

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

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



**Desarrollo de un pan dulce funcional a base**

**de Chía, Linaza y Nuez**

**Por:**

**DIANA DELGADO BARRIENTOS**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**Saltillo, Coahuila, México**

**Mayo 2018**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

DESARROLLO DE UN PAN DULCE FUNCIONAL A BASE DE CHÍA, LINAZA Y  
NUEZ

Por:

Diana Delgado Barrientos

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

JURADO EXAMINADOR

  
M.E. Laura Oliva Fuentes Lara

Asesor principal

  
Dr. Adalberto Benavides Mendoza

Coasesor

  
Dr. Antonio F. Aguilera Carbó

Coasesor

  
Dr. José Dueñez Alanís

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



Saltillo, Coahuila, México; Mayo de 2018

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios** porque sin él no soy nada por darme esa fuerza para no rendirme y por cada momento vivido que me ha llenado de experiencias. Y siempre dejar las cosas a Dios él sabe lo que es lo mejor para mí.

Y sobre todo gracias a Dios por darme la mejor familia que tengo.

A mi padre **Paulo Delgado Juárez** que ha tenido que trabajar fuera para darnos un mejor futuro, enseñándonos a trabajar, por su cariño y por siempre estar pendiente de mis hermanos y de mí. Este trabajo es de usted.

A mi madre **María Rosalía Barrientos Pérez** me ha enseñado a trabajar y a nunca darme por vencida, siempre brindándome su apoyo incondicional sus consejos, por apoyarme a cumplir mis sueños sin usted no hubiera podido terminar. Este trabajo es de usted.

A mi hermana **Esmeralda Delgado Barrientos** ella asido un ejemplo a seguir haciéndome ver que en esta vida nada es fácil, detrás del éxito está el trabajo la constancia y nunca darse por vencida. Brindándome su apoyo en todo lo que podía.

A mi hermano **Paulo Delgado Barrientos** siempre dándome sus consejos su apoyo incondicional. Gracias porque cuando empecé a estudiar siempre me ibas acompañar a esperar el autobús, no importaba las condiciones del clima tú estabas siempre acompañándome.

A mi hermano **Raúl Delgado Barrientos** me ha enseñado a salir adelante a no rendirme, él que me escucha, siempre transmitiendo esa felicidad que te caracteriza. Gracias Raúl por tú apoyo incondicional y por contribuir a realizar mi tesis.

A mi hermano **Uriel Delgado Barrientos** gracias por creer en mí, por depositarme esa confianza que me tienes, por ser tan espontaneo en decir lo que piensas. Estoy agradecida por tu apoyo.

A mi hermano **Bulmaro Delgado Barrientos** el pequeño de la casa siempre con sus travesuras es el que aporta esa alegría. Con el que puedo jugar ajedrez horas y siempre es incierto quien ganara.

**M.E. Laura Oliva Fuentes Lara** gracias por transmitirme sus conocimientos en las clases y en la elaboración del trabajo por sus acertadas correcciones me permitieron conocer más sobre el tema e investigar. Por su apoyo incondicional en todo momento, tenerme paciencia. Es una gran profesora estoy muy agradecida por todo lo que ha hecho por mí.

**Dr. Xóchitl Ruelas Chacón** por ayudar en mi formación durante la época universitaria, dedicando tiempo para escucharme y apoyarme.

**Dr. Antonio Aguilera Carbó** Gracias por contribuir para la elaboración de este trabajo y por las clases impartidas durante mi época universitaria.

**Dr. Adalberto Benavides Mendoza** Gracias por ayudar en la elaboración de este trabajo.

**T.L.Q. Carlos Arévalo San Miguel** por su colaboración del experimento en el laboratorio y compartirme sus conocimientos.

**Carla Janeth Morales Luna** desde el inicio de la carrera has sido mi gran amiga, cómplice durante toda la carrera, siempre estabas conmigo apoyándome, dándome consejos. Íbamos a todas partes, siempre riéndonos de todo lo que nos pasaba, espero que nuestra amistad perdure para toda la vida.

**Roció Eleuterio García** por compartir tú amistad conmigo por estar en los buenos y malos momentos siempre que lo he necesitado motivándome para que nunca me deje vencer gracias.

**Claudio Pérez Delgado** eres uno de los mejores primos que tengo siempre con ese entusiasmo que te distingue.

Compañeros, amigos por su apoyo moral porque ustedes han hecho que yo quiera terminar mi tesis además de seguir preparándome profesionalmente. **Brenda,**

**Jareth, Esme, Rosi, Abigail, Norma, Vero y Jessica** por depositar su confianza y apoyo incondicional.

Para finalizar con broche de oro. **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** es una de las mejores etapas de mi vida nunca me imaginé lo que me iba a pasar en la universidad, me llevo recuerdos inolvidables de las aulas, estaré infinitamente agradecida por que me dio la oportunidad aparte de estar estudiando la carrera que siempre soñé, me permitió seguir preparándome en mi pasión que es el ajedrez como también la gran oportunidad de conocer otro país.

## **DEDICATORIAS**

A Dios sin en él no había podido culminar mis estudios siempre encomendándome a él para que todo se haga de acuerdo a su voluntad.

A mis padres Paulo Delgado Barrientos y María Rosalía Barrientos Pérez quienes han deseado lo mejor para mi vida, me han dado lo que necesito, son mi orgullo y ustedes hacen que mi vida tenga sentido.

Solo me queda agradecer a Dios por la familia que tengo y todo lo que hago espero que se sientan orgullosos de mi porque este logro no es mío es de ustedes gracias. Han contribuido para que logre mi sueño. Estaremos juntos aunque estemos lejos.

## ÍNDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>i</b>
<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>iii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>viii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2. OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
1.2.1. Objetivo general.....	4
1.2.3. Objetivos específicos .....	4
<b>2. Revisión de Literatura</b> .....	<b>4</b>
2.1. Pan.....	4
2.1.1. Pan especial .....	5
2.1.2. Categoría de panes .....	5
2.1.3. Valor nutricional del pan .....	6
2.1.4. Vitaminas del pan .....	7
2.1.5. Sistemas de elaboración del pan.....	7
2.1.6. Los consumidores se inclinan por nuevas presentaciones de pan .....	8
2.2. Descubrimiento de los ácidos grasos.....	9
2.2.1. Ácidos grasos .....	10
2.2.2. Clasificación de ácidos grasos.....	10
2.2.3. Ácidos grasos indispensables en el organismo .....	11
2.2.4. Aceites esenciales .....	13
2.2.5. Beneficio de consumir omega 3 ( $\omega$ 3).....	13
2.3. Frutos secos.....	14
2.3.1. Fruto seco Nuez.....	15
2.4. Generalidades de las Semillas.....	16
2.4.1. Semilla de Linaza.....	16
2.4.2. Semilla de Chía.....	17
2.4.3. Aplicaciones de la chía .....	18

2.4.4. Análisis de chía y linaza.....	19
2.5. Principales ingredientes en la elaboración del pan dulce.....	21
2.5.1. Harina de trigo .....	21
2.5.2. Levadura.....	22
2.5.3. Agua .....	22
2.5.4. Sal.....	23
2.5.5. Huevo .....	23
2.5.6. Lácteos .....	23
2.5.7. Ingredientes complementarios.....	24
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
3.1. Localización .....	24
3.2. Materia prima utilizada para la preparación del pan dulce .....	24
3.3. Material y equipo utilizado para la elaboración del pan dulce .....	25
3.4. Equipo y material utilizado en el análisis bromatológico .....	25
3.5. Reactivos .....	26
3.6. Proceso de elaboración para el pan dulce .....	27
3.7. Análisis bromatológico de acuerdo al A.O.A.C. (1990) .....	29
3.7.1. Determinación de Materia Seca Parcial.....	29
3.7.2. Determinación de materia seca total.....	30
3.7.3. Determinación de ceniza .....	31
3.7.4. Determinación de Proteína Cruda por el método de Kjeldhal .....	31
3.7.5. Determinación de Extracto Etéreo o Grasa por el método de Soxhlet..	33
3.7.6. Determinación de Fibra.....	34
3.7.7. Determinación de ácidos grasos por el método de cromatografía de gases .....	35
<b>4. Resultados y Discusión .....</b>	<b>37</b>
4.1 Caracterización química.....	38
4.2.2 Materia seca total.....	38
4.2. Determinación de Cenizas .....	39
4.3. Extracto etéreo.....	40
4.4. Proteína cruda.....	42
4.4. Fibra Cruda .....	44

4.5. Extracto libre de Nitrógeno.....	46
4.6. Contenido energético (kcal/100 g) .....	47
<b>5. Conclusiones.....</b>	<b>53</b>
<b>6. Referencias bibliográficas.....</b>	<b>54</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pan dulce Horneado en las diferentes formulaciones .....	28
Figura 2 Cromatógrafo de gases, marca Perkin Elmer Autosistem XL, en donde se analizaron las muestras .....	36



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ácidos más frecuentes en los alimentos .....	6
Tabla 2: Ácidos más frecuentes en los alimentos .....	12
Tabla 3: Composición de los ácidos grasos de la chía y linaza %/100 g .....	14
Tabla 4: Composición de ácidos grasos de los aceites de semillas .....	20
Tabla 5: Formulación para el pan dulce .....	27
Tabla 6: Resultado de medias % de Materia Seca Total.....	38
Tabla 7: Resultado de medias % de Cenizas.....	39
Tabla 8: Resultado de medias % del Extracto Etéreo .....	40
Tabla 9: Resultados de medias para él % de PC .....	42
Tabla 10: Resultados de medias para él % de FC .....	44
Tabla 11: Resultados de medias para él % de EE .....	46
Tabla 12: Resultados de medias para él contenido energético.....	47
Tabla 13 Composición de Ácidos grasos y su concentración en las diferentes formulaciones.....	49
Tabla 14: Comparación de Ácidos Grasos Esenciales en pan dulce (100 g).....	51

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 (%) de materia seca total .....	39
Gráfico 2 % de Cenizas.....	40
Gráfico 3 % Extracto Etéreo .....	41
Gráfico 4 (%) de Proteína Cruda .....	42
Gráfico 5 (%) de FC .....	44
Gráfico 6 (%) de Extracto libre de Nitrógeno .....	46
Gráfico 7 (%) de Contenido Energético (kcal) .....	48

## RESUMEN

Hoy en día México es uno de los países que tiene más problemas de obesidad empezando desde los niños hasta la gente adulta.

Debido a los hábitos alimenticios que tienen, el sedentarismo y la falta de ejercicio.

Los consumidores se inclinan a consumir alimentos con un alto valor calórico, lípidos, azúcares entre otros y bajos en proteína, vitaminas, fibra.

En el presente trabajo se desarrollaron cinco formulaciones de pan dulce: Formulación testigo (FT), formulación nuez (FN), formulación chía (FCH), formulación linaza (FL) y Formulación de los tres ingredientes (FM).

Los ingredientes principales fueron: Nuez, Chía y Linaza los cuales son ricos en ácidos grasos que tiene como función: Satisfacer las necesidades del consumidor proporcionándole un beneficio a la salud además de otorgar los nutrientes necesarios para el organismo.

Se realizó la caracterización química con las siguientes variables: Humedad (% H), Materia Seca Total (% MST), Cenizas (% C), Proteína Cruda (% PC), Extracto etéreo (% EE), Fibra Cruda (% FC), Contenido energético (kcal/100 g); análisis de Ácidos grasos mediante cromatografía de gases.

La mejor formulación fue la (FL) debido a que presento ácido oleico ( $\omega 9$ ) con 0.2982, ácido linoleico ( $\omega 6$ ) 0.5280, ácido linolénico ( $\omega 3$ ) 0.3002 y ácido linolénico con 0.0463 %

**Palabras claves:** Pan dulce, Chía, Linaza, Nuez Ácidos grasos.

Correo electrónico: Diana Delgado Barrientos, diana0553@hotmail.com

## I. INTRODUCCIÓN

En la Época Neolítica, el hombre conoce ya las semillas y cereales, y sabe que una vez triturados y mezclados con agua, dan lugar a una papilla. Este hombre olvida la papilla en una especie de olla, al volver encuentra una torta granulada, seca y aplastada, el primer pan acaba de tomar forma (Imarchesanic, 2013).

Existe evidencia de la fabricación de pan y de la utilización de levaduras desde el año 2300 a. C. en que los egipcios descubrieron de forma casual el proceso de la fermentación. A partir de este descubrimiento, la fabricación de pan se convirtió en un oficio que se fue extendiendo por todo el mundo. Para la fabricación del pan, se necesitaban levaduras, y en el tiempo de los romanos, estas levaduras se obtenían de la superficie de los cuencos de vino fermentado, y se descubrió que servían perfectamente para fabricar el pan. Hoy en día se sabe que este proceso de fermentación lo realiza una levadura, *Saccharomyces cerevisiae* (Capel, Varela, 1991; Tejera, 1993).

Durante la Edad Media sobrevino en Europa una época de carestía. Las cosechas de cereal descendieron notablemente, con lo que el consumo de pan blanco el más valorado quedó reducido a las clases pudientes y su elaboración se centró en los monasterios mientras que los más pobres volvieron al consumo de panes más bastos, elaborados con otros cereales y sin apenas cocción (Capel, Varela, 1991; Tejera, 1993).

A finales del Siglo XII la situación comienza a recuperarse y el pan vuelve a extenderse como alimento básico a toda la población. Se crean entonces los gremios de panaderos, reconocidos como los “profesionales del pan” y regulados por el gobierno (Capel, Varela, 1991; Tejera, 1993).

A finales del siglo XVIII con los progresos en la agricultura aumentan considerablemente las cosechas de trigo. Además, se mejora el molino, con los que

se crean harinas más finas. Al aumentar la oferta el pan baja su precio y el pan blanco se generaliza para toda la población (Capel, Varela, 1991; Tejera, 1993).

En el siglo XIX las mejoras se continúan. Además de la invención del molino de vapor, los panaderos de este tiempo se dieron cuenta que si tras la cocción se aireaba la masa, ésta esponjaba aún más a la vez que el sabor del producto final era más intenso y así elaboraban el pan tal y como lo hacemos hoy en día (Capel, Varela, 1991; Tejera, 1993).

En México, la panificación tradicional es una de las industrias más importantes dentro de la industria alimentaria, sólo después de la industria de la tortilla de maíz y molienda de nixtamal (Secretaría de Economía, 2017).

Siete entidades de la República concentran poco más de la mitad de las unidades económicas dedicadas a la industria panificadora: Estado de México, Veracruz, Puebla, Oaxaca, Ciudad de México, Sonora y Michoacán (Secretaría de Economía, 2017).

El pan dulce a granel, elaborado principalmente en las panaderías tradicionales, concentró el 43 % del gasto de los hogares que se destinaron a productos de panificación durante el año 2013, con lo que ocupó el primer lugar entre los productos preferidos por los consumidores en este sector, de acuerdo a cifras publicadas por el INEGI (CANIMOLT, Reporte Estadístico 2014).

## 1.1. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad cada vez son más las personas que manifiestan enfermedades a temprana edad debido a una mala alimentación. Ya que las personas están más ocupadas y no le prestan atención a lo que consumen otro factor importante es que para comer saludable su precio es más elevado y el grueso de la población optan por comer un alimento con un bajo costo sobre todo que satisfaga por un tiempo el hambre.

Hoy en día el pan es un elemento básico en la dieta de los mexicanos debido a que lo consume en la mañana o en la noche además de que existe una gran variedad, más que nada les es fácil de encontrar en los súper mercados, en la tienda de conveniencia entre otras.

El pan es accesible para el consumidor aunque la mayoría de las veces no se preocupa por lo que está consumiendo y en realidad algunos productores compran la materia prima deficiente en nutrientes o en mal estado; como también la mayoría de los productos tienen alto contenido de aditivos colorantes para así ser más atractivos a la vista del consumidor. Lamentablemente al empresario lo único que le importa es la cantidad y no la calidad del producto que ofrecen.

Por otra parte así como hay pan dulce que te perjudica al consumirse también existe el que beneficia a la salud. El cual es elaborado con harina de trigo; contiene fibra, vitamina B entre otros nutrientes. Los frutos secos en este caso tienen alto contenido de ácidos grasos, antioxidantes, fibra, vitaminas entre otros.

Se necesitan alimentos que tengan características organolépticas deseables para el consumidor además de que tenga beneficios para la salud.

Debido a las circunstancias que se están presentando en la población. El objetivo de este proyecto es elaborar un pan dulce con frutos secos (semillas de chía, linaza y nuez) que contienen un gran aporte nutricional para el organismo en este caso los ácidos grasos lo que se pretende es que la población en general tenga un alimento con propiedades funcionales. Se determinará el contenido de ácidos grasos

mediante cromatografía de gases el cual nos mostrará cual formulación es la que presenta mayores cualidades nutricionales en base a los ácidos grasos esenciales.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo general**

Elaborar un pan dulce utilizando mezclas de diferentes frutos secos y semillas para verificar cualidades nutricionales.

### **1.2.3. Objetivos específicos**

- Identificar los ácidos grasos esenciales en las diferentes formulaciones mediante método de cromatografía de gases.
- Evaluar cual formulación presenta mayor contenido nutricional, en cuanto a cantidad de ácidos grasos esenciales.

## **2. Revisión de Literatura**

### **2.1. 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 panadería, como *Saccharomyces cerevisiae* (Tejero, 1992-1995; Madrid y Cenzano, 2001; Callejo, 2002).

### 2.1.1. Pan especial

- Al que se le haya añadido cualquier aditivo y/o coadyuvante tecnológico de la panificación autorizados para panes especiales, tanto a la masa panaria como a la harina.
- En el que se haya utilizado harina enriquecida.
- Al que se le haya añadido cualquier ingrediente que eleve suficientemente su valor nutritivo.

Que no lleve sal o microorganismos de la fermentación, voluntariamente añadidos (Boatella, *et al.*, 2004).

### 2.1.2. Categoría de panes

- **Pan integral:** Es elaborado con harina integral.
- **Pan con grañones:** Elaborado con harina integral al que se le ha añadido grañones convenientemente tratados.
- **Pan de Viena y pan francés:** Es el pan de flama elaborado a base de masa blanda, entre cuyos ingredientes deben estar, además de los básicos, azúcares, leche o ambos a la vez, en la cantidad suficiente para una buena práctica de fabricación.
- **Pan aglutinado:** (gluten añadido).
- **Pan tostado:** Es el que después de su cocción, es cortado en rebanadas y sometido a un tostado y envasado.
- **Biscote:** Es el que después de su cocción en moldes con tapa, es cortado en rebanadas y sometido a tostado y envasado.
- **Colines:** Son los fabricados con una masa panaria que contiene la cantidad suficiente de grasa para una buena práctica de fabricación, laminada, cortada en cilindros, fermentada y horneada.
- **Pan de otro cereal:** Aquel en que se emplea harina de trigo mezclada con harina de otro cereal en una proporción mínima del 51 % y recibe el nombre de este último cereal.

- **Pan enriquecido:** Aquel en cuya elaboración se han incorporado harinas enriquecidas.
- **Pan de molde o americano:** Aquel que tiene una ligera corteza blanda y que para su cocción ha sido introducido en molde.
- **Pan rallado:** Es el producto resultante de la trituración industrial del pan. Se prohíbe fabricarlo con restos de pan procedentes de establecimientos de consumo.

Por razones de sus ingredientes adicionales, además de su forma externa o el procedimiento de su elaboración son también panes especiales los siguientes:

Pan bizcocho, pan dulce, pan de frutas, palillos, bastones, entre otros (Hernández, *et al.*, 2013).

### 2.1.3. Valor nutricional del pan

Está ligado a los componentes utilizados en su fabricación, en este caso la composición nutricional del pan fresco depende del tipo de harina utilizada; Trigo, maíz, centeno; el grado de extracción de la harina: Harina integral, harina blanca refinada; la adición de otros productos para darle un sabor, textura o aroma especial: Aceite, especias, grasas, azúcar, leche, huevo, entre otras o la fortificación o enriquecimiento de las harinas en algún tipo de nutriente, fundamentalmente, calcio y hierro (Vázquez, 2005).

**Tabla 1 Ácidos más frecuentes en los alimentos**

VARIEDAD	ENERGÍA	AGUA (g)	PROTEÍNAS (g)	LÍPIDOS (g)	GLÚCIDOS (g)	FIBRA (g)
Pan blanco (común)	261	34,9	8,5	1,6	51,5	3,5
Pan integral	221	44,6	7	2,9	38	7,5
Pan blanco tostado	262	37,5	6,8	4,4	46	5,3
Pan de centeno	230	40,5	6,2	1	45,8	6,5
Pan de molde	272	34,9	7,8	3,8	49,9	3,6
Pan de molde integral	259	36,1	10,9	3	44	6
Pan tipo hamburguesa	271	36,2	7,5	4,7	47,5	4,1

Fuente:(Ortega, *et al.*, s.f.) Recuperado de <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM009863.pdf>



#### **2.1.4. Vitaminas del pan**

Respecto a las vitaminas que contiene el pan, destacan algunas del complejo B, especialmente B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub> y niacina, así como folatos. De hecho, el consumo de 100 g de pan blanco se cubre más del 5 % de las ingestas diarias recomendadas para la vitamina B<sub>1</sub>, niacina, folatos, pantoténico y con 100 g de pan integral se cubre más del 5 % de las ingestas diarias recomendadas para las vitaminas mencionadas y también para las vitaminas B<sub>2</sub> y B<sub>6</sub> (Hernández, *et al.*, 2005).

#### **2.1.5. Sistemas de elaboración del pan**

Existen tres sistemas generales de elaboración de pan que vienen determinados principalmente por el tipo de levadura utilizada, se presentan a continuación:

**Directo:** Es el menos frecuente y se caracteriza por utilizar exclusivamente levadura comercial. Requiere un periodo de reposo de la masa de unos 45 minutos antes de la división de la misma. No es útil en procesos mecanizados con división automática volumétrica.

**Mixto:** Es el sistema más frecuente en la elaboración de pan común. Utiliza simultáneamente masa madre (levadura natural) y levadura comercial. Requiere un reposo previo a la división de la masa de sólo 10–20 minutos. Es el más recomendable cuando la división de la masa se hace por medio de divisora volumétrica.

**Esponja o «poolish»:** Es el sistema universalmente empleado en la elaboración de pan francés y sobre todo en la de pan de molde. Consiste en elaborar una masa líquida (esponja) con el 30–40 % del total de la harina, la totalidad de la levadura (comercial) y tantos litros de agua como kilos de harina. Se deja reposar unas horas, se incorpora el resto de la harina y del agua y a partir de ahí se procede como en el método directo (Tejero, 1992-1995; Callejo, 2002).

### **2.1.6. Los consumidores se inclinan por nuevas presentaciones de pan**

En Argentina los consumidores están optando con mayor frecuencia por panes más saludables, funcionales, envasados, de elaboración industrial. Los fabricantes responden a esta tendencia con lanzamientos de productos tales como el pan Fargo sin sal con fitoesteroles, ( $\omega 9$ ) y 0 % grasas trans, que contribuye a proteger el sistema cardiovascular (**Anónimo 1**).

Las altas tasas de obesidad que existen a nivel mundial, y especialmente en México, han provocado que muchas personas intenten llevar una alimentación más saludable, sin tantas calorías y baja en azúcares (**Anónimo 2**).

Consciente de esta tendencia, la Pastelería “La Era”, empresa del Estado de México, apoyada por FUMEC, inició una colaboración con Metco, una compañía mexicana que desarrolla productos endulzantes innovadores, para producir pan con stevia, una planta de cuyas hojas se obtiene un extracto dulce de alta pureza (**Anónimo 2**).

La mayoría de las innovaciones relacionadas con productos saludables durante el período 2007/2008 tuvo lugar en las panaderías artesanales, donde la oferta de panes elaborados con múltiples granos y alto contenido de fibras crece constantemente. Los panes que contienen linaza, centeno, avena y otras clases de granos pueden encontrarse en envases unitarios o estándar (**Anónimo 1**).

En el 2009 es publicado por el periódico en línea “la Jornada” que la Universidad del Instituto Politécnico Nacional (IPN) reafirma los beneficios que trae consigo consumir chíá para la salud basándose en esto elaboran harina para hacer pan, explicando que ayudara a tener un óptimo funcionamiento del aparato digestivo, disminuyendo el colesterol entre otros beneficios (Norandi, 2009).

## 2.2. Descubrimiento de los ácidos grasos

Los ácidos grasos fueron descubiertos por George y Mildred Burr en 1929. Estos investigadores estadounidenses, y esposos además, observaron que la alimentación de ratas con una dieta carente totalmente de grasas, producía un crecimiento muy pobre de los animales, una dermatitis severa, especialmente en la cola, pérdida del pelaje, emaciación, y eventualmente la muerte. Estudios realizados con anterioridad por otros investigadores no permitieron llegar a la observación de los Burr debido, probablemente, a que no se contaba con procedimientos químicos que permitieran separar la grasa del resto de los componentes de la dieta, y así obtener dietas carentes de materias grasas. Aunque los esposos Burr no pudieron identificar qué componentes específicos de la grasa eran responsables de los efectos nutricionales negativos de la dieta carente de grasa, observaron que la adición de una cantidad tan diferente como un 2 % o un 20 % de grasa de origen animal a la alimentación de las ratas, prevenía los efectos derivados de la carencia. Por lo cual, concluyeron que el "componente que faltaba" se requería en muy pequeña cantidad. La grasa utilizada por los Burr contenía un 15 % de ácido esteárico, un 25 % de ácido palmítico, un 50 % de ácido oleico ( $\omega 9$ ) y un 10 % de ácido linoleico ( $\omega 6$ ) (Valenzuela, *et al.*, 2005).

Más tarde, con el advenimiento de técnicas más finas para la separación y el análisis de los ácidos grasos, como la cromatografía en capa fina y la cromatografía gaseosa, que permiten la identificación, separación, y determinación cuantitativa de los ácidos grasos, se demostró que era el ácido linoleico ( $\omega 6$ ) el componente deficitario de la dieta el que causaba las alteraciones observadas en las ratas. Sin embargo, esta importante observación no fue asociada a la nutrición humana, estimándose que era solo válida para mamíferos no humanos, y particularmente solo para las ratas con las que se realizó el estudio (Valenzuela, *et al.*, 2005).

### **2.2.1. Ácidos grasos**

Son constituyentes tanto de los triglicéridos, como de los lípidos complejos y pueden esterificar también al colesterol.

Se trata de moléculas orgánicas formadas por carbono (46 %), hidrógeno (12.7 %) y oxígeno (11.3 %); su relativa pobreza en oxígeno es lo que hace que sean poco solubles en agua. Constan de una cadena hidrocarbonada con un grupo carboxilo terminal (Soriano, 2006).

### **2.2.2. Clasificación de ácidos grasos**

- **Ácidos grasos saturados**

Están completamente saturados con la máxima cantidad de hidrógeno; todos sus átomos de carbono están ligados a átomos de hidrógeno con un único enlace. Las grasas que contienen una alta proporción de ácidos grasos saturados, son sólidas a la temperatura ambiente y la mayor parte proceden de productos animales, como la mantequilla, la manteca, el queso y la grasa de la carne. Entre los alimentos procesados que se elaboran con estas grasas están las galletas, los pasteles y la confitería. Los aceites de palma o de coco son buenas alternativas a las grasas animales. También son altamente saturadas y frecuentemente se usan para elaborar la margarina, las galletas y la bollería.

Son considerados como causantes de las enfermedades cardíacas porque aumentan el colesterol total y el tan nocivo colesterol ligado a las lipoproteínas de baja densidad (LDL) en la sangre. El Departamento de Sanidad del Reino Unido recomienda que el consumo de ácidos grasos saturados no exceda el 10 % de la ingesta calórica (Bean, 2005).

- **Ácidos grasos monoinsaturados**

Tienen menos hidrogeno porque sus cadenas de carbono contienen un enlace doble o insaturado (de aquí <<mono>>). Los aceites ricos en monoinsaturados por lo

general son líquidos a temperatura ambiente, pero probablemente se solidifican cuando hace frío. Las fuentes más ricas son los aceites de oliva, colza, los cacahuates, avellanas, almendras, aguacates, aceitunas y semillas oleaginosas.

Se considera que los ácidos grasos monoinsaturados aportan a la salud los mayores beneficios. Pueden reducir el colesterol total, en especial el colesterol (LDL), sin afectar al beneficio del colesterol ligado a lipoproteínas de alta densidad el (HDL). El departamento de Sanidad del Reino Unido recomienda un consumo de ácidos grasos monoinsaturados hasta un 12 % de la ingesta calórica (Bean, 2005).

### **Ácidos grasos poliinsaturados**

Tienen la menor cantidad de hidrógenos; sus cadenas contienen dos o más enlaces. Los aceites ricos en poliinsaturados son líquidos tanto a la temperatura ambiente como cuando hace frío. Entre las fuentes más ricas están muchos aceites vegetales y los pescados azules (y sus aceites).

Los ácidos grasos poliinsaturados reducen los niveles de colesterol (LDL) en sangre; sin embargo, también pueden disminuir levemente el colesterol (HDL) beneficioso.

Cuando la ingesta de estos ácidos es elevada, se aconseja sustituirlos por monoinsaturados. Por esta razón, el Departamento de Sanidad del Reino Unido recomienda un consumo máximo del 10 % de la ingesta calórica (Bean, 2005).

### **2.2.3. Ácidos grasos indispensables en el organismo**

Existen dos ácidos grasos poliinsaturados (AGPIs) que el organismo no puede sintetizar, el ácido linoleico (AL) y el ácido alfa linolénico (ALN), que deben obtenerse de la dieta y se les conoce como ácidos grasos indispensables (AGIs). Estos ácidos grasos pertenecen a la familia n-6 o n-3, también conocidos como ( $\omega$ 6) y ( $\omega$ 3), respectivamente. Estas dos familias se diferencian por la posición del primer doble enlace, contando a partir del extremo metilo de la molécula del ácido graso. La indispensabilidad es debido a que los humanos carecen de las enzimas

necesarias para insertar dobles enlaces en los átomos de carbono que están más allá del carbono 9 a partir del carboxilo terminal (Rodríguez, 2005).

**Tabla 2: Ácidos más frecuentes en los alimentos**

Monosaturados				
Núm. de carbonos	Núm. de dobles enlaces	Nombre común	Nombre sistemático	Fórmula
16	1	Palmitoleico	9cis-Hexadecaenoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5 \text{CH}=(\text{CH}_2)_7 \text{COOH}$
18	1	Oleico	9cis Octadecaenoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7 \text{CH}=(\text{CH}_2)_7 \text{COOH}$

Fuente: Mataix, *et al.*, 2004

Saturados				
Numero de carbonos	Núm. de dobles enlaces	Nombre común	Nombre sistemático	Fórmula
4	0	Butírico	Butanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2 \text{COOH}$
6	0	Caproico	Hexanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4 \text{COOH}$
8	0	Caprílico	Octanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6 \text{COOH}$
16	0	Palmítico	Hexadecanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14} \text{COOH}$

Fuente: Mataix, *et al.*, 2004

Polinsaturados				
Núm. de carbonos	Núm. de dobles enlaces	Nombre común	Nombre sistemático	Fórmula
18	2	Linoleico	9 cis, 12cis Octadecaenoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4 \text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7 \text{COOH}$
18	3	$\gamma$ -Linolénico	6c, 9c, 12c Octadecatrienoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4 \text{CH}-\text{CHCH}_2\text{CH}-\text{CHCH}_2\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_2)_4 \text{COOH}$
20	3	Dinomo- $\gamma$ -Linolénico	8c, 11c, 14c Eicosatrienoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4 \text{CH}-\text{CHCH}_2\text{CH}-\text{CHCH}_2\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_2)_6 \text{COOH}$
20	4	Araquidónico	5c, 8c, 11c, 14c, Eicosatetraenoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4 \text{CH}-\text{CHCH}_2\text{CH}-\text{CHCH}_2\text{CH}-\text{CHCH}_2\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_2)_3 \text{COOH}$
18	3	-Linolénico	9c, 12c, 15c, Octadecatrienoico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}-\text{CHCH}_2\text{CH}-\text{CHCH}_2\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_2)_7 \text{COOH}$
18	4	Estearidónico	6c, 9c, 12c, 15c Octadecatetraenoico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}-\text{CHCH}_2\text{CH}-\text{CHCH}_2\text{CH}-\text{CHCH}_2\text{CH}-\text{CH}_3(\text{CH}_2\text{CH}-\text{CH})_4(\text{CH}_2)_4 \text{COOH}$

Fuente: Fuente: Mataix, *et al.*, 2004

#### **2.2.4. Aceites esenciales**

Los aceites omegas o aceites esenciales son un tipo especial de grasas que nuestro organismo no puede producir y por eso debemos consumir y son necesarios como precursores de importantes vías metabólicas y tienen una amplia acción terapéutica.

Entre éstos se encuentran el ácido linoleico, ( $\omega 6$ ) que está presente en: Aceite de girasol, maíz, soya, sésamo, cáñamo, onagra, borraja, semilla de grosella y el linolénico ( $\omega 3$ ) que se encuentra en: Aceite de lino, soja, calabaza, nueces, vegetales de hoja verde y pescado azul. La gran virtud de estos aceites es que una vez metabolizados, y si el cuerpo presenta las condiciones adecuadas, se convierten en prostaglandinas, las cuáles ejercen un poderoso efecto sobre nuestra salud. Las prostaglandinas del grupo 1 (PG1) y prostaglandinas del grupo 3 (PG3) que debemos producir en mayor cantidad en nuestro cuerpo, debido a que cumplen las siguientes funciones: regulan el flujo de sustancias dentro y fuera de las células, reducen la formación de plaquetas, bajan la presión sanguínea y colesterol, regulan la presión de los ojos, articulaciones y vasos sanguíneos, actúan como drenadores del riñón, dilatan los vasos sanguíneos, regulan la división celular y pueden ayudar a prevenir el cáncer, previenen inflamaciones, ayudan a que la insulina sea más efectiva, mejoran la función de los nervios y del sistema inmunitario, regulan el metabolismo del calcio, previenen la salida del ácido araquidónico de las membranas de las células, regulan la producción de esteroides, se encargan de movilizar las grasas saturadas (Osuna, *et al.*, 2006).

#### **2.2.5. Beneficio de consumir omega 3 ( $\omega 3$ )**

Los aceites con altos contenidos de ( $\omega 3$ ) previenen padecimientos como: artritis, trombosis, hipertensión arterial, asma, cáncer, entre otros. Generalmente se previene la ingesta de grasas, dejando la impresión de que todas son malas, pero es necesario aclarar que, si bien un consumo excesivo puede ser perjudicial, el

déficit de algunas de ellas acarrea serios problemas para la salud (Osuna, *et al.*, 2006).

Las cantidades necesarias de ácidos grasos ( $\omega$ 3) van a depender del ciclo de vida de cada persona y de su estado fisiológico o patológico que pueden llevar a un aumento en las necesidades de ácidos grasos. Se estima en promedio que es necesaria una ingesta del 1 % de la energía total de ácidos grasos ( $\omega$ 3) y un 4 % de la energía total para los ( $\omega$ 6). El problema radica en que el contenido de ácidos grasos ( $\omega$ 3) en nuestra alimentación es muy bajo, por lo que el consumo diario no alcanza a superar el 0,5 % de la energía total. De todas las fuentes de ácido grasos ( $\omega$ 3), sólo la linaza (*Linum usitatissimum L.*) y la chía tienen su origen en cultivos agrícolas (Di Sapio, *et al.*, 2008).

**Tabla 3: Composición de los ácidos grasos de la chía y linaza %/100 g**

Ácidos grasos	$\omega$ 9 Oleico	$\omega$ 6 Linoleico	$\omega$ 3 Linolénico
Chía	6.5	19	63.8
Linaza	19.5	15	57.5

Fuente: (Di Sapio, *et al.*, 2008).

Las semillas terrestres (chía y linaza) tienen un contenido mucho mayor de ( $\omega$ 3) que las de origen marino, los aceites de pescado contienen colesterol puesto que son productos animales, mientras que la chía y la linaza no lo contienen porque son especies del reino vegetal (Di Sapio, *et al.*, 2008).

### 2.3. Frutos secos

La Norma Mexicana NMX-FF-084-SCFI-2009 explica que se entiende por frutos secos o de cáscara aquellos cuya parte comestible contiene menos de un 50 % de agua. Se incluyen en esta definición la almendra, avellana, nuez de Castilla, nuez de la India, nuez de Brasil, nuez pecanera, pistache y piñón, entre otros.



### **2.3.1. Fruto seco Nuez**

La nuez es el fruto del nogal común. Está formada por una cáscara leñosa, dura, rugosa y de color pardo pajizo, con dos valvas. El interior de la nuez está dividido en cuatro compartimientos en los que se disponen las semillas que ocupan casi todo el interior del fruto. Estas semillas son la parte comestible y están recubiertas por una fina piel de color pardo amarillo (Salas, 2005).

Las grasas de la nuez están formadas en su mayoría por ácidos grasos insaturados, con abundantes poliinsaturados, además de lecitina. Entre los dos ácidos grasos de la nuez, destacan estos dos:

#### **Linoleico ( $\omega 6$ )**

Contiene (31.8 %), de 18 átomos de carbono y dos dobles enlaces. Es un ácido graso esencial, del que nuestro organismo no puede prescindir.

#### **Linolénico ( $\omega 3$ )**

Contiene (6.8 %), de 18 átomos de carbono y tres dobles enlaces. Este ácido graso lo podemos encontrar en el pescado (Pamplona, 2003).

El consumo de nuez, por sus compuestos bioactivos pueden proporcionar beneficios deseables para la salud humana, avalados por diversos estudios clínicos y epidemiológicos, como los presentados en el simposio (2007), celebrado en Davis, California, el cual fue organizado por el Centro de Investigación en Nutrición Humana, dependiente del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (ARS and Western Human Nutrition Research Center), en el cual se informó que los fotoquímicos de las nueces (antioxidantes y ácidos grasos poliinsaturados) poseen acción nutracéutica al otorgar protección ante enfermedades crónico-no transmisibles (diabetes, arterioesclerosis, cáncer, entre otras) y en particular, las cardiovasculares, al disminuir las complicaciones de estos padecimientos, a través de procesos como suelen ser la agregación plaquetaria (efectos antitrombóticos) y la inhibición de la lipoperoxidación de las membranas celulares oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados, entre otros (Suárez, *et al.*, 2011).

## **2.4. Generalidades de las Semillas**

La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas. Ésta desempeña una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, regeneración de los bosques y sucesión ecológica. En la naturaleza, la semilla es una fuente de alimento básico para muchos animales. También, mediante la producción agrícola La semilla es esencial para el ser humano, cuyo alimento principal está constituido por semillas, directa o indirectamente, que sirven también de alimento para varios animales domésticos. Las semillas pueden almacenarse vivas por largos períodos, asegurándose así la preservación de especies y variedades de plantas valiosas (Doria, 2009).

### **2.4.1. Semilla de Linaza**

La linaza (*Linum usitatissimum L*), su origen no está definido con exactitud, posiblemente sea de Mediterráneo, zona del Cáucaso. Egipto o de Asia occidental actualmente crece naturalizado en muchas regiones del mundo.

Es un fruto cápsula, globuloso. Semillas color café, ovaladas agudas y en el extremo son brillantes.

Su composición química es la siguiente: Mucílagos (3 a 10 %): Polisacáridos neutros y ácidos compuestos principalmente por arabino-ramnosa, galactosa, xilosa y ácidos galacturónico y manurónico, celulosa, aceite fijo (30 a 45 %), heterósidos cianogénicos (0,1 a 1,5 %), linustatina y neolinustatina, esteroides, triterpenos, sales minerales entre otros (Fonnegra, *et al.*, 2007).

Es una semilla que contiene grandes cantidades de aceites poliinsaturados, particularmente el ácido linolénico ( $\omega 3$ ) y el ácido linoleico, ( $\omega 6$ ), proteína de origen vegetal, flavonoides y compuestos relacionados, los cuales poseen actividades hormonales y efectos antioxidantes.

En promedio, la linaza más comercializada (de color café) contiene 41 % de grasa, 20 % de proteína, 28 % de fibra dietética total, 7.7 % de humedad y 3.4 % de ceniza; esta composición puede variar dependiendo de la genética, el medio ambiente y el procesamiento de la semilla (Arango, *et al.*, 2011).

La linaza la han utilizado como remplazo hormonal para regular el metabolismo óseo y disminuir los efectos ocasionados por la ausencia de las hormonas, sin los efectos adversos generados por la terapia convencional (Arango, *et al.*, 2011).

La semilla se ha consumido en Europa y Asia. En Brasil, esta oleaginosa está siendo adicionada a panes, cereales para el desayuno, barras energéticas y otros productos de panificación.

Esta oleaginosa posee un alto grado del ácido graso poliinsaturado linolénico ( $\omega 3$ ), que representa en su composición 50-55 % de los ácidos grasos totales.

El contenido de ( $\omega 3$ ) en la linaza es mayor que en cualquier otra semilla oleaginosa.

La proteína de la linaza es similar a la de la soja, considerada como una de la más nutritivas entre las proteínas de origen vegetal; albúmina y globulina representan cerca de 20 % a 42 % de la proteína de la linaza (Lenzi *et al.*, 2008).

#### **2.4.2. Semilla de Chía**

El fruto (*Salvia hispanica* L.) es típicamente un esquizocarpo consistente en lóculos indehiscentes que se separan para formar cuatro mericarpios parciales (núculas), comúnmente conocidas como “semillas”, siendo ovaladas, suaves y brillantes, de color pardo grisáceo con manchas irregulares marrones en su mayoría y algunas blancas que miden de 1,5 a 2,0 mm de longitud (Gutiérrez, 2014).

En los últimos años, las investigaciones sobre chía corroboraron su alto contenido en aceites cercano al 40 % y dentro de ellos, el porcentaje natural más alto de ácido linolénico ( $\omega 3$ ) con (60-63 %) y 20 % de ácido linoleico ( $\omega 6$ ) (Busilacchi, *et al.*, 2013).

### **2.4.3. Aplicaciones de la chía**

Es posible encontrar tanto en alimentos para personas como para animales. En los Estados Unidos, especialmente en el sudoeste del país, la semilla se vende en supermercados y en negocios dedicados a la salud y a los alimentos étnicos. En algunos lugares del Sur de California se ha estado vendiendo un pan enriquecido con ella y desde mediados de 2003 en Argentina y a finales de 2001 en la Unión Europea, Canadá, Rusia y Japón están disponibles suplementos alimenticios enriquecidos con semillas de chía. También pueden comprarse por internet suplementos alimenticios y barras energéticas.

En la alimentación animal, la chía se ha empleado como suplemento para caballos y para producir huevos enriquecidos con ácidos grasos ( $\omega 3$ ). En Buenos Aires, Argentina, los huevos puestos por gallinas alimentadas con chía se venden en la cadena francesa de supermercado Carrefour y el suplemento para caballos Tri-Omega lo comercializa Vetshare Inc. De Phoenix, Arizona. En los Estados Unidos, la Chía fue incluida como fuente de ácidos grasos ( $\omega 3$ ) en una fórmula de alimentos para gatos domésticos y en una para perros, en Argentina (Ayerza, *et al.*, 2006).

#### **2.4.4. Análisis de chía y linaza**

En un estudio realizado en el laboratorio del departamento de nutrición en la Facultad de Medicina y en el Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéutica. Universidad de Chile, Santiago. Se analizaron las semillas de chía (*Salvia hispánica*), linaza (*Linum usitatissimum*) Fueron analizadas y se caracterizan por su bajo contenido de humedad. En el caso de semillas de chía y linaza, además de tener un alto contenido de materia grasa, también contienen un aporte proteico importante. Con respecto a la composición química de semilla de linaza determinada en el presente estudio, ésta es similar a las que describieron entre 9 variedades café y amarilla, en cuanto al contenido de humedad (7.4 y 7.3 g/100 g, respectivamente) y proteínas (21.7 y 21.6 g/100 g, respectivamente), pero menor en cuanto a materia grasa (41.9 y 40.8 g/100 g, respectivamente) y mayor para el contenido de hidratos de carbono totales (Jiménez, *et al.*, 2013).

**Tabla 4: Composición de ácidos grasos de los aceites de semillas**

Ácidos Grasos	Chía	Linaza % ésteres metílicos
Ác. Láurico C12:0	-	-
Ác. Mirístico C14:0	0,08 ± 0,00	0,05 ± 0,00
Ác. Palmítico C16:0	7,29 ± 0,17	5,21 ± 0,10
Ac. Heptadecanoico C17:0	0,03 ± 0,04	0,07 ± 0,00
Ác. Esteárico C18:0	3,84 ± 0,09	3,40 ± 0,07
Ác. Eicosanoico C20:0	0,23 ± 0,00	0,47 ± 0,02
Ác. Docosanoico C22:0	Trazas	0,13 ± 0,02
Ác. Tetracosanoico C24:0	Trazas	0,10 ± 0,00
Acidos grasos saturados totales	11,47	9,43
Ác.Palmitoleico C16:1	0,06 ± 0,00	-
Ác. Eláídico C18:1w9 trans	1,91 ± 0,29	0,39 ± 0,07
Ác. Oleico C18:1w9 cis	8,91 ± 0,30	15,76 ± 0,47
Ác. Octadecaenoico C18:1 w7 cis	1,31 ± 0,05	0,48 ± 0,06
Ác. Octadecaenoico C18:1 isom	0,23 ± 0,03	-
Ác. Octadecaenoico C18:1 isom	0,17 ± 0,02	-
Ác. Eicosaenoico C20:1	0,12 ± 0,00	-
Ác. Eicosaenoico C20:1w9	0,17 ± 0,00	0,13 ± 0,02
Ác. Grasos Monoinsat.Totales	12,88	16,76
Ác.Hexadecadienoico C16:2	0,18 ± 0,00	-
Ác. Octadecadienoico C18:2 trans	0,48 ± 0,04	0,20 ± 0,04
Ác. Octadecadienoico C18:2 trans	0,89 ± 0,12	-
Ác. Octadecadienoico C18:2 trans	0,34 ± 0,04	-
Ác. Octadecadienoico C18:2 trans	0,16 ± 0,03	-
Ác .Linoleico C18:2w6	19,36 ± 0,16	16,23 ± 0,18
Ác. Octadecadienoico C18:2 isom	0,10 ± 0,01	0,33 ± 0,10
Ác. Octadecadienoico C18:2 isom	0,08 ± 0,01	0,16 ± 0,04
Ác. Octadecadienoico C18:2 isom	-	0,06 ± 0,02
Ác. Octadecadienoico C18:2 isom	-	0,17 ± 0,02
Ác. Octadecadienoico C18:2 isom	-	0,04 ± 0,01
Ác. Eicosadienoico C20:2	0,28 ± 0,03	-
Ác.γ-Linolénico C18:3w6	0,08 ± 0,01	0,62 ± 0,11
Ác Octadecatrienoico C18:3 isom	0,32 ± 0,30	0,29 ± 0,08
Ác Octadecatrienoico C18:3 isom	0,09 ± 0,01	0,11 ± 0,05
Ác. Linolénico C18:3w3 cis	51,82 ± 1,49	55,3 ± 0,18
Ác. Eicosatrienoico C20:3w3	-	0,03 ± 0,00
Ác. Grasos Poliinsat. Totales	74,18	73,54
No identificados	1,47	0,27
Relación sat:mono:polinsaturados	1: 1,12: 6,47	1: 1,78: 7,8
Relación w6:w3	0,37	0,29

Fuente: Jiménez, *et al.*, 2013.

Los aceites de las dos semillas (Chía y Linaza) estudiadas, se caracterizaron por un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados, destacando la presencia de los ácidos grasos esenciales (linoleico ( $\omega$ 6) y linolénico ( $\omega$ 3), con un promedio entre

ambos de un 70 % aproximadamente. Los aceites de las dos semillas contienen ácido oleico ( $\omega 9$ ) en la chía con (8,9 %). En los aceites de semilla de chía y linaza se identificó principalmente ácido linolénico (51.8 y 55.3 %, respectivamente). (Jiménez, *et al.*, 2013).

## **2.5. Principales ingredientes en la elaboración del pan dulce**

En la formulación de la masa panaria es la harina que procede del proceso de molturación de los cereales, siendo la harina de trigo la más importante. Los principales ingredientes empleados en la fabricación de pan pre cosido son:

- Harina
- Agua
- Sal
- Levadura

(Buendía *et al.*, 2016).

### **2.5.1. Harina de trigo**

Está compuesta por agua, gluten (glutenina y gliadina, proteínas elásticas del trigo), almidón, grasas, celulosa, y cenizas. La calidad de la harina se aprecia en primer lugar al tacto, debe ser suave y no formar cúmulos que no se deshagan al presionarse. El olor debe ser agradable y neutro; el color, blanco (grano tierno) o ligeramente color crema (grano duro) (Arias *et al.*, 2006).

La harina en la panificación proporciona estructura y ayuda a unir a los demás ingredientes. Las harinas hechas a base de trigo son suaves al tacto, se compactan fácilmente al apretarlas con las manos, no se corren, ni polvean con facilidad (Buendía *et al.*, 2016).

El contenido de proteína en el grano indica de manera indirecta la cantidad de proteína de gluten presente en la sémola y en la harina. Esto es relevante porque el

contenido de gluten es el factor más importante al definir la calidad tanto de cocción de las pastas como de panificación.

### **2.5.2. Levadura**

Está constituida por células del hongo *Saccharomyces cerevisiae* (del griego hongo de azúcar). Hacen posible la fermentación alcohólica, cuando se someten a ciertas condiciones especiales.

Su función es la siguiente:

- Provocar la generación y el mantenimiento de la producción de gas en el proceso de panificación.
- Permitir el acondicionamiento de la masa.
- Mejorar la calidad nutricional del producto terminado y activar la masa posibilitando un mejor manejo.
- Proporcionar sabor y aroma al pan permitiendo un mejor volumen y rendimiento.
- Facilitar el rebanado o cortado del pan.

(Buendía *et al.*, 2016).

### **2.5.3. Agua**

El agua es importante en la formación de la masa, ya que en ella se disuelven todos los ingredientes, permitiendo una total incorporación de ellos, en la fermentación, y en el sabor y frescura finales del pan. También hidrata los almidones, que junto con el gluten dan como resultado una masa plástica y elástica (Sánchez, 2003).



#### **2.5.4. Sal**

Es un producto natural que se encuentra en forma de cristales o en el agua del mar.

Independientemente de su aportación al sabor del pan, la sal desempeña otros papeles de gran importancia en su elaboración. Actúa como regulador del proceso de fermentación, simultáneamente mejora la plasticidad de la masa, aumentando la capacidad de retención de la masa (Sánchez, 2003).

#### **2.5.5. Huevo**

Su principal aplicación en productos de pastelería y se emplea en algunas especialidades de panadería y bollería. Entre sus propiedades funcionales se encuentran la de contribuir a la capacidad de retención de gas y al contenido proteico de la masa, dando lugar a un aporte estructural extra extrusionarse y laminarse sin quebrarse.

Los huevos frescos contienen un 65 % de clara y un 35 % de yema. La yema contiene toda la grasa del huevo (un 10.9 % del total del huevo o un 34.1 % de la yema). La lecitina (un emulsionante) y el colesterol se encuentran en la parte de la grasa de la yema. Otra posible utilización del huevo es como fuente de brillo en la corteza de los productos de panificación, mojando los mismos con huevo antes del horno (Boatella *et al.*, 2004).

#### **2.5.6. Lácteos**

Los lácteos líquidos pueden sustituir parte del agua en la hidratación de la masa, y como contiene proteínas de origen animal, al calentarse en el horno, éstas se coagulan y le dan al producto horneado rigidez y consistencia. Por otra parte, contiene grasas y sales que le brindan al producto terminado el sabor característico del lácteo añadido (Arias *et al.*, 2006).

### **2.5.7. Ingredientes complementarios**

Son aquellos que se utilizan para mejorar las características organolépticas del producto terminado. Se usan para fines determinados, como obtener una miga más densa y suave, una costra caramelizada y sabores (Arias *et al.*, 2006).

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Localización**

El pan dulce fue elaborado y posteriormente se realizó su análisis bromatológico en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro cuya ubicación es en Bellavista, Saltillo, Coahuila México.

### **3.2. Materia prima utilizada para la preparación del pan dulce**

Se elaboró un pan dulce diferente con una receta ya establecida lo único que cambiaba que cada uno tenía un ingrediente diferente (Chía, Linaza y Nuez) por último se mezclan formando un pan dulce.

- Harina integral para hot cakes (HILL COUNTRY) adquirida en tienda departamental en Saltillo.
- Rexal, adquirida en tienda departamental en Saltillo.
- Canela molida marca HEB comprada en tienda departamental en Saltillo.
- Miel de abeja (Abeja) comprada en tienda departamental en Saltillo.
- Mantequilla Primavera, comprada en tienda departamental en Saltillo.
- Leche entera LALA, comprada en tienda departamental en Saltillo.
- Huevo San Juan, adquirido en tienda departamental en Saltillo.
- Esencia de vainilla Pasa, adquirida en tienda departamental en Saltillo.
- Chía (*Salvia hispánica*), adquirida en tienda departamental en Saltillo.
- Linaza (*Linum usitatissimum*), adquirida en tienda departamental en Saltillo.

- Nuez pecanera (*Carya Pecan L.*) adquirida en tienda departamental en Saltillo.

### **3.3. Material y equipo utilizado para la elaboración del pan dulce**

- Cuchara
- Recipiente hondo
- Pala para mezclar
- Vasos 222 mL
- Probeta 10 mL
- Vasos precipitados 50 mL
- Charolas
- Moldes de papel
- Balanza digital marca OHAUS Scout Pro, Capacidad 600 g
- Licuadora Oster
- El horno de la estufa (Flamineta Modelo Premiere)
- Bandeja de horno

### **3.4. Equipo y material utilizado en el análisis bromatológico**

- Balanza digital marca OHAUS Scout Pro, Capacidad 600 g
- Estufa de secado marca THELCO, 27
- Estufa de secado J.M. Ortiz
- Desecador de gel
- Parrillas eléctricas
- Mufla Thermo Scientific Thermolyne
- Aparato digestor
- Aparato de Soxhlet
- Equipo Labconco
- Rota vapor

- Cromatografía de gases marca Perkin Elmer Autosistem XL, columna capilar de ECTN-WAX (30m \* 0.32m \* 0.25 m).
- Crisoles de porcelana
- Pinza para crisol
- Matraz Kjeldhal de 800 mL
- Perlas de vidrio
- Papel filtro poro cerrado
- Charolas
- Matraz Erlenmeyer de 500 mL
- Bureta 10 mL
- Algodón
- Espátula
- Mortero
- Frascos (envasar la muestra)
- Granallas de zinc
- Dedal de asbesto
- Matraz bola 500 mL
- Vasos precipitados Berzelius 100 mL, 500 mL, 1000 mL
- Vidrio de reloj
- Embudo de separación

### **3.5. Reactivos**

- Agua destilada
- Mezcla de selenio
- Ácido Sulfúrico a 0.105263 N
- Ácido Bórico 4 %
- Indicador de rojo metilo
- Hidróxido de sodio al 45 %
- Hexano
- Ácido Sulfúrico al 0.255 N

- Cloroformo Etanol
- Hidróxido de sodio a 0.313 N
- FOLCHA al 14 %
- Ácido Sulfúrico concentrado

**Tabla 5: Formulación para el pan dulce**

<b>Ingredientes</b>	<b>Testigo (%)</b>	<b>Nuez 14 (%)</b>	<b>Chía 8 (%)</b>	<b>Linaza 12 (%)</b>	<b>Mezclas (%)</b>
<b>Harina Integral (g)</b>	100	100	100	100	100
<b>Rexal (g)</b>	2	2	2	2	2
<b>Canela (g)</b>	2	2	2	2	2
<b>Miel (mL)</b>	10	10	10	10	10
<b>Mantequilla (g)</b>	10	10	10	10	10
<b>Leche (mL)</b>	10	10	10	10	10
<b>Huevo (mL)</b>	10	10	10	10	10
<b>Vainilla (mL)</b>	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

### 3.6. Proceso de elaboración para el pan dulce

1. Se precalentó el horno a 180°
2. Posteriormente se pesó 100 g de harina en la balanza analítica, después se colocó en el recipiente.
3. Pesando 2 g de canela colocándolo en el recipiente.
4. Se Pesaron 2 g de Rexal añadiéndolos al recipiente hondo.
5. El este caso el testigo no llevo el porcentaje de frutos secos, los otros 4 sí. Pesado lo que indica en la tabla de porcentaje.
6. Posteriormente se molió en la licuadora añadiéndolo al recipiente.

7. Se midieron 10 mL de miel e incorporaron al recipiente.
8. Posteriormente se pesaron 10 g de mantequilla fundiéndola para adicionarla al recipiente.
9. Luego se batió un huevo en un vaso, utilizando 10 mL de huevo agregándolo al recipiente.
10. Utilizando 10 mL de leche añadiéndolo al recipiente, colocando 0.1 mL de esencia de vainilla, procediendo a Mezclar.
11. Colocando en la bandeja de horno los moldes para posteriormente llenar  $\frac{3}{4}$  de la mezcla.
12. A continuación, se colocó la bandeja en el horno, por un tiempo de 20 minutos verificando que estuvieran listos introduciendo un palillo de madera el cual tenía que salir seco.
13. Por último, se sacaron del horno y se dejaron enfriar.



Figura 1 Pan dulce Horneado en las diferentes formulaciones

### 3.7. Análisis bromatológico de acuerdo al A.O.A.C. (1990)

Se realizó el análisis bromatológico a las 5 muestras con tres repeticiones de cada formulación.

#### 3.7.1. Determinación de Materia Seca Parcial

Es una técnica que elimina el agua libre de la muestra por medio de la aplicación de calor a la que se somete a una temperatura entre 69-65°C ocurrirá un secado mayor y tendrá pocas pérdidas.

1. Utilizando 5 charolas e identificando cada una.
2. En seguida se pesaron las muestras de pan dulce colocándola en las charolas previamente identificadas.
3. Posteriormente se colocaron las charolas en la estufa de secado por un periodo de 24 horas.
4. A continuación, se sacaron las muestras de la estufa dejándolas a temperatura ambiente por 20 minutos.
5. Finalizado los 20 minutos, se procedió a pesar cada charola y anotar el peso de cada una.
6. Después se desprendió la muestra de la charola con una espátula depositándola en el mortero moliendo cada una por separado.
7. Con la muestra molida se procedió a colocarlas en un frasco.
8. Por último, se realizaron los cálculos pertinentes.

Fórmula para hacer los cálculos:

$$\% \text{ MSP} = \left( \frac{\text{Peso de la muestra seca de pan dulce}}{\text{Peso de muestra fresca de pan dulce}} \right) (100)$$

### 3.7.2. Determinación de materia seca total

Es la muestra en la cual se extrae el agua por medio del calor, en el residuo que podemos encontrar es carbono o materia orgánica la otra porción son cenizas que no se pueden quemar. Es sometida a una temperatura entre 100-105°C.

#### Procedimiento

1. Se acomodaron los 15 crisoles de porcelana en la estufa de secado entre 80 y 110°C durante 24 horas debido a que deben de estar a peso constante.
2. Se sacaron con pinzas los crisoles de porcelana depositándolos en el desecador de gel por 20 minutos.
3. Después con la ayuda de las pinzas se pesó cada crisol en la balanza analítica anotando el peso e identificándolo.
4. En la balanza analítica se pesó 2 gramos de cada muestra colocándola en el crisol correspondiente.
5. Posteriormente se colocaron en la estufa por un periodo de 12 horas.
6. Transcurrido el tiempo, se retiraron de la estufa colocándolos en el desecador de gel por 20 minutos.
7. Pesándolos en la balanza analítica y realizando los cálculos.

#### Formula

$$\% \text{ MST} = \left( \frac{\text{Peso de crisol de muestra seca} - \text{peso de crisol vacío}}{\text{Gramos de muestra}} \right) (100)$$

$$\% \text{H} = 100 \% \text{ MST}$$

$$\% \text{ MSP} \times \% \text{ MST} / 100$$



### 3.7.3. Determinación de ceniza

Para referirse a ceniza en los alimentos es el residuo de materia inorgánica que contiene después de haber pasado por un proceso de combustión a una temperatura promedio de 550–600°C en el cual se eliminara el agua y la materia orgánica (por ejemplo, grasa). Cabe mencionar que la ceniza está constituida por minerales entre los que se encuentran Potasio, Calcio, Hierro entre otros.

#### Procedimiento

1. En esta técnica fueron utilizadas las muestras de Materia Seca Total enseguida de haber sido pesadas se procedió a pre-incinerar en las parrillas eléctricas hasta que no hubiera presencia de humo.
2. Colocando los crisoles en la mufla por un periodo de 3 horas.
3. Se sacaron los crisoles con las pinzas situándolos en el desecador de gel por un periodo de 20 minutos.
4. Enseguida se procedió a pesarlos y consecutivamente realizando los cálculos pertinentes con la siguiente fórmula.

$$\% C = \frac{\text{Peso del crisol con cenizas} - \text{Peso del crisol solo}}{\text{Gramos de la muestra}} (100)$$

### 3.7.4. Determinación de Proteína Cruda por el método de Kjeldhal

La proteína cruda es el análisis que se realizan en los alimentos, en el cual también podemos encontrar el contenido de nitrógeno que son cadenas de aminoácidos estos son elementales para los animales.

#### Procedimiento

1. En una hoja de papel se pesaron 1 gramos de la muestra, doblando la parte superior e inferior de tal manera que no hubiera un orificio; se procedió a colocarlo en el matraz Kjeldhal de 800 mL.
2. Después en el matraz Kjeldhal se añadió 3 perlas de cristal, una cucharada de selenio (sirve como catalizador) por ultimo 30 mL de ácido sulfúrico concentrado.
3. Posteriormente se colocó cada matraz Kjeldhal en el aparato digestor. Hasta que hubiera presencia de un color café en la muestra. Enseguida se esperó a que se enfriaran.

#### Digestión

1. Suministrando 300 mL de agua destilada en el matraz Kjeldhal.
2. Después en el matraz Erlenmeyer se añadió 100 mL de ácido bórico al 4 %, agregando 4 gotas de indicador en este caso rojo metilo.
3. Agregando lentamente por las paredes del matraz Kjeldhal 100 mL de hidróxido de sodio al 45 %, adicionando 3 granallas de zinc.
4. Procediendo a conectar el equipo para iniciar la destilación.
5. Obteniendo 200 mL.

#### Titulación

1. En los matraces Erlenmeyer se utilizó ácido sulfúrico al 0.105263 N hasta visualizar un vire color rosa.

$$\% N = \frac{(\text{ml de ácido sulfúrico gastados} - \text{ml del blanco}) (\text{normalidad del ácido})}{\text{gramos de muestra}} (100)$$

Factor de conversión utilizado: 6.25.

### 3.7.5. Determinación de Extracto Etéreo o Grasa por el método de Soxhlet

Este procedimiento es utilizado para extraer de un sólido a líquido, determinando la cantidad de extracto etéreo o grasa de un alimento. Algunos de los Solventes utilizados son: Hexano, éter entre otros.

1. En una hoja de papel se pesaron 2 gramos de la muestra, doblando la parte superior e inferior de tal manera que no hubiera un orificio; se procedió a colocarlo en el dedal de asbesto. Fueron 3 repeticiones por cada una de las muestras.
2. Utilizando 200 mL del solvente hexano agregándolo al matraz bola, colocándolo en el calentador.
3. Insertando el dedal de asbesto en el sifón sobre el matraz bola que previamente se situó en el calentador.
4. Terminando de colocar el refrigerante. Esto se hizo con las demás muestras.
5. Efectuando la extracción por 8 horas.
6. Finalizado la extracción, se procedió a la recuperación del solvente (Hexano).
7. Llevando el matraz bola a la estufa de secado por un tiempo de 10 horas.
8. Concluido el tiempo se llevaron los matraces bola al desecador por un tiempo de 20 minutos.
9. Concluyendo el proceso con pesarlos en la balanza analítica y haciendo los cálculos correspondientes con la formula siguiente.

$$\% \text{ Grasa} = \frac{(\text{Peso del matraz con grasa} - \text{Peso del matraz solo})}{\text{Gramos de la muestra}} (100)$$

### 3.7.6. Determinación de Fibra

Es esencial que la fibra este desengrasada, contiene celulosa hemicelulosa y lignina. Al hacer el análisis ocurrirá una digestión ácida alcalina en la cual dará como resultado fibra cruda.

1. Con las muestras desengrasadas se procedió a pesar dos gramos en la balanza analítica, añadiéndolas a vasos precipitados Berzelius, agregando 100 mL de ácido sulfúrico 0.255 N.
2. Colocando los vasos precipitados en el equipo Labconco se comenzó a contar los 30 minutos después de que empezó la ebullición en la cual se mantuvo constante.
3. Después de los 30 minutos se sacaron los vasos para filtrarlos sobre una tela de lino lavándola con 100 mL de agua caliente.
4. Utilizando una espátula para retirar el sobrante (Fibra) llevándolo a los vasos precipitados Berzelius, añadiendo 100 mL de hidróxido de sodio 0.313 N. colocándolos en el equipo Labconco.
5. Se volvió a filtrar y lavar con agua caliente destilada.
6. Colocando el residuo (fibra) en un crisol de porcelana, previamente se había retirado de la estufa de secado e identificado.
7. Acomodando los crisoles en la estufa a una temperatura de 100–103°C por 12 horas.
8. Pasadas las 12 horas se retiraron los crisoles, poniéndolos en el desecador de gel por 20 minutos para después pesarlos.
9. Cada una de las muestras se pre incineraron en las parrillas, colocándolas en la mufla por 3 horas, para después pasarlas al desecador con silica gel por 30 minutos y hacer los cálculos requeridos con la siguiente fórmula.

$$\% F = \frac{\text{peso del crisol con la fibra} - \text{peso del crisol con la fibra de las cenizas}}{\text{gramos de la muestra}}$$

### **3.7.7. Determinación de ácidos grasos por el método de cromatografía de gases**

En la determinación de ácidos grasos se podrá separar en dos fases la solución, la fase superior se encontrará esteres metílicos (ácidos grasos) y en la fase inferior una hidrolisis.

1. Utilizando un embudo de separación en el cual se añadieron 170 mg de grasa en 10 mL de agua destilada y 30 mL de cloroformo etanol (2:1). Agitando intensamente por un tiempo de 60 segundos dejando reposar para obtener 2 fases.
2. Fase inferior tenía lípidos y aceites. La fase superior esta era (acuosa) estaba compuesta de hidratos de carbono, proteína y sales minerales.
3. Recuperando la fase inferior en un matraz bola llevándolo al rota-vapor manteniéndolo a una temperatura de 40-50°C recuperando el cloroformo
4. Añadiendo en el sobrante 15 mL del reactivo Folcha manteniéndolo a una temperatura constante por un periodo de 5 minutos.
5. Adicionándole 30 mL de agua destilada, se dejó enfriar para después agregarle 50 mL de hexano, agitando fuertemente.
6. Visualizando dos fases nuevamente: La fase inferior que tenía productos de la hidrolisis y la fase superior en la que se encontraban esteres metílicos de ácidos grasos (Utilizados para la cromatografía de gases).
7. Después se destilo el hexano a una temperatura de 55-60°C.
8. Obteniendo un residuo el cual se diluyo en 5 mL de hexano para recuperarlo.
9. Usando la muestra obtenida, para realizar la cromatografía de gases.
10. Para la cromatografía de gases se utilizó un equipo de la marca Perkin Elmer Autosistem XL, que tenía una columna capilar de ECTN-WAX (30m \* 0.32m \* 0.25 m).
11. Se inyecto la muestra después de un tiempo se empezó a tomar lectura de los ácidos grasos anotando cual era dependiendo la posición en la que se encontraban.

12. El estándar interno utilizado para el análisis de ácidos grasos esenciales fue F.A.M.E Mix C4-C24 100 mg.



Figura 2 Cromatógrafo de gases, marca Perkin Elmer Autosistem XL, en donde se analizaron las muestras

## 4. Resultados y Discusión

## 4.1 Caracterización química

Con los resultados obtenidos de cada experimento se utilizó el programa de Statistics for Windows para realizar el análisis estadístico de (ANOVA) análisis de varianza y prueba de medias de Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ).

Los datos utilizados para realizar el estudio fueron Humedad (% H), Materia Seca Total (% MST), Cenizas (% C), Proteína Cruda (% PC), Grasa o Extracto etéreo (% EE), Fibra Cruda (% FC), Contenido energético; Contenido de Ácidos grasos, en las muestras (T), formulación Chía (FCH), formulación Linaza (FL), formulación Nuez (FN) y formulación mezcla de los tres ingredientes (FM).

### 4.2.2 Materia seca total

Tabla 6: Resultado de medias % de Materia Seca Total

Muestra	% Materia seca
Linaza	88.53 a
Mezcla	88.60 a
Nuez	88.62 a
Chía	88.69 a
Testigo	89.37 a*

\*Los resultados obtenidos indican que son estadísticamente iguales de acuerdo a Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ).



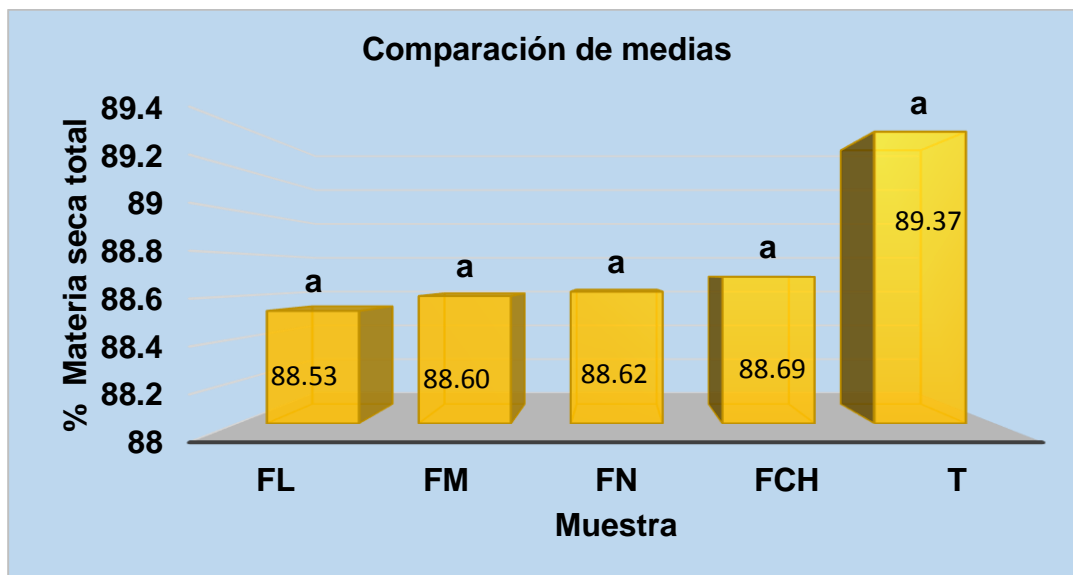


Gráfico 1 (%) de materia seca total

El contenido de la Tabla 6 y el gráfico 1 del análisis de materia seca indicaron que no hay diferencia entre ellas por lo tanto son estadísticamente iguales.

#### 4.2. Determinación de Cenizas

Tabla 7: Resultado de medias % de Cenizas

Muestra	% Cenizas
Testigo	5.01 a
Nuez	5.07 a
Linaza	5.12 a
Mezcla	5.23 a
Chía	5.35 a*

\*Los resultados obtenidos indican que son estadísticamente iguales de acuerdo a Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ).

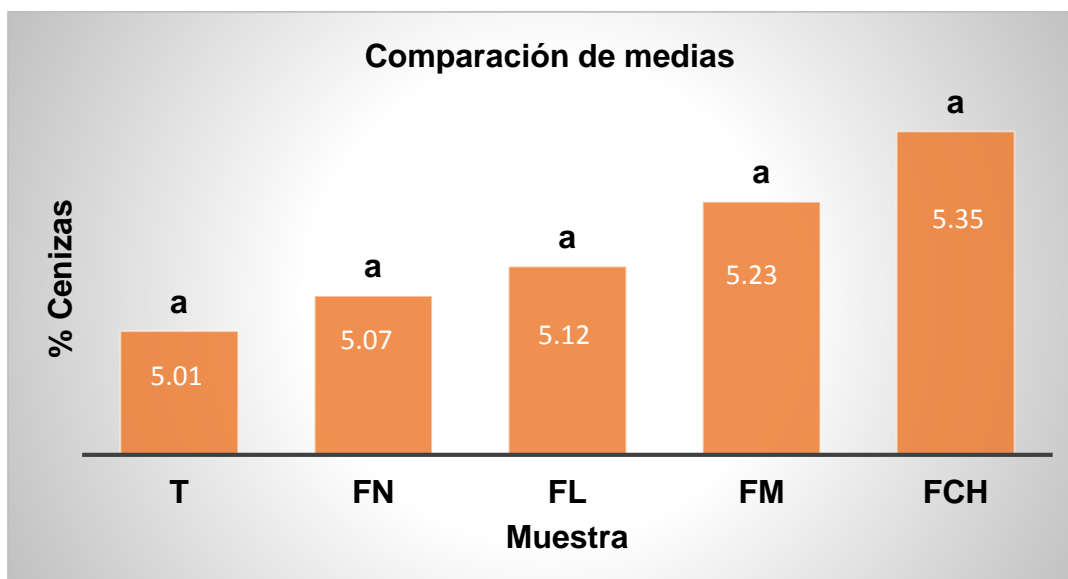


Gráfico 2 % de Cenizas

El contenido de la Tabla 7 y del gráfico 2 del análisis de ceniza en las formulaciones (FT, FN, FL, FM, FCH) indican que el mayor contenido de cenizas es para formulación (FCH) con 5.35 % y en el estudio realizado por Iglesias (2013) obtuvo 2.47 %, nuestros resultados no coinciden con este autor, debido a que cuenta con mayores minerales entre ellos fósforo, magnesio hierro y potasio (Solano, 2017).

#### 4.3. Extracto etéreo

Tabla 8: Resultado de medias % del Extracto Etéreo

Muestra	% Extracto etéreo
Testigo	7.81 a
Chía	8.36 a
Mezcla	8.62 a
Nuez	8.77 a
Linaza	8.85 a*

\*Los resultados obtenidos indican que son estadísticamente iguales de acuerdo a Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ).

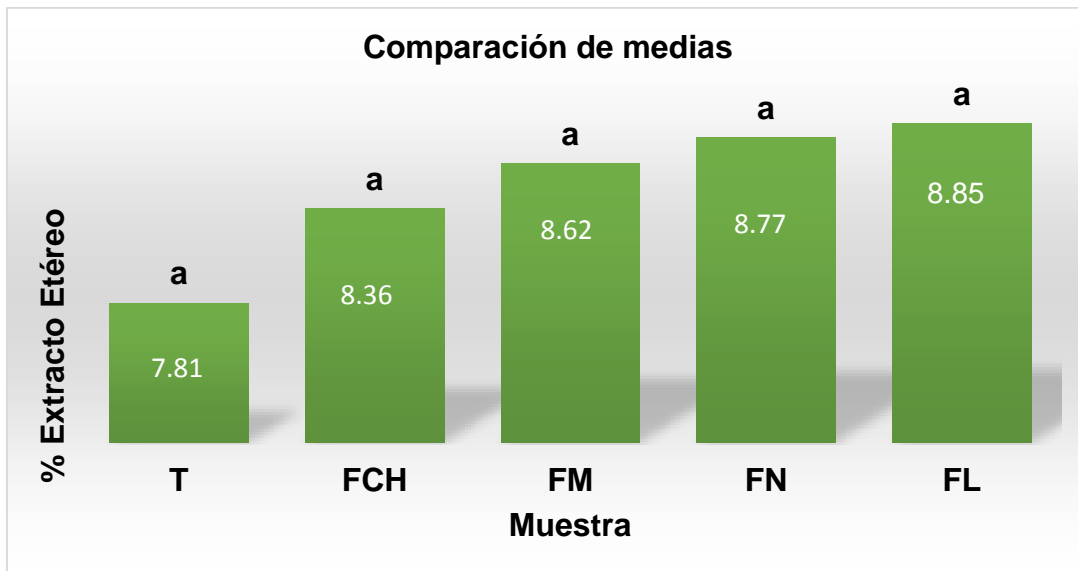


Gráfico 3 % Extracto Etéreo

Los resultados obtenidos de la Tabla 8 y en el gráfico 3 en el análisis de Extracto Etéreo indican que no hay diferencia entre las muestras por lo tanto son estadísticamente iguales.

Canazas (2015) mencionan que la nuez pecana tiene 7.4 % en 100 g en los resultados obtenidos en este trabajo mostraron un valor de 8.85 % como se puede observar los resultados no coinciden con el autor pudiendo deberse a que las formulaciones del pan dulce tienen más ingredientes como huevo, leche, entre otros.

Las grasas realzan el sabor y la aceptabilidad de los alimentos, ya que los componentes lipídicos determinan en buena parte su textura, sabor y aroma. Además, las grasas retardan el vaciado gástrico y la motilidad intestinal, lo que prolonga la sensación de saciedad.

El consumo recomendado para las personas que realizan una actividad física moderada es de un 30 % de energía, mientras que para aquellas que realicen una actividad física intensa, la cantidad recomendada asciende a un 35 % de energía (FAO) 2012.

#### 4.4. Proteína cruda

Tabla 9: Resultados de medias para el % de PC

Muestra	% Proteína
Testigo	12.92 a
Mezcla	13.13 a
Linaza	13.16 a
Chía	13.54 a
Nuez	13.71 a*

\*Los resultados obtenidos indican que son estadísticamente iguales de acuerdo a Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ).

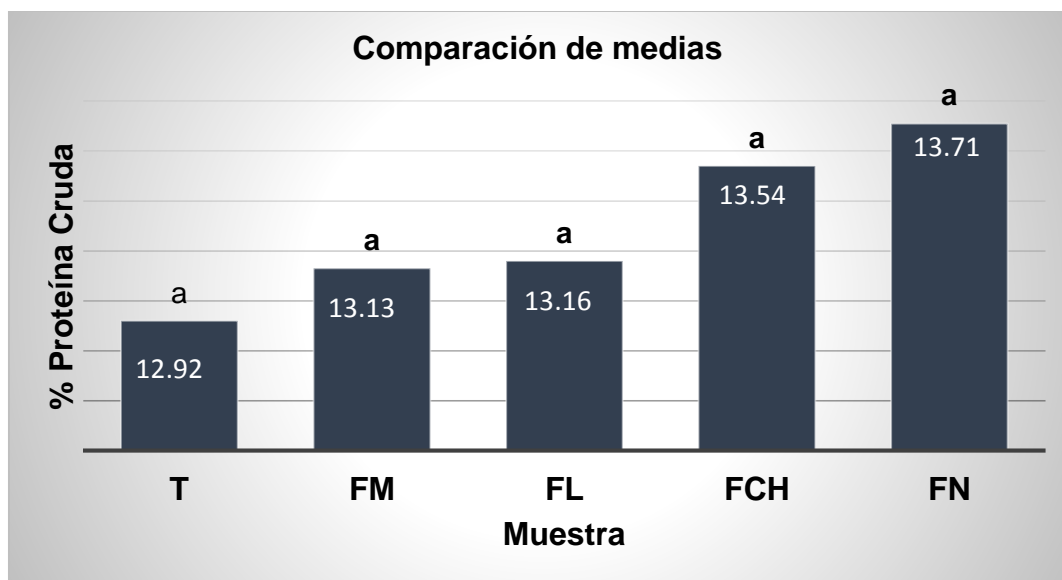


Gráfico 4 (%) de Proteína Cruda

Con respecto a las muestras analizadas de la Tabla 9 y gráfico 4 correspondiente a la Proteína cruda indican que estadísticamente son iguales.

Como podemos observar la formulación (FN) es la que tiene mayor contenido de proteína con 13.71 % / 100 g, Canaza (2015) hacen referencia que la nuez pecanera tiene un valor de 9.7 % de proteína y en el presente trabajo no coincide con lo que dice el autor esto puede ser a la presencia de los ingredientes utilizados en la formulación aunque tienen una menor concentración son ricas en proteína, cabe mencionar que la leche contiene 3.2 % en 100 g (Agudelo *et al.*, 2005), huevo, miel entre otros ingredientes que también son ricos en proteína.

Se puede observar la formulación (FCH) tiene 13.54 % de Proteína se hace referencia al estudio realizado por Iglesias (2013) que obtiene 16.9 % este obtuvo un mayor valor de proteína, otro factor importante son las condiciones de su desarrollo esto influye en los nutrientes de la semilla.

En el análisis realizado por Bautista y colaboradores (2005) le dio como resultado 13.52 % y en la formulación (FL) 13.16 % los datos obtenidos coinciden con los autores.

Diversos estudios asocian una alimentación rica en proteínas de origen vegetal con un menor riesgo de experimentar aterosclerosis. Se considera que uno de los factores que intervienen es la baja relación lisina: arginina en este tipo de proteínas, en las que predomina la arginina, precursora del óxido nítrico que actúa como vasodilatador. La relación lisina arginina de los frutos secos está comprendida entre el 0,19 % de las avellanas y el 0,21 % de almendras y nueces. Una relación óptima, e incluso mejor que la de la proteína de soja (González, 2008).

#### 4.4. Fibra Cruda

Tabla 10: Resultados de medias para el % de FC

Muestra	% Fibra Cruda
Testigo	0.50 b
Linaza	0.77 b
Chía	0.81 b
Nuez	0.87 b
Mezcla	1.45 a*

\*Los resultados obtenidos indican que no son estadísticamente iguales de acuerdo a Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ).

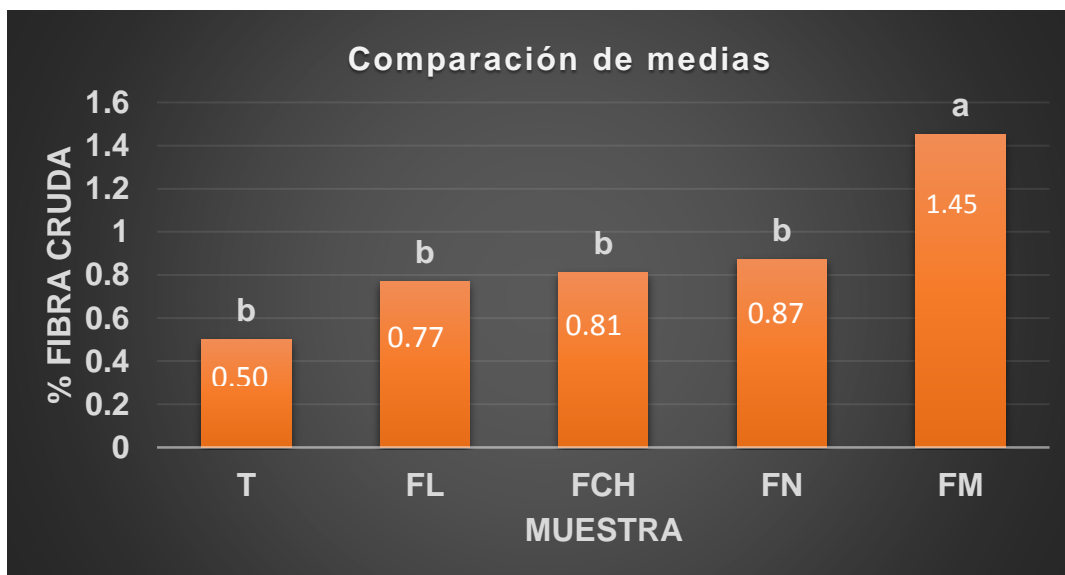


Gráfico 5 (%) de FC

Los valores obtenidos en la Tabla 10 y gráfico 5 corresponden al porcentaje de Fibra Cruda de las 5 formulaciones, encontrando que las 4 formulaciones de (FT, FL, FCH y FN) son estadísticamente iguales, presentando diferencia la formulación (FM).

Se puede observar la formulación (FN) tiene 0.87 % de Fibra Cruda se hace referencia al estudio realizado por Canazas (2015) que obtiene 2.3 % este obtuvo un mayor valor de Fibra Cruda.

En la formulación (FCH) tiene 0.81 % y en el análisis realizado por Bautista y Colaboradores (2005) obtuvieron 2.25 % existe una diferencia entre los análisis.

El resultado del estudio de Bautista y Colaboradores (2005) en la Linaza obtuvo 1.41 % en la formulación (FL) 0.77 % los resultados concuerdan.

En este sentido, los frutos secos son los alimentos con mayor contenido en fibra después de los cereales integrales. A pesar de ello, la mayor parte de esta fibra es insoluble y sus efectos metabólicos, como la reducción de la colesterolemia y de los picos postprandiales de glucemia, se atribuyen sólo a la fibra soluble (González, 2008).

La fibra: Es reductora de colesterol retarda el índice de glucosa en la sangre. La capa exterior de la chía es rica en fibra soluble muciloide, que al mezclarla con agua forma un gel que produce una digestión lenta y uniforme de carbohidratos sin producir picos de insulina. Cuando se come con cereales integrales se multiplica este efecto (M, 2013).

Las semillas de linaza tienen una fibra especial llamada lignina, que nuestro cuerpo transforma en lignanos, los cuales contribuyen a fortalecer el sistema inmunitario y tienen propiedades específicas anticancerígenas, anti fúngicas y antivirales. Una alta concentración de lignanos se relaciona con una reducción en el índice de cáncer de colon y de mama (Couses, 2014).

#### 4.5. Extracto libre de Nitrógeno

Tabla 11: Resultados de medias para el % de EE

Muestra	% Extracto libre de Nitrógeno
Mezcla	71.57 a
Nuez	71.58 a
Chía	71.95 a
Linaza	72.10 a
Testigo	73.76 a*

\*Los resultados obtenidos indican que son estadísticamente iguales de acuerdo a Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ).

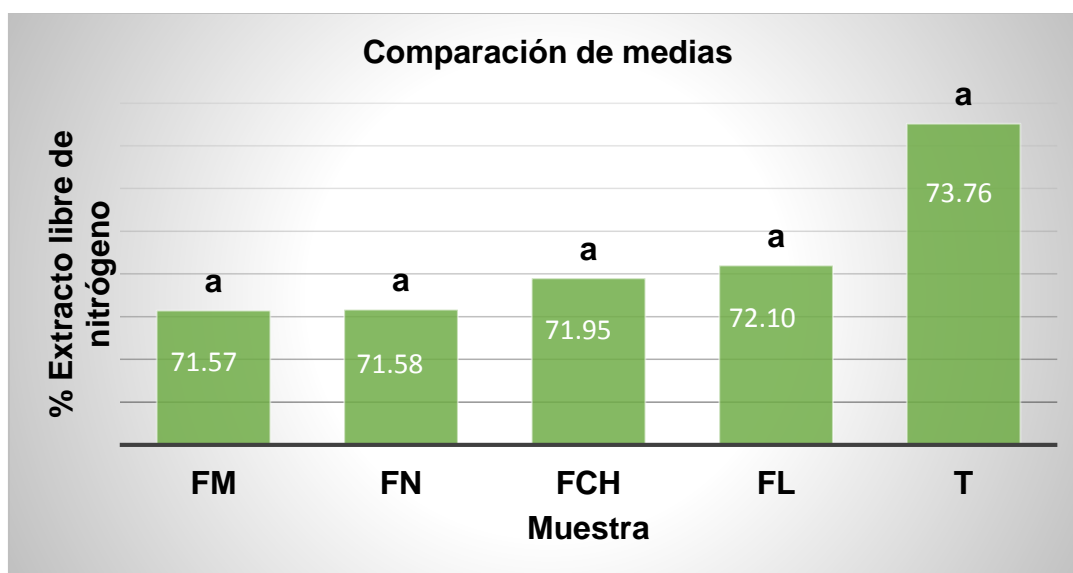


Gráfico 6 (%) de Extracto libre de Nitrógeno

En la Tabla 11 y gráfico 6 se observa que en el análisis de Extracto libre de Nitrógeno en las formulaciones (T, FM, FL FCH y FN) son estadísticamente iguales.



En la Tabla 11 y gráfico 6 la formulación (T) tiene una mayor concentración aunque no contiene ningún ingrediente en su elaboración a este se le adicionaron otros ingredientes en menor cantidad pero importantes en su preparación.

#### 4.6. Contenido energético (kcal/100 g)

Tabla 12: Resultados de medias para el contenido energético

Muestra	Cont. Energético (kcal)
<b>Mezcla</b>	730.97 a
<b>Nuez</b>	734.03 a
<b>Chía</b>	735.03 a
<b>Linaza</b>	735.47 a
<b>Testigo</b>	746.66 a*

\*Los resultados obtenidos indican que son estadísticamente iguales de acuerdo a Fisher ( $\alpha \leq 0.05$ ).

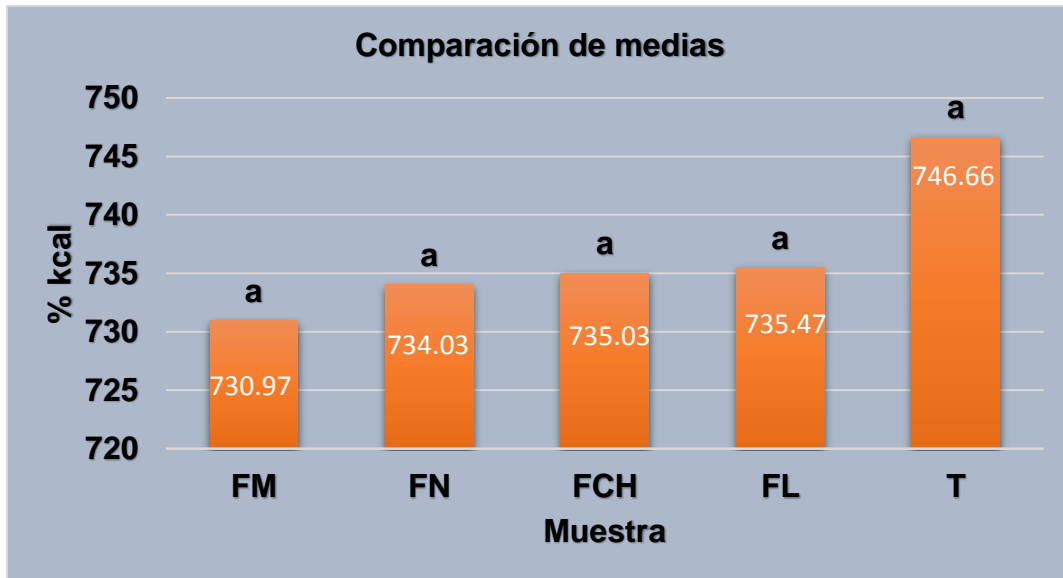


Gráfico 7 (%) de Contenido Energético (kcal)

Los resultados obtenidos en la Tabla 12 y gráfico 7 corresponden al porcentaje de Contenido Energético de las 5 formulaciones, donde nos muestra que a pesar de que en las formulaciones tienen frutos secos y semillas. Existe una diferencia del 15.7 % entre la Formulación testigo y la formulación mezcla.

Por lo que al consumir este tipo de pan, presenta un 11 % menor que el testigo.

Tabla 13 Composición de Ácidos grasos y su concentración en las diferentes formulaciones

(% ) Ácidos Grasos					
Ácidos Grasos	Testigo	Linaza	Nuez	Chía	Mezcla
Ácido Butírico (C4:0)	-	1.46 (0.0146)	0.68 (0.0068)	2.39 (0.0239)	1.84 (0.0184)
Ácido Caproico (C6:0)	1.85 (0.0185)	6.75 (0.0675)	-	9.85 (0.0985)	6.05 (0.0605)
Ácido Caprílico (C8:0)	-	5.27 (0.0527)	0.64 (0.0064)	6.08 (0.0608)	3.50 (0.0350)
Ácido Undecanoico (C11:0)	-	11.99 (0.1199)	-	12.57 (0.1257)	9.85 (0.0985)
Ácido Miristoleico (C14:1)	-	-	-	9.71 (0.0971)	6.72 (0.0672)
Ácido Pentadecanoico (C15:0)	-	7.62 (0.0762)	1.00 (0.01)	0.37 (0.0037)	0.26 (0.0026)
Ácido cis-10-Pentadecenoico (C15:1)	-	1.29 (0.0129)	5.17 (0.0517)	0.14 (0.0014)	0.92 (0.0092)
Ácido Palmítico (C16:0)	-	1.11 (0.0111)	-	10.69 (0.1069)	16.48 (0.1648)
Ácido Palmitoleico (C16:1)	-	19.28 (0.1928)	5.89 (0.0589)	18.65 (0.1865)	18.06 (0.1806)
Ácido Heptadecanoico (C17:0)	-	1.10 (0.0110)	-	4.22 (0.0422)	-
Ácido cis-10-Heptadecenoico (C17:1)	-	-	-	1.44 (0.0144)	1.13 (0.0113)
Ácido Estearico (C18:0)	-	1.06 (0.0106)	-	-	1.25 (0.0125)
Ácido Oleico (C18:1n9c)	-	<b>29.82 (0.2982)</b>	<b>3.32 (0.0332)</b>	<b>30.92 (0.3092)</b>	<b>70.91 (0.7091)</b>
Ácido Linoleico (C18:2n6c)	-	<b>52.80 (0.528)</b>	<b>27.35 (0.2735)</b>	<b>7.11 (0.0711)</b>	<b>48.17 (0.4817)</b>
Ácido Araquídico (C20:0)	-	-	-	1.38 (0.0138)	-
Ácido γ-Linolénico (C18:3n6)	-	<b>30.02 (0.3002)</b>	<b>2.54 (0.0254)</b>	<b>7.27 (0.0727)</b>	<b>1.71 (0.0171)</b>
Ácido cis-11-Eicosenoico (C20:1)	-	0.74 (0.0074)	-	0.84 (0.0084)	2.84 (0.0284)
Ácido Linolénico (C18:3n3)	-	4.63 (0.0463)	-	-	7.10 (0.0710)
Ácido Heneicosanoico (C21:0)	-	0.77 (0.0077)	0.46 (0.0046)	0.30 (0.0030)	1.10 (0.0110)
Ácido Araquidónico (C20:4n6)	-	0.63 (0.0063)	-	-	3.71 (0.0371)

\*Entre paréntesis se expresan el contenido de ácidos grasos mg/100 g del pan fresco.

Los ácidos grasos tienen un papel muy importante en la alimentación humana debido que hay ácidos grasos que no pueden ser sintetizados por el ser humano. Por ello la insistencia de consumir alimentos que contengan ácidos grasos además ayudan a tener una alimentación sana.

Los resultados obtenidos indican que las formulaciones son ricas en ácidos grasos poliinsaturados tales como: El ácido oleico ( $\omega$ 9) de FM en la Tabla 13 se observa que presenta una mayor concentración con 0.7091 % debido a que contiene ácidos

grasos de los ingredientes que están presentes en las tres formulaciones, con 0.2982 de la linaza, 0.0332 de la nuez y 0.3092 de la chía respectivamente.

Este ácido no es esencial para el ser humano y el cuerpo lo produce pero es beneficioso consumirlo. Se encuentra en grasas animales y vegetales como: aceitunas, aceite de oliva extra virgen, nueces, almendras, avellanas entre otras algunos de los beneficios para la salud son; mejora la circulación, favoreciendo el incremento de los índices del colesterol HDL o colesterol bueno (el que el organismo consigue eliminar) y ayuda a disminuir el colesterol malo LDL, previene enfermedades frente a cualquier tipo de cáncer, mantiene activas las reacciones metabólicas del organismo entre otras (M, 2013).

De acuerdo a la cantidad de ácidos encontrados en mayor porcentaje, tenemos al ácido linoleico ( $\omega 6$ ) presentando 0.0528 encontrándose en la FL, se estima en promedio es necesaria una ingesta del 1 % de la energía total de ácidos grasos ( $\omega 3$ ), y un 4 % de la energía total para los ( $\omega 6$ ). El problema radica en que el contenido de ácidos grasos ( $\omega 3$ ), en nuestra alimentación es muy bajo, por lo que el consumo diario no alcanza a superar el 0,5 % de la energía total (Di Sapio, *et al.*, 2008). Este debe ser administrado por una dieta ya que el organismo no puede sintetizarlo (Mataix, *et al.*, 2004).

El ácido graso esencial linolénico ( $\omega 3$ ), contiene 0.3002 % encontrándose en la FL constituye cerca del 57% de los ácidos grasos totales en la linaza, convirtiendo a la linaza en una de las fuentes más ricas de AAL en la dieta (Morris, 2007).

Cabe mencionar que la chía tiene más ácidos Linolénico ( $\omega 3$ ), que ayudan a reducir la inflamación del cuerpo y contribuye a reducir el riesgo de enfermedades crónicas como enfermedades cardíacas, artritis entre otras (Coates, 2013). Como también las semillas terrestres (chía y linaza) tienen un contenido mucho mayor de ( $\omega 3$ ), que las de origen marino, los aceites de pescado contienen colesterol puesto que son productos animales, mientras que la chía y la linaza no lo contienen porque son especies del reino vegetal (Di Sapio, *et al.*, 2008).

El porcentaje en el ácido graso Palmitoleico FL 0.1928, FCH 0.1865 y FM 0.1806 su concentración coincide entre ellas. La FN tiene un porcentaje muy bajo con 0.0589. Se recomienda un consumo de ácidos grasos monoinsaturados hasta un 12 % de la ingesta calórica (Bean, 2005). También conocido como ( $\omega$ 7) tiene grandes beneficios a la salud: Mejorar la sensibilidad a la insulina por lo que puede ayudar a proteger contra la diabetes tipo 2, reduce la inflamación en el cuerpo, ayuda a bajar de peso promueve la salud cardiovascular reduciendo los triglicéridos y el colesterol, entre otros beneficios (Periódico de la salud).

El ácido graso Undecanoico está presente en las formulaciones, con 0.1257 en la chía, 0.1199 de la linaza y 0.0985 de la mezcla.

Tabla 14: Comparación de Ácidos Grasos Esenciales en pan dulce (100 g)

Ácidos Grasos Esenciales	Chía		Linaza	
Palmitoleico (%)	0.1865	*(0.02)	0.1928	*(0.01)
Oleico $\omega$ 9 (%)	0.3092	(2.67)	0.2982	(1.37)
Linoleico $\omega$ 6 (%)	0.0711	(2.21)	0.5280	(0.79)
Linolénico $\omega$ 3 (%)	0.0727	(4.03)	0.3002	(1.37)

\*Entre paréntesis se expresa el contenido de ácidos grasos en 100 g del pan de chía y linaza analizado por Bautista y colaboradores (2005).

En los datos de la Tabla 14 destaca el ácido Linolénico ( $\omega$ 3) con 4.03 % analizado por Bautista y colaboradores en este trabajo se obtuvo 0.0727 en la FCH.

De igual manera en la formulación FL presenta una concentración de 0.3002 % en los resultados existe diferencia con el análisis de Bautista y colaboradores debido que tiene 1.37 %.

Como también se puede observar el ácido Oleico ( $\omega 9$ ) analizados por Bautista y colaboradores contienen 2.67 % y en la formulación FCH 0.3092 % en los datos existe diferencia.

En la formulación FL el ácido oleico ( $\omega 9$ ) analizados por el autor contienen 1.37 % y en este trabajo presenta 0.2982 % no coinciden.

El ácido graso Linoleico ( $\omega 6$ ) del estudio de Bautista y colaboradores se puede observar que tiene una concentración de 2.21 %; con respecto a la formulación FCH contiene 0.0711 % los datos obtenidos en los análisis son diferentes.

Como también en la formulación Linaza FL presenta 0.528 %, concuerda con Bautista y colaboradores debido que tiene 0.79 %.

En el ácido graso Palmitoleico de la formulación Linaza FL tienen una concentración de 0.1928 % y formulación FCH 0.1865 % en comparación con el análisis de Bautista y colaboradores no coinciden debido a que presentan una diferencia significativa a los siguientes datos Linaza 0.01 % y Chía 0.02 %.

En esta comparación se observa que existe una diferencia entre los estudios realizados en las muestras, esto se debe a diferentes factores tanto en las semillas como en el fruto seco. Como pueden ser las condiciones en las que se desarrolló la planta, también influye el sustrato utilizado en la semilla o fruto seco, la temperatura en la que se encontraba, si el suelo contenía los nutrientes necesarios para su crecimiento, condiciones de fertilización entre otros.

Otras variables son los ingredientes utilizados en la elaboración del pan dulce que están enriquecidos de ácidos grasos en diferentes concentraciones.

## 5. Conclusiones

Se elaboró un pan dulce utilizando mezclas de diferentes frutos secos y semilla, en la caracterización química realizadas en las diferentes formulaciones no se presentó diferencia únicamente en la variable fibra cruda con 1.45 %.

Se identificaron los ácidos grasos esenciales en las diferentes formulaciones mediante el método de cromatografía de gases en el que se encontró mayor contenido en Ácido Oleico ( $\omega$ 9) de la (FM) con 0.7091%, ácido linoleico ( $\omega$ 6) 0.5280%, ácido linolénico ( $\omega$ 3) con 0.3002 %

Se evaluó que la formulación que presento mayor contenido nutricional en base a los ácidos grasos esenciales fue la de (FL) con 0.5280 ( $\omega$ 6), alfa linolénico con 0.3202, oleico ( $\omega$ 9) con 0.2982%.

Se concluye que es posible el desarrollo de un pan dulce con características funcionales debido a los ácidos grasos poliinsaturados que presentan los ingredientes.

## 6. Referencias bibliográficas

- Agudelo, D. & Bedoya, O. (2005, enero-junio). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *La Sallista de Investigación*, Vol. 2, (p.40).
- Aragón, C., Molina, C., Gaviria, B., Ruíz, A., & López, B. (2011, abril 11). Efecto del consumo de linaza en el perfil lipídico, el control del cáncer y como terapia de remplazo hormonal en la menopausia: una revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados. *Perspectivas en Nutrición Humana*, Vol. 13, (pp.74-75.).
- Arias, C. & Elías, J. (2006). *Como hacer pan en casa*. España: Los libros del Nacional (pp. 9-10).
- Ayerza, R., Coaites, W. (2006). *Chía Redescubriendo un olvido alimento de los aztecas*. Buenos Aires Argentina. Ed. Del nuevo extremo S. A.
- Bautista, M., Barrón, A., Barrón, C., Camarena, E., Alanís, M., Da Mota, V., & Gamiño Z. (2005). Propiedades funcionales y valor nutritivo de panes integrales con chía y linaza, Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato. Facultad de Biología, Universidad Autónoma de Nuevo León. (pp. 442-443).
- Bean, A. (2005). *La Guía Completa de la nutrición del deportista*. Barcelona, España. Ed. Paidotribo. (pp.172-173).
- Boatella, J., Codony, R., & López, P. (2004). Definición y características del producto. *En Química y Bioquímica de los Alimentos II* Barcelona. Ed. Universitat de Barcelona (p.89-93).



- Buendía, M. (2016). *Panadería y Pastelera Comercial*. Lima, Perú. Ed. Macro. (pp.53-64).
  - Busilacchi, H., Quiroga, M., Bueno, M., Di Sapio, O., Flores, V., & Severin, C. (2013). Evaluación de *Salvia hispanica L.* Cultivada en el Sur de Santa Fe (República Argentina). *Cultivos Tropicales*, Vol.34, (p.56).
  - Canazas, Taya, V. (2015). Formulación y Elaboración de Turrón con características Funcionales, a partir de Chía (*salvia hispánica l.*), nuez de Brasil (*bertholletia excelsa h & 8*) y nuez de pecana (*Carya pecan l.*) fortificado, utilizando el diseño de mezclas". (Tesis) Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Perú.
  - Callejo, M. (2002). Industrias de cereales y derivados Ed. Amv-Mundi Prensa, Madrid.
- Coates, W., & Pedersen, S. (2013). *Chía el increíble súper nutriente*. Ed.: Edaf.
- Cousens, G. (2014). *Hay una cura para la diabetes: Programa holístico de recuperación en 21 días*. Ed. Sirio S. A.
  - Doria, J. (2009, diciembre 1). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*. Vol. 31, (p.73.)
  - Fonnegra, R., & Jiménez, S. (2007). *Plantas medicinales aprobadas en Colombia*. Colombia: Ed. Universidad de Antioquia. (p.161).
  - González, M. (2008, mayo 5). Frutos secos. Análisis de sus beneficios para la salud. *Ámbito Farmacéutico Nutrición*, Vol. 27, (p.104).

- Gutiérrez, T., Ramírez, L., Vega, S., Fontecha, J., Rodríguez, L., & Escobar, A. (2014, julio-septiembre). Contenido de ácidos grasos en semillas de chía (*Salvia hispanica* L.) cultivadas en cuatro estados de México. *Cubana de Plantas Medicinales*, Vol.19, (p.200).
- Hernández, G. (2013). *Libro Blanco del Pan*. Madrid, España. Ed. Médica Panamericana (p 7.).
- Iglesias, E. (2013). *Mejora del valor nutricional y tecnológico de productos de panadería por incorporación de ingredientes a base de chía (salvia hispanica l.)*. Valencia España. (p.9).
- Jiménez, P., Masson, L., & Quitral, V. (2013 junio). Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. *Chilena de nutrición*, Vol. 40, (pp.156-157).
- Lenzi, K., Spreafico, F., Teles, G., & Guzmán, M. (2008, diciembre). Efecto de la Semilla de Linaza (*linum usitatissimum*) en el Crecimiento de Ratas Wistar. *Chilena de Nutrición*, Vol. 35, (p 443).
- Madrid, A., & Cenzano, I. (2001). *Nuevo Manual de Industrias Alimentarias*. Ed. Amv-Mundi Prensa, Madrid. Mataix, J., & Gil, A. (2004). Libro blanco de los Omega-3: los ácidos grasos poliinsaturados Omega-3 y. España: Medica Panamericana, S. A.
- Mestre, M. (2013). Alimentación energía vital en el cáncer una visión global para alcanzar la salud. Ed. Auto publicación Tagus. (p. 284).
- NORMA MEXICANA NMX-FF-084-SCFI-2009. PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA CONSUMO HUMANO –

FRUTO FRESCO – NUEZ PECANERA *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch – ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-FF-084-SCFI-1996). Sitio web: <http://www.comenuz.com/assets/nmx-ff-084-scfi-2009.pdf>.

- Osuna, M., Avallone, C., Montenegro, S., & Aztarbe, M. (2006). Elaboración de pan fortificado con ácidos grasos Omegas 3 y 6. Universidad Nacional del Noreste, comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Argentina.
- Pamplona, J. (2003). *Salud por los alimentos*. Madrid, España. Ed. Safeliz S. L. (p.75).
- Rodríguez, M., Tovar, A., Prado, M., & Torres, N. (2005, Mayo-Junio). Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud. *Investigación Clínica, Medigraphic*, Vol. 57, (p.458).
- Salas, J. (2005). *Frutos secos, salud y culturas mediterráneas*. Barcelona, España: Ed. Glosa (p. 73).
- Sánchez, P. (2003). *Proceso de Elaboración de Alimentos y Bebidas*. Madrid España. Ed. A. Madrid Vicente & Mundi –Prens. (p. 108).
- Soriano, J. (2006). *Nutrición Básica Humana*. Valencia, España. Ed. PUV. (p.77).
- Suárez, T., López, G., & Ramos, E. (2011, mayo-junio). *La nuez. Ciencia y Desarrollo*. Sitio web: <http://www.cyd.conacyt.gob.mx/252/articulos/la-nuez-y-la-nutricion-humana.html>.
- Tejero, F. (1992-1995). *Panadería Española*. Ed. Montagud, Barcelona

- Valenzuela, A., & Morgado, N. (2005, Agosto). LAS GRASAS Y ACEITES EN LA NUTRICION HUMANA: ALGO DE SU HISTORIA. *Revista Chilena de Nutrición*, Vol. 32, (p.2).
- Vázquez, C., Blanco, A., & López, C. (2005). *Alimentación y nutrición: manual teórico-práctico*. Buenos Aires. Ed. Díaz de Santos (p.127).

### **Páginas web:**

- Anónimo 1. (Noviembre 13, 2009). *Tendencias de consumo e innovación en panificados*. Consultado 18 de enero de 2018, de Revista Énfasis Alimentación Sitio web: <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/14982-tendencias-consumo-e-innovacion-panificados>.
- Anónimo. (2016). Cd. de México Pan Feria Internacional de la Industria del Pan. Consultado: 16 de enero 2018, de Asociación Nacional de Proveedores Profesionales de la Industria del Pan Repostería y Similares Sitio web: <http://docplayer.es/amp/27310505-Industria-de-la-panificacion-datos-estadisticos.html>.
- Anónimo 2. (Febrero 4, 2016). *Pastelería La Era: pan para favorecer una alimentación saludable*. Consultado el 19 de enero 2018, de Fundación México- Estados Unidos para la Ciencia Sitio web: [http://fumec.org/v6/index.php?option=com\\_content&view=article&id=710:sin-azucar&catid=80&Itemid=459&lang=es.O](http://fumec.org/v6/index.php?option=com_content&view=article&id=710:sin-azucar&catid=80&Itemid=459&lang=es.O)
- Capel, J, Tejera, I., & Varela, G. (1991, 1993). *El pan, El libro del pan & El pan en la alimentación de los españoles*. Madrid: Alianza & Eudema. *El Pan, Mucho más que un Alimento*. Alimentación sana Consultado el 13 de enero

de 2018, somos lo que comemos. Sitio Web: <http://www.alimentacion-sana.org/informaciones/Chef/pan%20historia.html>.

- Di Sapio, O., Bueno, M., Busilacchi, H., & Severin, C. (Abril 24. 2008). *Chía: importante antioxidante vegetal*. Consultado: 28 de enero de 2018, de Revista Agro mensajes de la Facultad Sitio web: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/24/3AM24.htm>
- FAO (S/N) Grasas y ácidos grasos en nutrición humana. Consulta de expertos. Consultado 16 de enero 2018 del sitio web: <http://www.fao.org/docrep/017/i1953s/i1953s.pdf>.
- Imarchesanic. (2013). *Historia del pan*. Consultado el 13 de enero de 2018, Orgánico y Natural. Sitio web: <http://www.organicoynatural.cl/historia-del-pan/>.
- Morris, D. (S.F). Metabolismo del ácido alfa linolénico. Consultado: 20 de mayo 2018. Sitio web: [https://flaxcouncil.ca/wp-content/uploads/2015/04/Metabolism-of-Alpha-Linolenic-Acid-\\_Spanish](https://flaxcouncil.ca/wp-content/uploads/2015/04/Metabolism-of-Alpha-Linolenic-Acid-_Spanish).
- Norandi, M. (Abril 10, 2009). *Preparan en el IPN pan de chía, que previene el cáncer de colon*. Consultado 19 de enero 2018, de La Jornada en línea Sitio web: <http://www.jornada.unam.mx/2009/04/10/ciencias/a02n1cie>
- Ortega, R., López A., Requejo, A., & Carvajales, P. (2010). *El sector de los productos de panadería, bollería y pastelería industrial, y galletas en la Comunidad de Madrid Características de calidad, actitudes y percepción del consumidor*. Consultado el 14 de enero de 2018. Sitio web: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM009863.pdf>.

- Secretaría de Economía. (2017). Conoce más sobre la industria panificadora en México. Consultado: 29 de abril 2018, de gob.mx Sitio web: <https://www.gob.mx/se/articulos/conoce-mas-sobre-la-industria-panificadora-en-mexico>.
- Periódico de la Salud (S.F.) Omega 7. Que son, beneficios, contraindicaciones, alimentos, precio. Consultado: 20 de mayo 2018, Sitio web: <https://periodicosalud.com/omega-7-que-son-beneficios-contraindicaciones-alimentos-precio/>