se incluyen:

2.12.3.1.1 Pan Bregado

De miga dura, español o candeal, es el elaborado con cilindros refinadores.

2.12.3.1.2 Pan de Flama o de Miga Blanda

Pan de flama o de miga blanda, es el obtenido con una mayor proporción de agua que el pan bregado y normalmente no necesita del uso de cilindros refinadores en su elaboración.

2.12.3.2 Pan especial

Es aquel que, por su composición, por incorporar algún aditivo o coadyuvante especial, por el tipo de harina, por otros ingredientes especiales (leche, huevos, grasas, cacao, etc.), por no llevar sal, por no haber sido fermentado, o por cualquier otra circunstancia autorizada, no corresponde a la definición básica de pan común. Como ejemplos de pan especial tenemos:

2.12.3.2.1 Pan Integral

Es aquel en cuya elaboración se utiliza harina integral, es decir, la obtenida por trituración del grano completo, sin separar ninguna parte del mismo.

2.12.3.2.2 Pan de Viena o pan Francés

Es el pan de flama que entre sus ingredientes incluye azúcares, leche o ambos a la vez.

2.12.3.2.3 Pan de molde o americano

Es el pan de corteza blanda en cuya cocción se emplean moldes.

2.12.3.2.4 Pan de cereales

Es el elaborado con harina de trigo más otra harina en proporción no inferior al 51%. Recibe el nombre de este último cereal. Ejemplo: pan de centeno, pan de maíz, etc.

2.12.3.2.5 Pan de huevo

Pan de leche, pan de miel y pan de pasas, etc., son panes especiales a los que se añade alguna de estas materias primas.

2.12.4 Tipos de elaboración de pan

Los métodos más empleados son el directo y la esponja-masa.

En el presente trabajo el método que se va a utilizar para la elaboración de los panes es el método directo.

2.12.4.1 Método directo

En este método de un solo paso se mezclan todos los ingredientes juntos, incluso la levadura que es incorporada al inicio del amasado. Normalmente con este sistema se añade un 10% más de levadura que en el método de esponja. Se mantiene el amasado hasta que todos los ingredientes han formado un solo cuerpo produciendo una masa de carácter suave y elástica. La temperatura final de la masa depende del proceso de fabricación de pan oscilando entre los 21°C para procesos rápidos y 25°C en procesos artesanales, e influye mucho si la zona de amasado está climatizada o no.

Ventajas:

Se requiere menos mano de obra se reduce el tiempo general de producción al recortar el tiempo de fermentación se reducen los márgenes de error al tener menos manipulación y menos pasos a realizar.

Desventajas:

Tenemos menos flexibilidad, pues es más difícil añadir algún ingrediente del que carezca la masa, siendo muy poca la ayuda para componer las masa directas.

Además, se producen panes de sabor insípido, textura áspera y menor volumen, aunque esto depende de la cantidad de mejorante o mejorador.

2.12.4.2 Método esponja-masa

El método esponja tiene dos pasos a realizar. En el primero de ellos se mezclan algunos ingredientes y se les permite una fermentación normalmente larga de 2 a 6 horas. En esta etapa se suelen mezclar harina, agua y levadura quedando una masa muy blanda y a veces pegajosa. Normalmente comprende el 60% de la harina total y la mayor parte de la levadura y el agua

Por separado, con el resto de los ingredientes de la formulación, se forma la "masa" (masa fresca).

La segunda fase consiste en incorporar la esponja y la masa fresca; someterlos a una segunda mezcla para formar la masa final. Después de esta etapa ambos métodos son muy similares, hasta llegar al producto final.

2.12.5 Papel de la fermentación en la fabricación del pan

El proceso enzimático de más trascendencia en la fabricación del pan es la fermentación panaria. La obtención de un pan voluminoso, de miga uniformemente alveolada, de color satisfactorio, etc., no sólo depende de la calidad de la harina empleada, sino que también viene condicionada por el adecuado control de toda una serie de transformaciones químicas y enzimáticas que reciben el nombre de fermentación y que tienen lugar desde que comienza el amasado hasta los primeros momentos de la cocción.

Desde un punto de vista estrictamente químico, la fermentación panaria no es diferente de la fermentación alcohólica del vino o de la cerveza, aunque en la práctica presenta caracteres distintivos que justifican su estudio particular.

Nosotros empezaremos por estudiarla de un modo general para luego examinar su papel en la fabricación del pan.

2.12.6 Agentes de la fermentación

A diferencia de la amilolisis y la proteólisis, procesos enzimáticos, la fermentación es catalizada por enzimas que no forman parte de la harina de trigo, sino que han de ser aportados por agentes exteriores tales como las levaduras.

Son microorganismos unicelulares ampliamente utilizados en diversas fermentaciones industriales. En panadería se utiliza principalmente la levadura de destilería, que es de la especie *Saccharomyces Cerevisiae*, anteriormente se utilizó la destinada a cervecería, de menor poder fermentativo. En la actualidad se seleccionan razas de levadura especialmente adaptadas a la fermentación de los azúcares originales de la harina y de aquellos otros liberados como resultado de lo que en términos generales llamamos *acción diastásica*.

En el curso de la fermentación, la levadura transforma ciertos azúcares en alcohol y anhídrido carbónico, además de algunos productos intermedios entre los que predomina la glicerina.

La actividad fisiológica de la levadura no se reduce a la transformación de productos fermentescibles, sino que simultáneamente ésta sufre una multiplicación más o menos intensa.

Para el desarrollo de su actividad vital, la levadura necesita unas condiciones de temperatura, humedad y acidez adecuadas, siendo estos factores del medio decisivos en el control de la fermentación. Son también indispensables, además del sustrato hidrocarbonado, otros factores nutritivos como son nitrógeno soluble y sales minerales. El sulfato cálcico, el carbonato amónico y el cloruro amónico, especialmente este último, son manifiestos estimulantes de la actividad fermentativa.

Entre los agentes de la fermentación existen otros microorganismos no deseables que se encuentran en la harina. Tales son las bacterias acéticas y lácticas, son capaces de transformar ciertos sustratos en ácidos acético y láctico respectivamente.

2.12.7 Transformaciones enzimáticas y químicas

Por la acción enzimática de la levadura, la glucosa, u otro azúcar fermentable por ella, es transformada en anhídrido carbónico y alcohol, pasando por varios productos intermedios. El alcohol, siendo líquido a la temperatura de la masa, pasa a formar parte de la fase líquida de ésta. El anhídrido carbónico, que es gaseoso, es disuelto parcialmente, dando ácido carbónico, quedando otra parte retenido en la fase gaseosa de la masa, y escapando el resto.

Las fermentaciones llevadas a cabo por los sistemas enzimáticos de las bacterias lácticas y acéticas tienen un carácter secundario. Las lácticas utilizan como sustrato la glucosa para producir ácido láctico y las acéticas transforman en ácido acético el alcohol producido por la levadura. El ácido láctico es un ácido relativamente fuerte y se produce en cantidades apreciables, por lo que su efecto inmediato al pasar a la fase líquida de la masa es aumentar la acidez de ésta. El ácido acético, al ser más débil, tiene un efecto considerablemente menor sobre aquélla.

El nitrógeno soluble que la levadura incorpora a su metabolismo le suele ser suministrado en forma de sales amónicas de ácido fuerte (sulfato y cloruro). La

asimilación del amonio por la levadura deja en libertad los ácidos que, por ser fuertes, afectan grandemente pH, aun cuando se encuentren en pequeñas proporciones. Como resultado de todas estas reacciones, cuyos productos finales son ácidos de distinta clase y fuerza, se produce una disminución del pH, de 6 unidades a 5 unidades, que repercute en las propiedades de hidratación del gluten, en la velocidad de las reacciones enzimáticas, y, en general, sobre todos los procesos que tienen lugar en el seno de la masa

2.12.8 Cambios bioquímicos que ocurren durante el horneado de pan

El proceso de cocción de las piezas de masa consiste en una serie de transformaciones de tipo físico, químico y bioquímico, que permite obtener al final del mismo un producto comestible y de excelentes características organolépticas y nutritivas.

La temperatura del horno y la duración de la cocción varían según el tamaño y tipo de pan.

2.13 Valor nutricional del pan

2.13.1 Proteínas

El pan aporta proteínas vegetales procedentes del grano del cereal. En el pan de trigo abunda una proteína denominada gluten, que hace posible que la harina sea panificable. El valor nutritivo de estas proteínas puede equiparse a las de la carne, el pescado o el huevo, si consumimos pan junto con otros alimentos como legumbres o como alimentos de origen animal como lácteos. Ejemplo: sopas de pan con leche, bocadillo de pan con queso, garbanzos salteados con pan rallado, etc.

2.13.2 Vitaminas y minerales

Es una buena fuente de vitaminas del grupo B (tiamina o B1, riboflavina o B2, piridoxina o B6 y niacina, necesarias para el aprovechamiento de los hidratos

de carbono, proteínas y grasa, entre otras funciones) y de elementos minerales como fósforo, magnesio y potasio.

2.12.3 Fibra

Las variedades integrales y de cereales son las más ricas en fibra.

El único parámetro legislado para el molde es la humedad: el agua no debe superar el 38 % en los panes especiales, entre los que se incluyen los de molde.

El nutriente mayoritario del pan de molde son los hidratos de carbono, que representan entre el 46 % y el 54 % del producto. Estos hidratos de carbono son principalmente complejos; tan solo una minoría son hidratos sencillos, lo que hace que este alimento sea interesante para personas diabéticas, ya que este bajo nivel de hidratos de carbono sencillos ayuda a controlar los niveles de glucosa en sangre.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materia Prima

Las cantidades empleadas para la elaboración del pan gourmet fueron tomadas del Manual de Prácticas de Tecnología de Panificación Semi-Mecanizada, elaborado por la Maestra María Ofelia Buendía González, de la Universidad Autónoma Chapingo.

Con la cantidad de ingredientes utilizados para el pan control y las tres repeticiones (3 panes), se obtuvo una pieza de pan en cada uno.

- **Harina de trigo La Perla**, adquirida en un centro comercial, Saltillo.
- **Mejorante Magimix**, adquirido en centro comercial, Saltillo.
- **Harina de garbanzo**, adquirida en un centro comercial de Saltillo.

Esta fue molida en un molino marca Thomas-WILEY, modelo 4 para obtenerla en forma de harina.

- **Azúcar**, adquirida en centro comercial, Saltillo
- **Levadura seca Nevada**, adquirida en Cuellar, Saltillo
- **Leche en polvo Nido**, adquirida en centro comercial, Saltillo
- **Manteca vegetal inca**, adquirida en centro comercial, Saltillo
- **Sal La Fina**, adquirida en centro comercial, Saltillo
- **Agua purificada a 25°C**, adquirida en el Laboratorio de nutrición de la UAAAN, Saltillo
- **Aceite comestible Nutrioli**.

Solo se utilizaban pequeñas cantidades de aceite para engrasar el recipiente hondo para fermentar la masa y los moldes al momento de hornear.

- **Albahaca**, adquirida en un centro comercial, Saltillo

3.2 Materiales y Equipo

3.2.1 Material y equipo para la elaboración de pan gourmet

- Balanza Scout Pro SP601 OHAUS
- Espátula
- 1 molde para pan de caja

- Estufa con Horno Flamineta Modelo Premiere
- Rejilla de alambre
- Cuchillo
- Tela
- Recipiente hondo de plástico
- Cronometro
- Aceite comestible
- Termómetro

3.2.2 Material y equipo para realizar el análisis proximal de los panes.

- Estufa de secado marca Robert Shaw (temperatura 55-60°C)
- Estufa de secado Marca Thelco Modelo 27(con circulación de aire a temperatura de 100-103°C)
- Crisoles de porcelana (a peso constante)
- Pinzas para crisol
- Desecador con silica gel (enfria muestras sin aumentar la humedad)
- Espátulas de acero inoxidable
- Balanza Analítica Explorer OHAUS
- Mufla Marca Thermolyne (temperatura de 600°C)
- Vaso de precipitados (150 ml)
- Papel filtro sin cenizas No 42
- Matraz volumétrico (100 ml)
- Espectrofotómetro de absorción atómica Varian AA-1275
- Extractor Soxhlet (sifón, refrigerante, manta de calentamiento)
- Cartucho poroso de celulosa
- Parrillas eléctricas del Aparato Kjeldhal
- Regulador de voltaje
- Matraz redondo de fondo plano, boca esmerilada (a peso constante)
- Vaso de Berzelius de 600 ml
- Filtros de tela de lino
- Embudos

- Aparato de reflujo marca Labconco
- Matraz Kjeldhal (800 ml)
- Perlas de vidrio (3)
- Aparato macrokjeldhal
- Matraz Erlenmeyer de 500 ml
- Plancha de calentamiento Thermo Scientific Type 2200

3.3 Reactivos

- Ácido perclórico
- Ácido nítrico
- Agua destilada
- Agua desionizada
- Solvente: hexano
- Solución de ácido sulfúrico 0.225 N o al 25%
- Solución de hidróxido de sodio 0.313 N o al 25%
- Mezcla reactiva de selenio (catalizador) Merk
- Ácido sulfúrico concentrado
- Ácido bórico al 4%
- Indicador mixto (rojo de metilo y verde de bromocresol)
- Hidróxido de sodio al 45%
- Granallas de zinc
- Ácido sulfúrico 0.1086956 N
- Bisulfito de sodio 10 N
- Molibdato de amonio
- Sulfito de sodio 20 %

3.4 Metodología

3.4.1 Localización

La elaboración de los panes gourmet y la parte experimental de los mismos, se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma

Agraria Antonio Narro, ubicada en la Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

3.4.2 Formulaciones para el pan

Cuadro 4: Ingredientes para elaboración de pan

Ingredientes	Unidades
Mejorante	2.4 g
Azúcar	50.4 g
Levadura	16 g
Leche en polvo	24 g
Manteca vegetal “pomada”	12 g
Sal	5.5 g
Albahaca	5 g
Agua (25°C)	160 ml

Se elaboraron cuatro formulaciones.

Cuadro 5: Formulaciones para el pan gourmet

Harina de trigo (%)	Harina de garbanzo (%)
100	0
75	25
50	50
25	75

3.4.3 PROCEDIMIENTO

3.4.3.1 Procedimiento para elaboración de panes.

Se utilizó el método de masa directa.

- Se pesaron los ingredientes.
- Se colocaron en un recipiente hondo los ingredientes sólidos, excepto la manteca vegetal y la sal, se mezclaron manualmente durante un minuto. Con la finalidad de homogeneizar los ingredientes y trabajar esta mezcla a fin de airearla y hacerla flexible.
- Se agregó la manteca vegetal “pomada” y se mezcló durante otros 2 minutos.

- Se agregó aproximadamente tres cuartas partes del agua y se amaso durante 5 minutos. Una vez formada la masa, se agregó la sal y poco a poco el resto del agua, hasta obtener una masa suave, elástica y fluida.

Primera fermentación

Se pesa la masa, se boléela, y se deposita en un recipiente hondo engrasado con aceite comestible, a temperatura ambiente (29°C) colocando en la parte superior del recipiente una tela, al menos durante una hora. A la mitad del tiempo de fermentación, se sacó la masa del recipiente y se desgasificó con un rodillo para remover el exceso de bióxido de carbono, redistribuir la levadura y madurar el gluten (se regresó la masa a su forma inicial, terminado todo el tiempo de fermentación).

Modelado

El modelado se hizo en forma de cilindro. Se colocó la masa modelada en un molde previamente engrasado con aceite comestible y enharinado (harina blanca).

Segunda Fermentación (fermentación de piso)

Los moldes se colocaron a temperatura ambiente (29°C) durante 30 minutos, cubiertos con una tela. Esta segunda fermentación ayuda a que la masa adquiera flexibilidad para su forma definitiva.

Horneado

Se hornean a temperaturas de 120-140°C, por un periodo de 35 minutos o hasta que la corteza esté dorada.

Se desmoldan inmediatamente colocándolos en la rejilla de alambre; y se deja enfriar a temperatura ambiente

3.4.3.2 Procedimiento para el análisis de los panes (Métodos AOAC 1983)

Cada una de las muestras; control, 100-0 % trigo- garbanzo, 75-25 % trigo-garbanzo, 50-50% trigo-garbanzo y 25-75% trigo-garbanzo, se les realizaron análisis por triplicado.

3.4.3.2.1 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE PAN PARA SU ANALISIS.



Figura 4. Imagen Secado del pan

Se preparó la muestra de pan para los análisis, secándola parcialmente a una temperatura de 55-60°C, para poder conservarla por un periodo de tiempo, y así poder hacer los análisis correspondientes.

Evaporación del agua a temperatura de 55-60°C.

PROCEDIMIENTO

- Se identificó la charola de aluminio y se peso
- Se cortó el pan en trozos pequeños
- Se colocó el pan cortado en las charolas y se pesa
- Registrar el peso húmedo y colocar dentro de la estufa a una temperatura de 55- 6°C por 24 horas
- Transcurrido el tiempo, se sacaron las muestra de la estufa y se dejaron enfriar a temperatura ambiente por 3 minutos
- Pesar nuevamente la charola con muestra seca

CÁLCULOS

Para calcular la % de Materia Seca Parcial, se utilizaron las siguientes formulas:

$$\%MSP = \frac{\text{peso de la muestra seca}}{\text{peso de la muestra fresca}} \times 100$$

$$\%Humedad = 100\% - \%MSP$$

Para los pesos de las muestras se obtuvo por la diferencia del peso de la charola sola.

3.4.3.2.2 DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA TOTAL O SÓLIDOS TOTALES



Figura 5. Imagen de Determinación de materia seca total.

La materia seca total se obtiene mediante la evaporación total de la humedad a una temperatura arriba de 100°C.

PROCEDIMIENTO

- Se sacaron los crisoles de porcelana de la estufa, utilizando unas pinzas, que este a peso constante.
- Se puso en un desecador para que se enfrié por un tiempo de 20 minutos.
- Transcurrido el tiempo, pesar en la balanza analítica.
- Por separado se pesaron 2 gramos de pan seco sobre un papel limpio y destarando el peso del papel.
- Se puso la muestra en el crisol, y se metió a la estufa durante 24 horas.
- Pasado el tiempo, se sacó la muestra de la estufa, se dejó enfriar por 20 minutos en un desecador
- Se pesa
- Se hace el registro del peso
- Calcular

CÁLCULOS

Para calcular el % de Materia Seca Total (%MST), se utilizaron las siguientes Formulas:

$$\%MST = \frac{\text{peso de crisol con muestra seca} - \text{peso de crisol solo}}{g \text{ de muestra}} \times 100$$

$$\% H = 100 - \% MST$$

3.4.3.2.3 DETERMINACIÓN DE CENIZAS TOTALES (MINERALES).



Figura 6. Imagen Determinación de cenizas totales

La muestra de alimento se somete a temperaturas mayores de 550°C en una mufla hasta eliminación de materia orgánica.

Método Seco

La muestra dese incinera sin producir flama, y posteriormente calcinar en la mufla. Las cenizas contienen minerales.

PROCEDIMIENTO

- A la muestra que se utilizó en la determinación de materia seca total, después de que se pesó, se pre-incinero en una parrilla eléctrica
- Hasta que deje de sacar humos.
- Se pasó a la mufla a 660°C por un periodo de tiempo de 2-3 horas
- Se sacó de la mufla y enfriar 15 minutos en un desecador
- Se peso

- Calcular

CÁLCULOS

Formulas:

$$\%C = \frac{\text{peso del crisol con cenizas} - \text{peso de crisol solo}}{\text{g de muestra}} \times 100$$

3.4.3.2.4 DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO O GRASA TOTAL.



Figura 7. Imagen Determinación de grasa

La muestra seca se extrae con algún solvente (hexano, éter etílico, éter de petróleo) posteriormente se determina el extracto seco por diferencia de peso, del que se elimina el disolvente.

Las grasas o triglicéridos son compuestos orgánicos carentes de nitrógeno, que se forman en el metabolismo vegetal y animal. Poseen desde un punto de vista fisiológico un elevado valor calorífico. Y son los nutrientes con mayor poder energético (1 g de grasa = 9 cal). Las grasas, por lo general, se encuentran asociadas con numerosas sustancias acompañantes que se denominan lípidos. La fracción de lípidos de los alimentos es obtenida por medio de la extracción. Esta fracción contiene ceras, esteroides, pigmentos y aceites volátiles. El método Soxhlet es una técnica de extracción continua en la que normalmente se emplean diferentes solventes.

PROCEDIMIENTO

- Se pesaron 4 g de la muestra seca sobre papel filtro
- Se depositó en un cartucho poroso de celulosa
- Lo anterior se depositó en un sifón
- Se sacó un matraz redondo fondo plano, boca esmerilada de la estufa que estuvo a peso constante, se dejó enfriar por 20 minutos y se peso
- Al matraz redondo se adiciono hexano hasta la mitad del matraz
- Se acoplo al refrigerante del dispositivo Soxhlet
- Se extrajo por un periodo de 8 horas, contando el tiempo a partir de cuándo empezó a hervir
- Al finalizar la extracción se evaporo el solvente en un rota vapor
- Se puso a peso constante nuevamente el matraz bola fondo plano en la estufa a 100-103 °C por un espacio de doce horas
- Transcurrido el tiempo, se sacó, enfrió y pesó
- Calcular

CÁLCULOS

Formulas:

$$\%E. E. = \frac{\textit{peso del matraz con grasa} - \textit{peso del matraz solo}}{\textit{g muestra}} \times 100$$

3.4.3.2.5 DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA



Figura 8. Imagen Determinación de Fibra Cruda

La cantidad de fibra cruda se determina con el material desengrasado, y se hace reaccionar con ácidos y álcalis en caliente; el residuo se seca y se calcina, la diferencia de pesos entre los residuos seco y calcinado corresponde a la fibra cruda.

PROCEDIMIENTO

- Se pesaron 2 g de muestra previamente desengrasada.
- Se colocó en un vaso de Berzelius
- Se agregó 100 ml de solución de ácido sulfúrico 0.255 N
- Se colocaron en una parrilla de calentamiento por un período de treinta minutos contados a partir de cuándo empezó a hervir, al hervir se bajó la temperatura, para que se mantuviera en ebullición suave.
- Transcurrido el tiempo se sacó y filtro a través de una tela de lino, se lavó con 3 porciones de 100 ml de agua destilada caliente.
- Se pasó la fibra (residuo que quedo en la tela de lino) al vaso de Berzelius con 100 ml de solución de hidróxido de sodio 0.013 N y se colocaron en la parrilla de calentamiento por 30 minutos
- Transcurrido el tiempo se sacó y filtro a través de lino, lavando con 3 porciones de agua destilada caliente
- Se escurrió el exceso de agua presionando la tela de lino

- La tela de lino se sacó del embudo, se extendió y retiró la fibra con una espátula, depositándola en un crisol de porcelana
- Se puso a peso constante en la estufa a 100-103°C, por 12 horas
- Transcurrido el tiempo, se sacó de la estufa, se dejó enfriar y se pesó
- Se pre incinero la muestra en parrillas y se metió a la mufla a 600°C por tres horas.
- Transcurrido el tiempo, se extrajo de la mufla, se enfrió y se pesó.
- Calcular

CÁLCULOS

Formulas:

$$\%FC = \frac{\text{peso del crisol con fibra seca} - \text{peso el crisol fibra cenizas}}{\text{g de muestra}} \times 100$$

3.4.3.2.6 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS POR EL MÉTODO MACROKJELDHAL



Figura 9. Imagen Determinación de Proteínas.

Está basado en la combustión húmeda de la muestra calentándola con ácido sulfúrico concentrado en presencia de catalizadores metálicos, para efectuar

la reducción de nitrógeno orgánico de la muestra a amoníaco, el cual es retenido en solución como sulfato de amonio. La solución de la digestión se hace alcalina y se destila o se arrastra con vapor para liberar el amónico que es atrapado en ácido bórico valorándose el ácido no neutralizado por medio de titulación.

PROCEDIMIENTO

Digestión

- Se pesó 1 g de muestra de pan sobre papel filtro.
- Se pasó a un matraz Kjeldhal de 800 ml.
- Se agregaron 4 perlas de vidrio (para que estuviera en ebullición constante).
- También se puso una cucharada de catalizador, mezcla reactiva de selenio.
- Se adicionaron 30 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- Se conectó al aparato Kjeldhal en la sección de digestión, y encendió el extractor de humos.

Destilación

- Se diluyó con 300 ml de agua destilada el resultado de la digestión.
- Se dejó enfriar a chorro de agua.
- En un matraz Erlenmeyer de 500 ml. Se agregó 50 ml de ácido bórico al 4% y cuatro gotas de indicador mixto (rojo de metilo y verde bromocresol).
- Se agregó al matraz Kjeldhal 110 ml de hidróxido de sodio al 45% y tres granallas de zinc, (no se debe agitar, para evitar salpicaduras por la reacción).
- Se conectó a la parte destiladora del Kjeldhal y se abrió la llave del agua.
- Recibiendo 250 ml del destilado.

Titulación

- Se tituló con ácido sulfúrico $N=0.1086956$ (cambio a color azul a rojo).
- Se realizaron los cálculos

CÁLCULOS

Formulas:

$$\%N = \frac{(ml \text{ gastados de la muestra} - ml \text{ del blanco})(N \text{ del acido})(0.014)}{g \text{ de muestra}} \times 100$$

% P = (%N) (Factor de conversión)

Factor de conversión depende del tipo de alimento.

3.4.3.2.7 MINERALES



Figura 10. Imagen del equipo el cual se determinó (Potasio, fierro, magnesio y calcio).

Método Húmedo

La materia orgánica de la muestra se oxida empleando ácidos y agentes oxidante. Se emplea de preferencia en la oxidación ácidos nítrico y perclórico, se requiere forzosamente el uso de una campana extractora.

PROCEDIMIENTO

- Se pesó 1 g de la muestra molida y deshidratada
- Se colocó en un vaso de precipitados de 80 ml
- Se agregó una mezcla de ácido perclórico y nítrico en una relación 1:3, es decir 120 ml de ácido perclórico y 360 ml de ácido nítrico (12muestras)
- Se agregó a cada vaso 40 ml de esta mezcla
- Se colocaron los vasos en una parrilla de calentamiento y se taparon con vidrio de reloj; hasta que cambie a un color verde claro

- Se filtró sobre papel filtro sin cenizas No. 42, en un matraz volumétrico de 100 ml
- Se aforó hasta la marca con agua des ionizada
- Procediendo a la lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica
- Se registraron los datos del mineral (potasio, fierro, magnesio y calcio).

3.4.3.2.8 DETERMINACIÓN DE FÓSFORO



Figura 11. Imagen del equipo el cual se determinó la absorbancia para el (Fosforo).

El fósforo presente en forma de fosfatos en los alimentos, reacciona con el reactivo llamado molibdato de amonio en medio ácido para producir el complejo de fosfomolibdato de amonio, el cual en presencia de un agente reductor (ANSA-bisulfito) produce un complejo de color azul, azul de molibdeno, cuya absorbancia se mide en 640 nm. La intensidad de color es proporcional a la concentración de fósforo en la muestra.

PROCEDIMIENTO

Los reactivos que se utilizaron:

1. Solución Patrón de Fosforo (para curva estándar).

Disolver 0.4394 g de fosfato monobásico, añadir 300 ml de agua destilada y 200 ml de ácido sulfúrico 1N mezclar hasta disolver la sal y completar hasta un litro con agua destilada. Esta solución contiene 0.1 mg de fosfato/ml de solución.

2. Solución de Molibdato de Amonio.

- ❖ Solución de ácido sulfúrico 10 N.

Mida 280 ml de ácido sulfúrico concentrado y complete a un litro con agua destilada.

Disuelva 2.5 g de molibdato de amonio en 20 ml de agua, agregue 30 ml de ácido sulfúrico 10 N y diluya hasta 100 ml con agua destilada en un matraz de aforación.

3. Solución de ácido amino naftol sinfónico (ANSA).

- ❖ Solución bisulfito de sodio al 15 %

Pesar 15 g de bisulfito de sodio y diluir a 100 ml con agua destilada.

- ❖ Solución de sulfito de sodio al 20 %

Pesar 20 g de sulfito de sodio y diluir hasta 100 ml con agua destilada.

Pesar 0.250 g de ANSA, añada 7.5 ml e bisulfito de sodio al 15 % y 2.5 ml de sulfito de sodio al 20 % si todo el ANSA no se disuelve añadir 0.5 ml de solución en reposo durante la noche y filtre si es necesario, sobre el papel Wachtman No. 41, pasado este tiempo almacenar en frascos color ámbar. Completando volumen de 500 ml.

La muestra seca, se pesa, quema y añade 10 ml de HCL al 50 %, se evapora el ácido, se filtra y se afora con agua destilada en un matraz de 50 ml. Tomar una alícuota con una pipeta (1 ml) de la solución, añadir 5 ml de molibdato de amonio y 2 ml de ANSA.

Se mezcla hasta combinar todos los reactivos, se deja en reposo por 20 minutos y se lee la transmitancia o absorbancia, utilizando un blanco para calibrar el aparato (fotocolorímetro o espectrofotómetro).

La longitud de onda utilizada es 640 nm.

Con el dato obtenido encontrar la concentración parcial del fosforo por medio de la curva estándar y ajustar este valor con la cantidad de muestra que se pesó.

Construir una curva en papel milimétrico utilizando los valores corregidos por el método de regresión lineal, colocando los datos de absorbancia en el eje de las Y, y la concentración de fosforo (ppm) en el eje de las X. Los miligramos de fósforo se obtienen de la gráfica.

3.4.3.2.9 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA POR EL METODO DE “MICROKJELDHAL EN LA HARINA DE GARBANZO”.



Figura 12. Imagen Determinación de proteína.

PROCEDIMIENTO

Digestión

- Pesar 0.5 gr de muestra, se envolvió en papel filtro.
- Pasar la muestra a un matraz Kjeldhal de 100 ml. Agregar 2 perlas de vidrio, y adicionar 4 ml de mezcla digestora.
- Se conectó al aparato e Kjeldhal, para su digestión esto hasta aparición de color verde cristalino.

Destilación

- El resultado de la digestión se vacía en la copita dl equipo de destilación.
- Se enjuago con poca agua destilada y se cierra la llave.
- Se adiciona NaOH al 50 % hasta la mitad del nivel de la copita. Se recibieron 6° ml del destilado en un vaso con 30 ml de ácido bórico al 2.2 % y 3 gotas de indicador mixto.

Titulación

- Se tituló con ácido sulfúrico N=0.025 (cambio a color azul a rojo).
- Realizar cálculos correspondientes.

CÁLCULOS

Formulas:

$$\%N = \frac{(ml\ utilizados\ en\ la\ titulación - blanco)(N\ del\ ácido)(0.014)}{g\ de\ muestra} \times 100$$

%P= (%N) (Factor de conversión)

En este caso el factor de conversión a utilizar es el 6.25.

Determinación de materia seca total y cenizas.

Estos métodos se realizaron de acuerdo a los que fueron utilizados para el análisis del pan.

Estas determinaciones se mencionan en la parte de arriba.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un análisis de varianza (ANVA) y prueba de medias de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) donde se determinó la cantidad de materia seca total (MST), humedad (H), Cenizas (C), Extracto Etéreo o grasa total (EE), Fibra Cruda (FC), Proteína (P), Potasio (K), Magnesio (Mg), Calcio (Ca), Fósforo (P), Hierro (Fe) en cuatro formulaciones de pan (Control 100 % trigo, 75 % trigo y 25 % garbanzo, 50 % trigo y 50 % garbanzo, 25 % trigo y 75 % garbanzo); analizado con el paquete estadístico. Los resultados obtenidos se muestran en los siguientes cuadros.

Cuadro 6: Resultados de las medias de Materia Seca Total

Formulaciones	(%) MST	Tukey
Control	95.59	a
75%T25%G	95.28	a
50%T50%G	94.32	a
25%T75%G	96.05	a

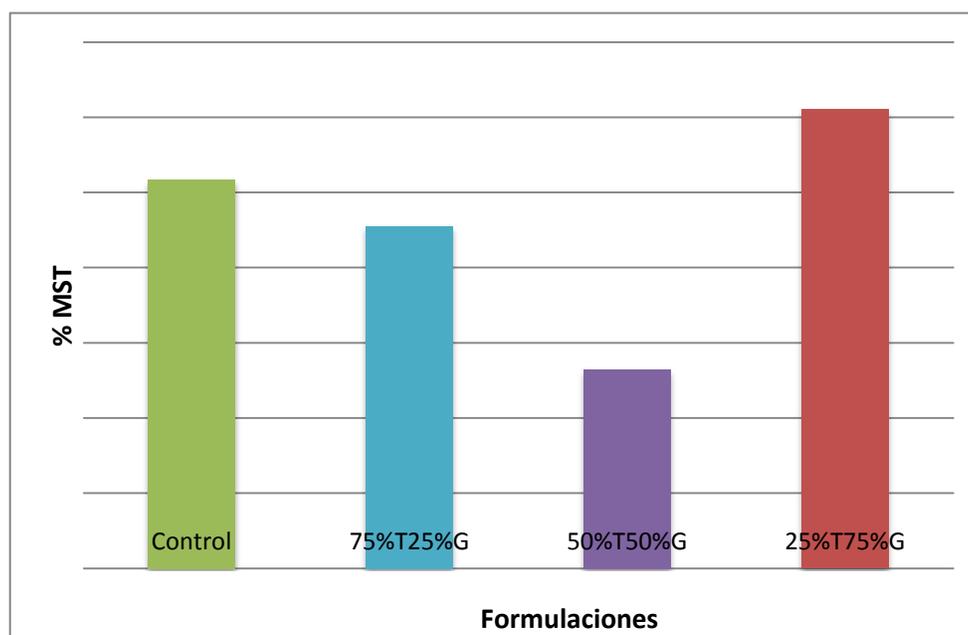


Figura 13. Contenido de materia seca total en los panes.

Los resultados obtenidos que se observan en el cuadro: 6 y en la figura 13; donde se muestra que las formulaciones control, 75T25G, 50T50G y 25T75G, son estadísticamente iguales, es decir presentan un contenido de materia seca total muy similar.

Cuadro 7: Resultados de las medias de Cenizas

Formulaciones	(%) C	Tukey
Control	3.07	d
75%T25%G	3.58	c
50%T50%G	3.83	b
25%T75%G	4.12	a

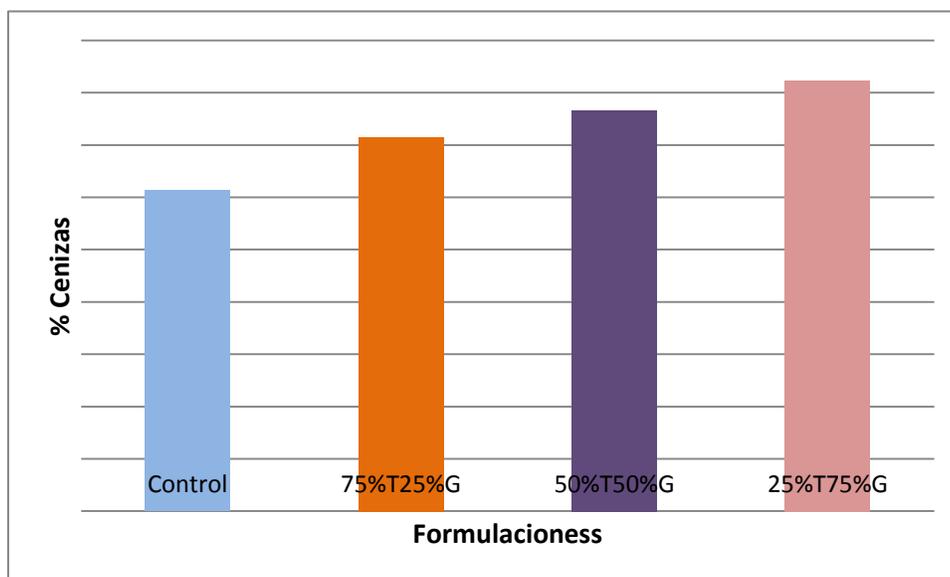


Figura 14. Contenido de cenizas en los panes.

Los resultados que se observan en el cuadro: 7 y la figura 14 muestran que todas las formulaciones; son diferentes estadísticamente en las diferentes formulaciones, por la concentración de harina de garbanzo incorporada. El control no se le adiciono harina de garbanzo por lo cual presenta un menor contenido de cenizas, mientras que las demás formulaciones 75%T25%G, 50%T50%G y 25%T75%G; que se les adiciono un cierto porcentaje de harina de garbanzo, presentan un incremento de cenizas.

De acuerdo a Figuerola R. (jun. 1987), donde nos menciona que la adición de harina de garbanzo aumento el contenido de cenizas, por lo cual mis resultados concuerdan con este.

Cuadro 8: Resultados de medias de Proteína

Formulaciones	(%) Proteína	Tukey
Control	13.43	d
75%T25%G	14.86	c
50%T50%G	16.11	b
25%T75%G	17.69	a

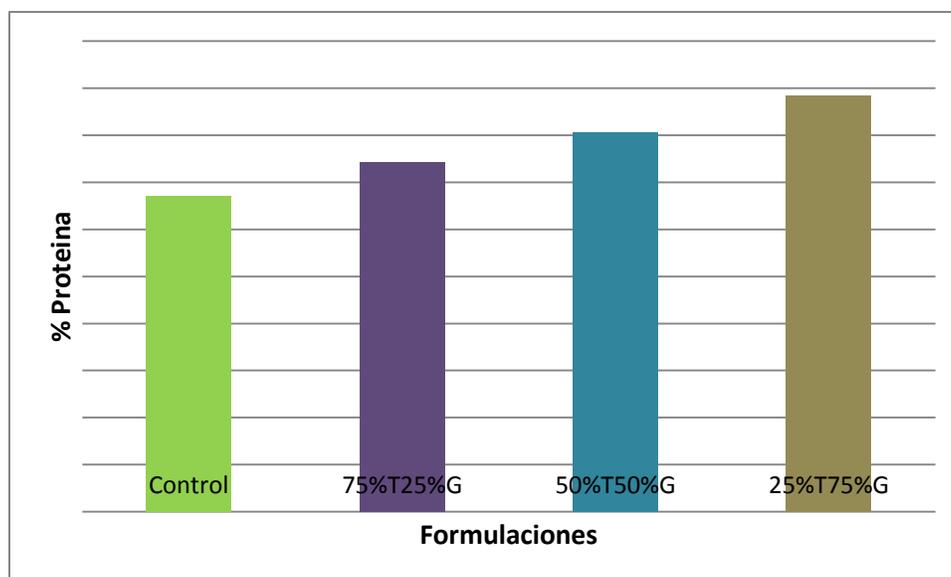


Figura 15. Contenido de proteína en los panes.

En el cuadro: 8 y la figura 15, se puede observar que el contenido de proteínas en el control y en los demás formulaciones son estadísticamente diferentes. Muestran un aumento en el contenido de proteínas.

De acuerdo con Figuerola R. (1987), la adición de harina de garbanzo aumenta el contenido de proteínas

Cuadro 9: Resultados de medias de Extracto etéreo o grasa total

Formulaciones	(%)Extracto etéreo o grasa total	Tukey
Control	6.65	b
75%T25%G	7.15	b
50%T50%G	8.47	a
25%T75%G	8.59	a

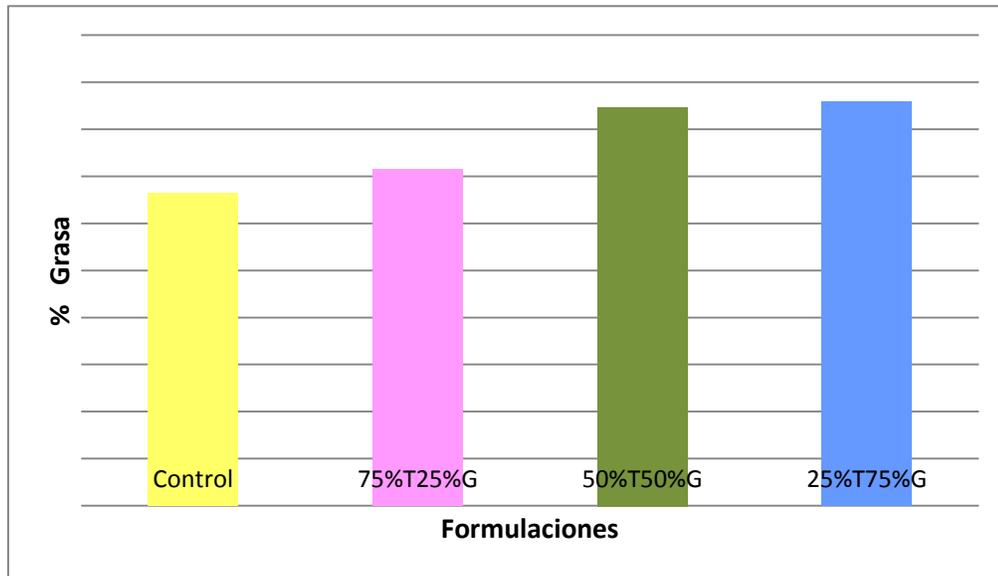


Figura 16. Contenido de grasa en los panes.

Los resultados de grasa que se observan en el cuadro: 9 y la figura 16, muestran un incremento gradual de acuerdo a las diferentes formulaciones.

De acuerdo con Mohammed *et al.* (2012) encontró que la harina de trigo comparada con la harina de garbanzo esta registró un mayor contenido de grasa que en la harina de trigo.

Cuadro 10: Resultados de medias de Fibra Cruda

Formulaciones	(%)Fibra Cruda	Tukey
Control	0.21	c
75%T25%G	0.34	c
50%T50%G	0.66	b
25%T75%G	1.08	a

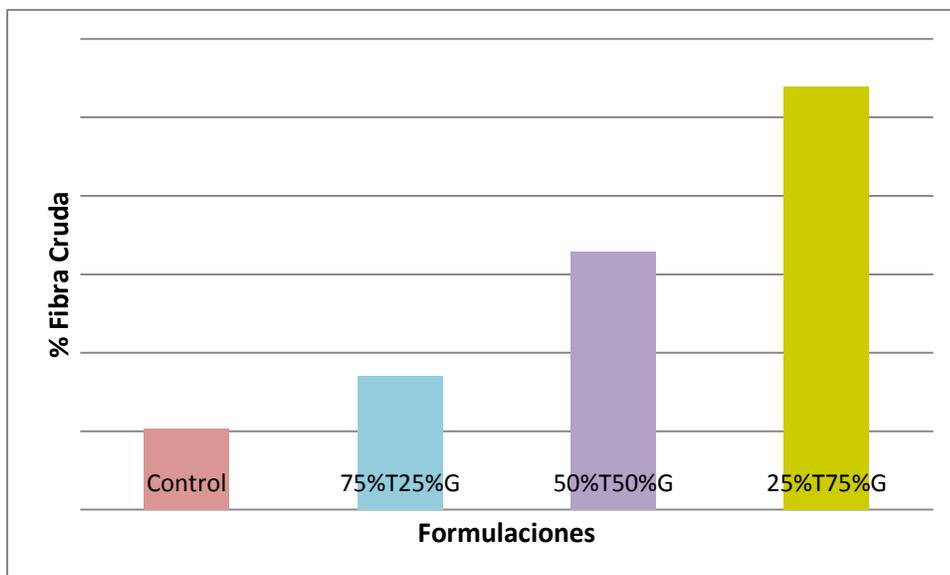


Figura 17. Contenido de fibra en los panes.

Como se puede observar el cuadro: 10 y la figura 17 existe un incremento de fibra gradual en las formulaciones; pudiéndose deber al porcentaje añadido de la harina de garbanzo en comparación con el control.

En estudios realizados por *Emami y Tabil* (2008), encontraron que la harina de garbanzo presenta más fibra que la de trigo.

Cuadro 11: Resultados de medias de Potasio

Formulaciones	Potasio (mg)	Tukey
Control	280.00	c
75%T25%G	523.33	b
50%T50%G	576.67	b
25%T75%G	693.33	a

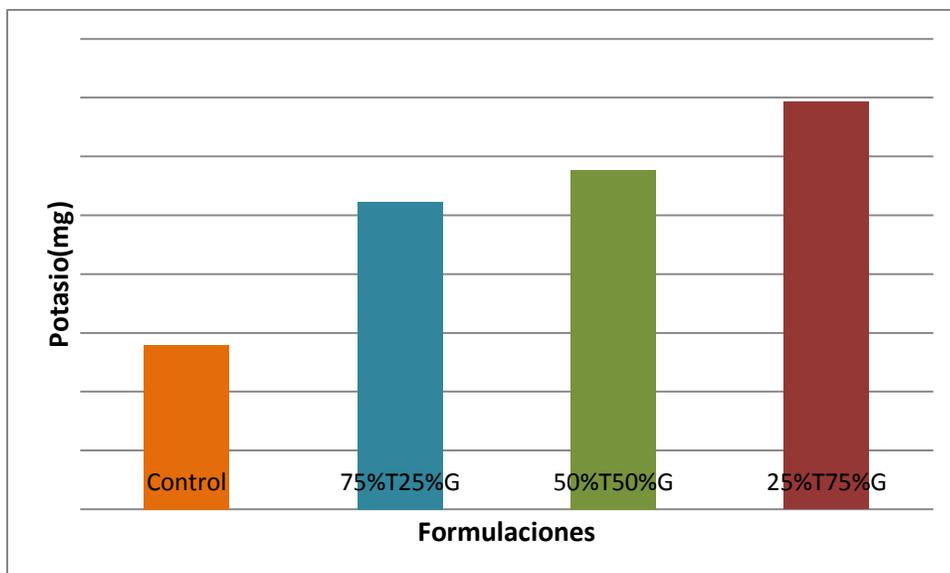


Figura 18. Contenido de potasio en los panes.

En la figura 19 y el cuadro: 11 muestra un incremento gradual del contenido de potasio en las diferentes formulaciones, esto probablemente debido al contenido de harina de garbanzo añadida a cada formulación; ya que el control al no tener harina de garbanzo tiene menor contenido de potasio. Según (Moreiras y col., 2007) en un estudio que realizó descubrió que el harina de trigo tiene menor contenido de potasio que la harina de garbanzo.

Cuadro 12: Resultados de medias de Magnesio

Formulaciones	Magnesio (mg)	Tukey
Control	93.33	b
75%T25%G	206.67	a
50%T50%G	273.33	a
25%T75%G	280.00	a

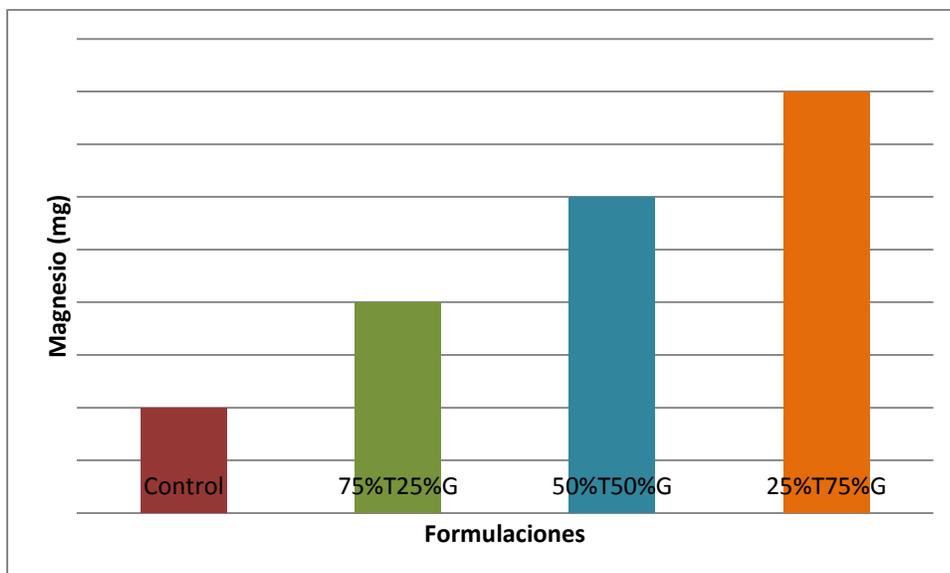


Figura 19. Contenido de magnesio en los panes.

De acuerdo al cuadro: 12 y la figura 20 las formulaciones son estadísticamente diferentes al control.

De acuerdo a un estudio (*Moreiras y col., 2007*) la harina de garbanzo presenta más contenido de este mineral que la harina de trigo.

Cuadro 13: Resultados de medias de Calcio

Formulaciones	Calcio (mg)	Tukey
Control	456.67	c
75%T25%G	690	bc
50%T50%G	1060.00	ab
25%T75%G	1283.33	a

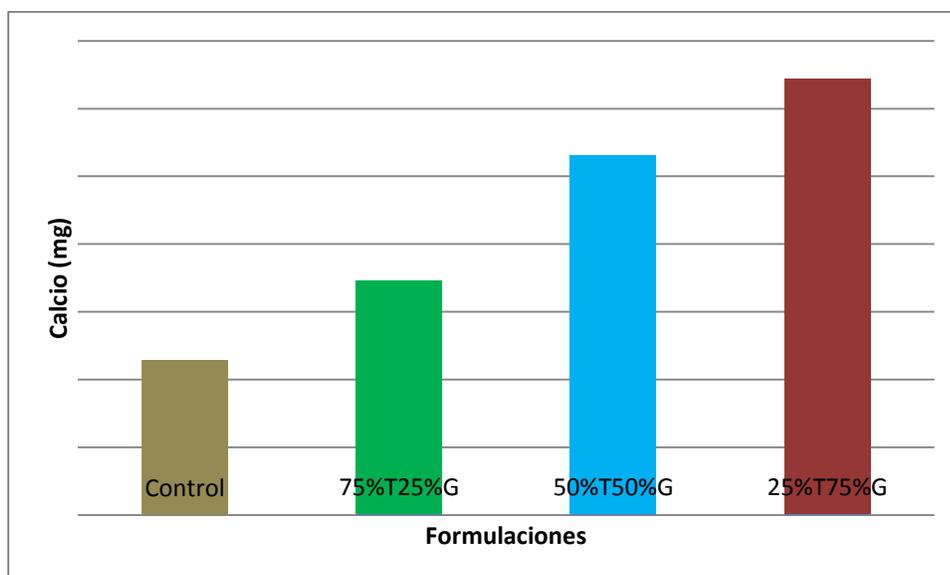


Figura 20. Contenido de calcio en los panes.

En el cuadro: 13 muestra que los resultados son estadísticamente diferentes, mostrando un aumento gradual de acuerdo a la cantidad de harina de garbanzo. El control mostro menor contenido de calcio.

Coincidiendo con el estudio realizado por (Moreiras y col., 2007) en donde la harina de garbanzo presento mayor contenido de calcio en comparación con la harina de trigo.

Cuadro 14: Resultados de medias de Fósforo

Formulaciones	Fósforo (mg)	Tukey
Control	171.97	d
75%T25%G	203.00	c
50%T50%G	221.21	b
25%T75%G	264.80	a

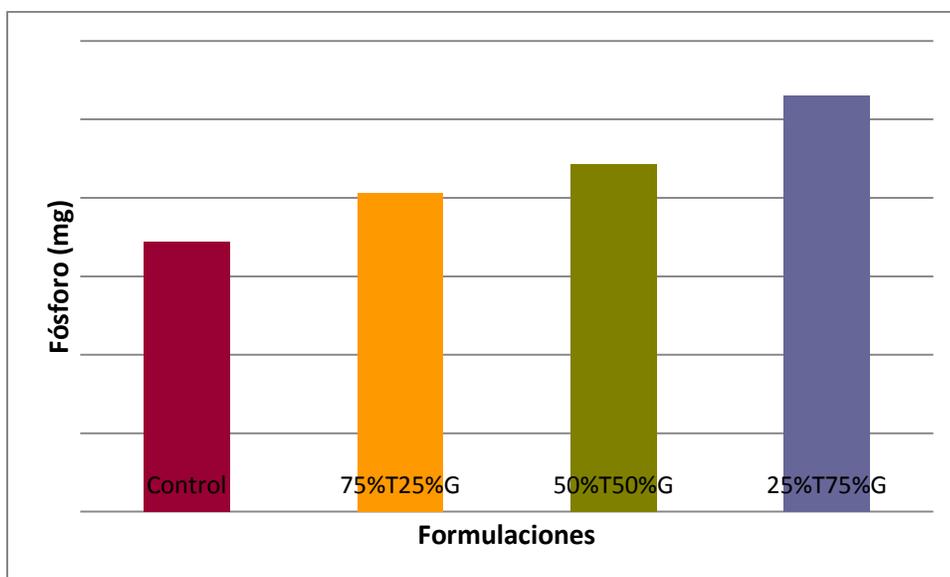


Figura 21. Contenido de fosforo en los panes.

En el cuadro: 14 y la figura 22, nos muestra un incremento gradual de fósforo presente en las formulaciones. El control presenta menor contenido de fósforo, en cambio los demás tratamientos que se les añadió harina de garbanzo muestran mayor presencia de fósforo, el tratamiento 25%T75%G es el que muestra en un mejor contenido de este mineral.

En un estudio realizado por (*Moreiras y col., 2007*) la harina de garbanzo es la que presenta un mayor contenido de fósforo en comparación con la harina de trigo.

Cuadro 15: Resultados de medias de Hierro

Formulaciones	Hierro (mg)	Tukey
Control	5.53	b
75%T25%G	5.63	b
50%T50%G	6.47	ab
25%T75%G	7.57	a

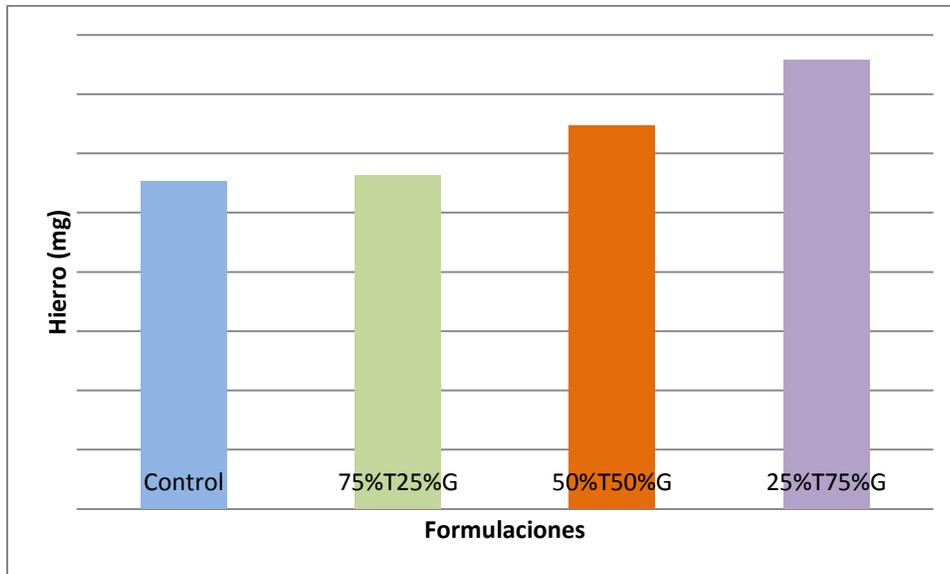


Figura 22. Contenido de hierro en los panes.

En el cuadro: 15 y la figura 19 nos muestra los resultados del contenido de hierro presente en las formulaciones. El tratamiento 75%T25%G fue el que mostro más contenido de hierro y el control, fue el que muestra menos en comparación de los demás tratamientos.

Moreiras y col., (2007), en estudios que realizo la harina de trigo tenia menor contenido de harina de trigo que la harina de garbanzo.

5. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos del presente trabajo, se concluye:

- Se elaboró un pan gourmet con cualidades nutritivas mejoradas, utilizando diversos porcentajes de harina de garbanzo y trigo; incorporando albahaca.
- Se evaluaron las características de la harina de garbanzo presentando la siguiente caracterización: 14.81 % de proteína, 3.31 % de cenizas o minerales, 6.60 % de extracto etéreo, 1120 mg de potasio, 1.5 mg de magnesio, 2.5 mg de calcio, 180.44 mg de fósforo y 6.6 mg de hierro.
- Se evaluó el contenido nutricional de las diferentes formulaciones mediante la caracterización química, mostrando que la mejor formulación fue la de 25T%-75%G, presentando: 17.69 % de proteína, 4.12 % de cenizas o minerales, 8.59 de extracto etéreo, 1.08 % de fibra cruda, 693.33 mg de potasio, 280.00 mg de magnesio, 1283.33 mg de calcio, 264.8 mg de fósforo, 7.57 mg de hierro.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Figuerola R., Fernando E; Estévez A., Ana María; Castillo V., Elena. (Jun. 1987).Suplemento de harina de trigo con harina de garbanzo (*Cicer arietinum*). Elaboración de las harinas y sus propiedades para panificación.
2. Aguilar Raymundo; J.f Vélez Ruiz. (2013) Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (*Cicer arietinum L.*).Universidad de las Américas Puebla, México.
3. Elizabeth P. Lezcano. Análisis de producto. Productos panificados.
4. Peralta, Romina B. Veas, Rodolfo E. A. (2014). Área de consolidación Gestión de la Producción de Agroalimentos. Garbanzo: Usos alternativos para generar valor agregado al descarte.
5. Alejandra González Toro. Desarrollo de un producto de panificación a partir de una harina compuesta de trigo, garbanzo y brócoli. UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA FACULTAD DE INGENIERÍA. INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL CALI 2012.
6. Francisco García Olmedo. PAPEL DE LA FERMENTACIÓN EN LA FABRICACIÓN DEL PAN.
7. Carolina Sánchez Verdugo, Janett Maritza Lucero Flores. (2012). Nichos de mercado de especies aromáticas orgánicas tipo gourmet.
8. Briseño-Ruiz, S.E., Aguilar-García, M, Villegas-Espinoza, J.A. 2013. El cultivo de la albahaca. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 33.
9. José Miguel Requena Peláez. (Junio de 2013). Harinas y derivados, féculas y almidones.
10. Patricia Urbieta. Cuidando nuestra salud, “Albahaca”.

11. J. M. Mesas, M. T. Alegre. (Diciembre, 2002). El pan y su proceso de elaboración. Ciencia y Tecnología Alimentaria, Vol.3.
12. Roxana Verdini; (2014). Alimentos Farináceos Cereales, Harinas y Derivados.
13. Reyes Moreno, Cuauhtémoc; Milán Carrillo, Jorge; Rouzaud Sandez, Ofelia; Garzón Tiznado, José A.; Mora Escobedo, Rosalba. (2002). Descascarillado/suavización/extrusión (DSE): alternativa tecnológica para mejorar la calidad nutricional del garbanzo (*Cicer arietinum* L.).
14. Buendía, O. (2008). "Manual de prácticas de tecnología de panificación semimecanizada". Editorial Impreso en Compuimpres. Universidad Autónoma Chapingo. (México).
15. Calaveras, J. (1996). Tratado de panificación y bollería. 1er edición. Amv ediciones y mundi-prensa s.a.
16. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database (FAOSTAT). (2009). FAOSTAT production statistics of crops.
17. Thompson J, Manore M, Vaughan L. (2008). Nutrición. Madrid: Pearson Educación.

PÁGINAS WEB

1. http://www.utm.mx/edi_anteriores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf
2. <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia>
3. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1692>.
4. http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/8111.pdf
5. <http://www.uco.es/dptos/bromatologia/tecnologia>
6. <http://www.insacan.org/racvao/anales/1991/articulos/03-1991-07.pdf>
7. <http://www.planeficienciaenergetica.es>
8. http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/prac_seg/prac_chap/PS-Productos-de-panaderia.pdf
9. <http://www.botanical-online.com/garbanzospropiedadesalimentarias.htm>
10. <http://www.botanical-online.com/spanishglossary.htm>
11. <http://www.dietas.net/nutricion/alimentos/el-garbanzo.html>
12. <http://www.saludybuenosalimentos.es/alimentos/?s1=Legumbres&s2=Secano&s3=Garbanzo>
13. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-28-cap-14-alimentos.pdf>
14. <http://www.edualimentaria.com/legumbres-composicion-y-propiedades>
15. <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-406-1982.PDF>
16. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/la/pere_g/capitulo3.pdf
17. http://www.naos.aesan.msssi.gob.es/csym/nutricion_saludable/nutrientes/
18. <http://www.alimentacion-sana.com.ar/Boletines/092.htm> (2007/0/25)
19. <http://fitomejoramiento2soya.blogspot.mx/2011/09/soya-planta-alogama-o-planta-autogama.html>
20. http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/salud/ramirez_v_s/cap2.pdf.