



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

EVALUACIÓN TÉCNICA COMERCIAL DEL APROVECHAMIENTO DE LA  
SEMILLA DE CHÍA (*Salvia hispanica*) PARA LA ELABORACIÓN DE  
PRODUCTOS ALTERNOS

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Ingeniería Agroindustrial y de Alimentos

Profesora Guía

Ing. Lucía Irene Toledo Rivadeneira

Autora

Cinthya Alejandra Silva Sánchez

Año:

2015

## **DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

Lucía Irene Toledo Rivadeneira  
Ingeniera Agropecuaria  
C.I. 1712638608

### **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

---

Cinthya Alejandra Silva Sánchez  
C.I. 1719903492

## AGRADECIMIENTOS

“A mí madre y abuelos, que siempre me han ayudado a forjar mi camino y han sabido apoyarme en cada paso que he tomado. A mí querida tutora por ser una gran guía en esta etapa en mi vida universitaria”

DEDICATORIA

"A mi madre, padre y hermanos"

## RESUMEN

La semilla de chía es considerada un alimento de alta calidad, por sus beneficios nutricionales, hecho que impulsa la demanda entre los consumidores, importadores y comercializadores. El propósito de la presente investigación es plantear productos económicamente viables sin provocar cambios significativos en las propiedades físico-químicas de la semilla de chía. Los resultados obtenidos evidenciaron que es factible obtener productos alternos con alto valor agregado, en su mayoría mediante procesos de producción simples y ya existentes, aprovechando todos los componentes de la semilla de chía (*Salvia hispanica L.*). El objetivo general de la investigación fue determinar la diferencia que exista de las propiedades físico-químicas de 5 tratamientos con 3 repeticiones comparándolos con un tratamiento control, contando con un total de 18 unidades experimentales, para el planteamiento de posibles productos alternos. El fundamento de la presente investigación es el desarrollo de los análisis bromatológicos y del diseño experimental realizado a los distintos tratamientos planteados. Las características físico-químicas evaluadas fueron, peso, contenido de: humedad, cenizas, grasa, fibra y proteína, de los cuales tuvo mayor aceptabilidad según los datos estadísticos obtenidos, el tratamiento número 4, semillas de chía sumergidas en agua fría. Sin embargo los tratamientos (T2, T3, T5, T6) son aceptables y podrían industrializarse mediante diferentes procesos que se describen en el capítulo III, para la creación de nuevos productos funcionales en beneficio de la salud tanto de animales como en los seres humanos. Los datos arrojados fueron determinados por el método lineal generalizado. Finalmente, se realizó un análisis financiero, donde se determina la viabilidad técnica del producto seleccionado de acuerdo al criterio del diseño experimental y el análisis de los posibles productos alternos propuestos en el capítulo II. Se determina como producto idóneo al yogur natural con semillas de chía y frutas, en razón de no demostrar cambios significativos en las propiedades físico-químicas de la chía.

## ABSTRACT

Chia seed is considered a high quality food for its nutritional benefits, this is a fact that drives demand among consumers, importers and marketers. The purpose of this research is to propose economically viable products without significant changes in the physicochemical properties of chia seeds. The results showed that it is feasible to obtain alternate products with high added value, mostly by simple production processes and existing, taking advantage of all the components of chia seed (*Salvia hispanica L.*). The overall objective of the research was to determine the difference of the physicochemical properties of 5 treatments with 3 replicates compared with a control treatment, with a total of 18 experimental units, for the approach of possible alternative products. The fundamentals for this research are the development of bromatological analyzes and experimental design made to the different treatments proposed. The physicochemical characteristics evaluated were, weight, content of moisture, ash, fat, fiber and protein, which had greater acceptability according to the statistical data obtained, treatment Issue 4, chia seeds soaked in cold water. However treatments (T2, T3, T5 and T6) are acceptable and these could industrialize through different processes described in Chapter III, for the creation of new functional products to benefit animals and humans health. The data obtained were determined by the generalized linear method for the experimental design. Finally, a financial analysis was performed, the technical feasibility of the selected product is determined, according to the criteria of the experimental design and analysis of possible alternative products given in Chapter III. Therefore, natural yogurt with chia seeds and fruits is determined as a suitable product, for no showing significant changes in the physicochemical properties of chia.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
ANTECEDENTES .....	1
ALCANCE .....	2
JUSTIFICACIÓN .....	2
OBJETIVO GENERAL .....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
HIPÓTESIS.....	4
1. MARCO TEÓRICO .....	5
1.1. Características de la semilla y cultivo de chía .....	5
1.1.1. Mucílago .....	10
1.2.1. Antioxidantes .....	14
1.2.2. Proteínas y aminoácidos .....	16
1.2.3. Fibra .....	16
1.2.4. Vitaminas y minerales .....	17
1.3. Producción.....	18
2. MATERIAL Y MÉTODO EXPERIMENTAL .....	21
2.1. Introducción .....	21
2.2. Factores considerados.....	21
2.2.1. Tratamientos .....	21
2.2.2. Variables .....	22
2.2.3. Materiales y Equipos .....	22
2.3. Dispositivos experimentales .....	23



2.4.Procedimiento Experimental.....	23
<b>3. DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS</b>	
<b>PRODUCTOS ALTERNOS.....</b>	<b>24</b>
3.1.Productos alimenticios.....	24
3.1.1. Semilla entera.....	24
3.1.2. Aceite por extracción de FSC- CO <sub>2</sub> .....	24
3.1.3. Microencapsulación del aceite de chía.....	26
3.1.4. Harina y derivados.....	26
3.1.5. Suplementos alimenticios.....	28
3.1.6. Productos de origen animal enriquecidos con ácidos grasos omega.3.....	29
3.1.7. Estabilizante natural.....	29
3.1.8. Emulsionante.....	30
3.1.9. Barras energéticas.....	30
3.1.10.Cereales extruidos de chía.....	31
3.1.11.Yogur con semillas de chía.....	31
3.2.Productos medicinales.....	32
3.2.1. Medicamentos.....	32
3.2.2. Aplicaciones clínicas.....	32
3.2.3. Productos con propiedades terapéuticas.....	33
3.3.Productos comerciales y otros.....	33
3.3.1. Insecticidas para el control de plagas.....	33
3.3.2. Geles.....	34
3.3.3. Pinturas.....	34
3.3.4. Productos cosmetológicos.....	34

4. SONDEO DE MERCADO .....	36
4.1.Productos comerciales mercado nacional .....	36
4.2.Productos comerciales en el mercado mundial .....	41
5. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	45
5.1.Análisis estadístico .....	45
5.1.1. Descripción de modelo .....	45
5.1.2. Tratamientos.....	47
5.2.Manejo del experimento .....	49
5.2.2. Contenido de humedad .....	49
5.2.3. Contenido de cenizas .....	50
5.2.4. Contenido de proteínas .....	51
5.2.5. Contenido de grasa .....	52
5.2.6. Contenido de fibra .....	53
5.2.7. Contenido de carbohidratos .....	54
5.2.8. Materia seca .....	54
5.2.9. Energía.....	54
6. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	55
6.1.Introducción .....	55
6.2.Resultados del Diseño Experimental .....	56
6.3.Desarrollo del Diseño experimental.....	58
6.4.Decisión del mejor tratamiento .....	62
6.5.Análisis comparativo de factibilidad de productos alternos.....	63
7. ANÁLISIS FINANCIERO .....	67
7.1.Generalidades.....	67

7.2. Análisis financiero de la Investigación .....	67
7.3. Análisis financiero de la Producción .....	68
7.3.1. Costos de Producción .....	68
7.3.2. Plan de Producción .....	68
7.3.3. Periodo de recuperación del capital .....	68
7.3.4. Costo Ponderado del Capital .....	73
7.3.5. Relación Beneficio/Costo .....	74
7.3.6. Punto de equilibrio .....	74
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	76
8.1. Conclusiones .....	76
8.2. Recomendaciones .....	77
REFERENCIAS .....	78
ANEXOS .....	85

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ficha Técnica de la semilla de Chía.....	5
Tabla 2. Proteína, Lípidos y composición de ácidos grasos cultivados en varias localidades y en diferentes países.....	7
Tabla 3. Buenas Prácticas Agrícolas del cultivo de chía .....	8
Tabla 4. Control Fitosanitario del cultivo de chía.....	9
Tabla 5. Manejo ecológico de plagas en el cultivo de chía .....	9
Tabla 6. Contenido de ácidos grasos en la semilla de chía .....	12
Tabla 7. Energía y composición centesimal de diversos granos .....	13
Tabla 8. Concentración de Antioxidantes en la semilla de chía .....	15
Tabla 9. Contenido de aminoácidos correspondientes a hidrolizados de proteínas de semillas de chía.....	16
Tabla 10. Contenido de vitaminas presentes en la semilla de chía.....	17
Tabla 11. Contenido de minerales presentes en la semilla de chía .....	18
Tabla 12. Comercio bilateral entre Ecuador y sus dos principales compradores de las semillas y frutos oleaginosos incluso quebrantados .....	19
Tabla 13. Productos de chía comercializados en Ecuador.....	36
Tabla 14. Productos elaborados con chía en el mercado mundial .....	41
Tabla 15. Tratamientos de las semillas de chía .....	47
Tabla 16. Descripción de los tratamientos de las semillas de chía .....	47
Tabla 17. Tabla de resultados de análisis bromatológicos.....	57

Tabla 18. Análisis de Varianza para Ceniza.....	58
Tabla 19. Análisis de Varianza para Fibra.....	58
Tabla 20. Análisis de Varianza para Grasa .....	59
Tabla 21. Análisis de Varianza para Humedad .....	59
Tabla 22. Análisis de Varianza para Proteínas.....	60
Tabla 23. Resumen de estadísticas .....	61
Tabla 24. Promedio de las variables .....	62
Tabla 25. Factibilidad de producción de los productos alternos.....	64
Tabla 26. Costos detallados de la investigación.....	67
Tabla 27. Plan de producción del yogur con chía y frutas.....	68
Tabla 28. Costos de Producción por producto y totales por mes del yogur con semillas de chía y trozos de frutas.....	69
Tabla 29. Depreciación activos fijos .....	70
Tabla 30. Flujo de caja por 10 años .....	71
Tabla 31. Cálculo de ingresos .....	72
Tabla 32. Pérdidas/Ganancias luego del primer año.....	72
Tabla 33. Necesidades de capital y plan de Financiamiento.....	73
Tabla 34. Opción de crédito préstamo bancario (USD).....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cultivo de chía ( <i>Salvia hispanica</i> L.) .....	6
<i>Figura 2.</i> Corte histológico de la semilla de chía .....	10
Figura 3. Semillas de chía sumergidas en agua.....	11
Figura 4. Principios de la extracción por fluidos supercríticos .....	25
<i>Figura 5.</i> Análisis de tratamientos .....	63
Figura 6. Punto de Equilibrio .....	75

## ÍNDICE DE ECUACIONES

(Ecuación 1).....	45
(Ecuación 2).....	46
(Ecuación 3).....	46
(Ecuación 4).....	46
(Ecuación 5).....	46
(Ecuación 6).....	46
(Ecuación 7).....	49
(Ecuación 8).....	50
(Ecuación 9).....	50
(Ecuación 10).....	51
(Ecuación 11).....	52
(Ecuación 12).....	52
(Ecuación 13).....	53
(Ecuación 14).....	54
(Ecuación 15).....	54
(Ecuación 16).....	54
(Ecuación 17).....	70
(Ecuación 18).....	74

## INTRODUCCIÓN

### ANTECEDENTES

Estudios recopilados en los años noventa sobre la información científica y epidemiológica han revelado efectos negativos de los trans-isómeros, grasas saturadas, y el desequilibrio entre los ácidos grasos omega-3 y omega-6 en la salud humana. En esta época es donde se ve la necesidad de incrementar el consumo de ácidos grasos omega-3 en la dieta alimentaria, como para la prevención de enfermedades cardiovasculares, depresión, cáncer y otros, debido a los beneficios que el consumo de estos componentes aportaba al organismo. Años después se dan a conocer las primeras publicaciones científicas de los ensayos con semilla de chía con los resultados, como parte del Northwestern Argentina Regional Project, naciendo así un interés creciente por conocer las bondades de este grano como una fuente natural de antioxidantes, fibra dietética, ácidos grasos omega-3 y el conocimiento sobre el cultivo (CICH, 2009).

Los alimentos principales en la dieta de los pueblos americanos prehispánicos fueron el frijol, el amaranto, la chía y el maíz. Actualmente el frijol y el maíz continúan teniendo una enorme importancia en la alimentación en casi todos los países de Latinoamérica; el amaranto es poco conocido y la chía es uno de los tantos productos que fueron casi erradicados de la memoria colectiva a lo largo de la historia, pese a ser un alimento completo en comparación a los demás.

Es indiscutible que la globalización ha impulsado la innovación y renovación en la forma de alimentación de los pueblos de América, orientada a mejorar la salud humana y del organismo. Sin embargo, es importante tomar en cuenta la capacidad de compra, ya que esta es considerada como un indicador del nivel de la buena o mala alimentación, como también la oferta generada por las grandes corporaciones que ocupan más espacio en el mercado, moviéndose con altos beneficios en plazos más cortos.



La chía es un recurso natural de alto valor nutritivo que ha sido reconocido en todo el mundo como un alimento de alta calidad, tanto para las actuales como futuras generaciones. La investigación sobre sus beneficios y la información sobre el cultivo ayudarán en la creación de nuevos productos derivados de este alimento para su mejor aprovechamiento.

## ALCANCE

El presente estudio comprende el análisis físico-químico, propuesta de productos alternos a base de las semillas de chía, la investigación para la generación de alimentos con mayor valor nutritivo sin modificación de las propiedades originales de las semillas, la relación costo beneficio y un análisis de la posible viabilidad tanto técnica y comercial dentro del mercado.

El proyecto es la creación de nuevas alternativas de productos económicamente sustentables que permitan el aprovechamiento de la semilla de chía con el fin de incentivar su producción y/o consumo, contribuyendo con el sector agroindustrial a diversificar los productos ofertados en el mercado, y a su vez, brinda nueva información que podría ser utilizada en investigaciones futuras.

## JUSTIFICACIÓN

La ciencia moderna a través de varias investigaciones médicas y nutricionales ha demostrado la importancia que tiene una buena alimentación para mantener la salud de las actuales y futuras generaciones. Hoy en día uno de los grandes problemas que enfrenta el mundo en cuanto a nutrición, es la falta de educación nutricional y problemas dietéticos, debido a que existe una culturalización de los beneficios de varios alimentos que no se consideran para la producción en masa y que han sido olvidados generaciones atrás (Fernández, 2010).

La ciencia actual explica por qué las antiguas civilizaciones consideraban a la chía un componente básico de su dieta. Tanto su valor nutricional y su composición química, le otorgan un gran potencial para la nutrición y alimentación no solo del ser humano sino también de varias especies. Estas semillas ofrecen al mundo una nueva oportunidad de mejora en la nutrición humana, por ser una fuente natural de antioxidantes, ácidos grasos omega-3, proteínas, minerales, vitaminas y fibra dietética. (Fernández, 2010).

La semilla de chía constituye la fuente vegetal con más alta concentración de omega-3. Posee un 33% de aceite, del cual el ácido alfa-linolénico (omega-3) representa el 62% y el linoleico (omega-6) el 20%. Este cultivo cuenta con el mayor porcentaje de ácidos grasos esenciales al poseer el 82% de sus lípidos con tales características. Además al poseer una gran cantidad de antioxidantes, especialmente flavonoides, permite que la harina y el aceite de chía se conserven durante largos períodos de tiempo sin enranciarse. La chía no contiene gluten por esto actualmente existe un porcentaje de consumidores que debido al tipo de alimentación actual, prefieren ingerir alimentos libres de gluten o muy bien eligen este tipo de productos al desarrollar alergias que se generaron durante el transcurso de su vida que podrían desencadenar en posibles daños en la salud (CICH, 2009).

Por su alto contenido en proteínas (23%), la chía ayuda a construir y regenerar tanto músculos como tejidos, siendo ideal para deportistas y personas que se encuentren en etapas de crecimiento. Contiene una gran fuente de fibra dietética soluble e insoluble, aproximadamente 30 gramos de fibra por cada 100 gramos. La fibra soluble tiene grandes beneficios, como el regular el nivel de azúcar en sangre y ayudar a reducir el colesterol. Las dietas ricas en fibra pueden ayudar a controlar la obesidad, debido a que aportan menos calorías en el mismo volumen del alimento (Fernández, 2010).

Desde el 2005, la Corporación Internacional Chía S.A. se desenvuelve en el Ecuador como productor de semillas de chía, tanto en la zona norte como en la región costa central del país, exportando a Europa, América del Norte y Oriente. Cuenta con plataformas productivas en Argentina, Bolivia, Paraguay.

El Ecuador incentiva la producción de productos agrícolas con valor agregado, llevando a un aumento en las exportaciones agroindustriales de este tipo de productos. Al exponer estos antecedentes sobre la semilla de chía se genera la oportunidad de desarrollar nuevos productos altamente nutricionales como opciones alimenticias para el mercado mundial (Almendariz, 2012).

## OBJETIVO GENERAL

Plantear productos alternos a partir de semillas de chía técnica y económicamente viables evitando la generación de cambios en las condiciones propias del producto.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las características físico-químicas de las semillas de chía; peso, contenido de humedad, cenizas, fibra, grasa y proteína.
- Evaluar los diferentes productos alternos debido a su composición porcentual de la utilización de semilla de chía.
- Analizar la viabilidad técnica y comercial de productos alternos que contengan mayor composición de semillas de chía.

## HIPÓTESIS

H1: Las variables cuantitativas presentan un análisis significativo.

H0: Las variables cuantitativas no presentan un análisis significativo.

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Características de la semilla y cultivo de chía

La chía (*Salvia hispanica L.*) proviene de una planta herbácea perteneciente a la familia de las lamiaceas, en la siguiente tabla se describe la taxonomía de la semilla, descripción botánica de la planta, condiciones edafoclimáticas del cultivo, cualidades organolépticas de la semilla y diferentes usos que se le otorga a la chía.

Tabla 1. Ficha Técnica de la semilla de Chía

Taxonomía	Reino	Plantae
	Subreino	Tracheobionta - Planta vascular
	Phylum	Magnoliophyta - Angiosperma
	Clase	Magnoliopsida - Dicotiledónea
	Orden	Lamiales
	Familia	Lamiaceae
	Género	Salvia
	Epíteto Específico	hispanica
	Autor Epíteto Específico	L.
	Nombre Científico	<i>Salvia hispánica</i>
Condiciones edafoclimáticas del cultivo	<p><b>Hábitat:</b> Montañoso, crece en zonas templadas de ambientes semicálidos.</p> <p><b>Altitud:</b> 1400 a 2200m, no es tolerante a heladas.</p> <p><b>Precipitación:</b> 800 a 900mm por año bien distribuidos.</p> <p><b>Temperatura:</b> 11°C a 36°C. Óptima 18°C a 26°C.</p> <p><b>Suelos:</b> Arenosos-limosos, aunque también puede crecer en suelos arcillosos-limosos de buen drenaje.</p> <p><b>Humedad relativa:</b> 40% a 70%.</p>	
Cualidades organolépticas	<p>La semilla es insípida e inodora, carece de gusto alguno. De origen vegetal, contiene antioxidantes naturales que no permiten la oxidación de lípidos, por lo que no produce olor a pescado.</p>	

Descripción Botánica	Forma parte de la familia de aromáticas de la menta, el romero, el orégano, y el tomillo. Su planta alcanza una altura entre 1.5-2m, según la variedad de la semilla (oleaginosa) su planta será de color negro grisáceo o blanco. Sus flores son blancas o azul intenso superpuestas en espigas terminales. Los primeros 45 días del cultivo son críticos, la chía es de crecimiento lento en este período y otras plantas como las latifoliadas pueden competir por luz y nutrientes..
Usos Alimenticios	Aceites esenciales usados en la industria de fragancias y saborizantes. Harinas, bebidas, aceites.
Usos Medicinales	Desde tiempos prehistóricos la semilla de chía y sus subproductos han sido usados para tratar diarrea, fiebre, estreñimiento, regulación de la secreción biliar, reconstituyente para convalecientes; aliviando dolores de heridas, como tratamiento de infecciones de los ojos, como emoliente en inyecciones, gargarismos y colirios.
Usos Artísticos	Aceite de chía utilizado para fabricación de pinturas, lacas, de secado rápido y mayor durabilidad.

Adaptado de Jaramillo, 2013; Miranda, 2012; Fernández, 2010, Hernández, 2008



*Figura 1.* Cultivo de chía (*Salvia hispanica* L.)

Tomado de CICH, 2009

La Tabla 2 muestra que la mayor diferencia en la composición de ácidos grasos son producidos por según la ubicación (debido a diferencias climáticas) que hay entre las semillas de chía blanca y negra. El color es la única diferencia significativa.

Tabla 2. Proteína, Lípidos y composición de ácidos grasos cultivados en varias localidades y en diferentes países.

Localidad	Color	Proteína	Lípidos	Palmítico	Estearico	Oleico	Linoleico	Linolénico
(%) <sup>2</sup>						(%) <sup>3</sup>		
1	Negra	15.6	31.2	6.7	3.7	7.0	17.3	63.5
	Blanca	14.2	32.8	6.7	3.3	6.8	17.4	64.5
2	Negra	12.3	30.2	6.3	3.3	6.7	18.0	63.5
	Blanca	12.4	29.3	6.7	3.3	6.8	17.9	63.7
3	Negra	20.2	33.2	6.3	3.3	5.8	15.6	67.3
	Blanca	21.0	32.1	6.0	5.0	6.4	15.7	66.2
4	Negra	19.6	35.2	-	-	-	-	64.9
	Blanca	18.4	35.7	-	-	-	-	64.4
Promedio	Negra	16.9	32.4	-	-	-	-	64.8
	Blanca	16.5	32.6	-	-	-	-	64.7
<sup>2</sup> porcentaje del peso de la semilla seca. <sup>3</sup> porcentaje de los ácidos grasos totales								

Adaptado de CICH, 2009

Las actividades a desarrollar en una producción agrícola del cultivo de chía, como son: buenas prácticas agrícolas (Ver Tabla 3), control fitosanitario (Ver Tabla 4) y alternativas de manejo ecológico de plagas (Ver Tabla 5), se describen a continuación.

Tabla 3. Buenas Prácticas Agrícolas del cultivo de chía

Preparación del suelo	Seguido de una lluvia aplicar herbicidas (glifosato, 4 litros/manzana). Usar como fertilizante al suelo: triple 15 (15N -15K-15 P) 4qq por Mz. El surcado se realiza a los 8 días posteriores, 50cm entre surcos.
Desinfección de la semilla	Aplicar a la semilla Malathion en polvo, 100gr/10kg.
Siembra	Esparcir la semilla al voleo después de una lluvia para evitar daños por insectos, 4 libras de semilla por Mz (7026m <sup>2</sup> ). Recomendable iniciar después del invierno. Sembrar 20 plantas por metro cuadrado, la distancia de siembra es de 10cm/planta. Sembrar 24 horas después de aplicado un herbicida.
Control de malezas	Eliminar malezas manualmente para evitar competencia por espacio y nutrientes. A los 40 DDS se recomienda hacer otro control.
Fertilización	Dependerá mucho del tipo de suelo. En etapas de desarrollo vegetativo 50 DDS, usar fertilizantes foliares cada 15 días, 1 litro por Mz (N-P-K). En el último mes de desarrollo vegetativo aplicar 1 litro de fertilizante multimineral más 1 litro de Boro para fortalecimiento de inflorescencia. A los 30, 60 y 90 DDS aplicar 2qq/Mz de urea al voleo después de una lluvia.

Adaptado de Miranda, 2012

Tabla 4. Control Fitosanitario del cultivo de chía

Plagas y Enfermedades	Babosas, aparecen en meses húmedos (octubre). Hormigas, al momento de la siembra se alimentan de la semilla. Gallina ciega ( <i>Phyllophaga sp</i> ) plaga de suelo que pasa por la etapa de huevo, larva (donde ocasiona el daño), pupa y adulto. Zompopo ( <i>Atta cephalotes</i> ) ataca durante todo el ciclo del cultivo. Gusano peludo ( <i>Estigmene acrea</i> ). Gusanos cortadores langostas ( <i>spodopteras sp</i> ) se alimentan de las hojas. Hongos ( <i>cercospora sp</i> ). Bacterias como manchas foliares. Roya.
Control	Uso de sebos atrayentes para babosas. Insecticidas como cypermetrina para el control de hormigas y gusanos, 100c/c en 20 litros. Labranza en seco, uso de trampas de luz, insecticidas (Thimex). Zompopo muerte por hambre, eliminar las cuevas. Control de hongos con fungicidas; Mancozed, Triazoles o Positrón. Control de bacterias preventivo aplicando bactericida cúprico en toda la planta.

Adaptado de Miranda, 2012

Tabla 5. Manejo ecológico de plagas en el cultivo de chía

Control biológico	<p><b>Insecticidas biológicos:</b> <i>Bacillus thurigiensis</i>, Baculovirus, trichodermas.</p> <p><b>Agentes biológicos:</b> Parasitoides y predadores como la mariquita (<i>Cicloneda sanguínea</i>)</p> <p><b>Agentes microbiológicos:</b> Patógenos de insectos, que existen en forma natural como los hongos: <i>Nomuraea rileyi</i>, <i>Bauveria bassiana</i>, <i>Metharizium anisopliaa</i>.</p>
Control a base de biopreparados	<b>Caldo sulfocálcico o polisulfuro de calcio:</b> Hervir la cal hidratada (5kg de cal más 50 lts de agua) con el azufre (20kg), dejar enfriar y guardar en envase oscuro. Duración 3 meses. Controla ácaros, cochinilla, trips, pulgones.



Extracto vegetal	Macerar 1kg de fruto maduro en 4 lts de agua durante 1 noche, filtrar. Por cada litro de preparado agregar 2 lts de agua. Permanece aproximadamente 7 días en el cultivo sin lluvias. Tiene acción insecticida (insectos mueren al no comer) y fungicida (produce muerte de las esporas del hongo).
------------------	---

Adaptado de López, 2013

### 1.1.1. Mucílago

Cuando varias semillas se hidratan forman una solución estable y altamente viscosa, denominada mucílago. Estos son componentes normales de los vegetales, producto de un metabolismo que da paso a la acumulación en células dentro de los tejidos. Sirve como material de reserva de agua en plantas, material hidrocarbonado o como elementos estructurales en algas (vegetales inferiores), proporcionándoles suavidad y elasticidad (Guiotto, 2014). El mucílago aislado tiene la capacidad de retener 27 veces su peso en agua, a diferencia de toda la semilla que se hidrata hasta 12 veces su peso en agua.



*Figura 2.* Corte histológico de la semilla de chía

Tomado de Muñoz, s.f.

- a. La capa externa de la semilla, en agua, genera columelas donde se forman brotes filamentosos, cilos que luego se integran en una red hidrofílica

El mucílago está compuesto por polisacáridos ubicados en la testa (cascarilla), que a su vez está compuesta de tres capas y se encuentra dentro de las células epidérmicas de la semilla madura. Al entrar en contacto con el agua las núculas de la chía se rompen agotando su elasticidad liberando fibras, que están formadas por células de la pared vegetal, estas son fibrillas celulósicas higroscópicas con aberturas espiraladas. Posteriormente las células epicárpicas formarán el denominado mucílago (cápsula transparente), rodeando toda la superficie de la semilla hasta su máxima capacidad (Ryding, 1992).



*Figura 3.* Semillas de chía sumergidas en agua

- a. Pasados 30 minutos, se diferencia claramente la acción del mucílago de la semilla de chía.

El mucílago de la semilla de chía contiene  $48 \pm 0.55\%$  del azúcar total de la semilla,  $8 \pm 0.57\%$  de cenizas,  $4 \pm 0.05\%$  de proteína y  $1.78 \pm 0.02\%$  de grasa. Es una potencial fuente de hidrocoloides con diferentes propiedades funcionales útiles para la industria de la alimentación humana, animal y farmacéutica, como espesante, emulsificante o estabilizante en la formación de espumas. En una formulación comercial, se puede remplazar el 100% del estabilizante que se utiliza convencionalmente, además posee una gran capacidad de retención de agua, siendo altamente soluble en agua fría o caliente, entre otros. Además de ser constituyente de la fibra dietética soluble, produce geles altamente viscosos que causan enlentecimiento del vaciado gástrico, brindando una sensación de

saciedad. En los estudios realizados del espectro DSC por Muñoz, revelan que el mucílago de ésta semilla puede ser utilizado en procesos que involucren altas temperaturas debido a que no presenta un punto de fusión exacto, degradándose a 320°C (Beltrán, Salgado y Cedillo, s.f.; Muñoz, 2012).

## 1.2. Composición Química y aspectos nutricionales de la chía

Hoy en día, por el hecho de no ser consumida en las dietas estándar de diferentes países alrededor del mundo, la chía es considerada como una semilla no convencional. Esta semilla ha demostrado tener propiedades nutricionales superiores en comparación a otros granos que actualmente están siendo revalorizados, como el trigo. Teóricamente posee un alto contenido de aceite (32%) del cual el 62% es ácido alfa-linolénico (Ver Tabla 6), un ácido graso esencial denominado omega-3, el cual vía desaturasas y elongasas se transforma en EPA y posteriormente en DHA. Estos son importantes componentes estructurales de las membranas de los fosfolípidos y son el sustrato de derivados lipídicos llamados eicosanoides (Valenzuela, Tapia, Gonzales y Valenzuela, 2011).

Tabla 6. Contenido de ácidos grasos en la semilla de chía

Ácido Graso	%
Palmítico	6,5
Palminoléico	0,1
Margárico	0,2
Margaroléico	-
Esteárico	2,9
Oleico	7,2
Linoleico	20,3
Linolénico	62,0
Araquídico	0,3
Galoleico	0,1
Behénico	0,1

Adaptado de Ayerza y Coates, 1998

El consumo de EPA y DHA contribuyen tanto a la prevención como al tratamiento de diferentes patologías, especialmente en inflamaciones, por la presencia de propiedades antiinflamatorias (Jiménes, Masson, y Quitral, 2013; Rosamond, 2002). Los ácidos grasos omega-3 juegan un papel significativo en la salud humana, al ser de gran importancia en el desarrollo del cerebro y la retina. Durante la gestación el feto tiene capacidad limitada para convertir AGE a AGP, es por esto que la madre gestante debe ingerir cantidades adecuadas de ácido linolénico especialmente durante el tercer período. Alrededor de 600mg de los AGE son transferidos al feto durante la gestación en una madre sana (Castro-Gonzáles, 2002).

Según la OMS es recomendable consumir 4 gramos de ácidos grasos omega-3 diarios, al consumir 24 gramos de semilla de chía se cubre la necesidad diaria de este nutriente (Miranda, 2012). Su contenido de fibra (22g/100g) y proteína (17g/100g) después de ser extraído el aceite de la semilla, es similar al de otros aceites provenientes de semillas (Ayerza y Coates, 1999, pp. 53-58).

En la Tabla 7, se detalla la comparación del contenido centesimal de varios granos, donde la semilla de chía demuestra mayores cualidades en comparación al resto.

Tabla 7. Energía y composición centesimal de diversos granos

Grano	Energía	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Fibra	Cenizas
	Kcal/100gr	%				
Chía	550	19-23	30-35	9-41	18-30	4-6
Arroz	358	6,5	0,5	79,1	2,8	0,5
Cebada	354	12,5	2,3	73,5	17,3	2,3
Avena	389	16,9	6,9	66,3	10,6	1,7
Trigo	339	13,7	2,5	71,1	12,2	1,8
Maíz	365	9,4	4,7	74,3	3,3	1,2

Adaptado de Capitani, 2013

En el estudio realizado por Ayerza en cinco localidades de Ecuador: Santa Elena, Salinas, Patate, Guayllabamba y San Pablo, se analizaron los efectos del color de la semilla y la zona de crecimiento, sobre el contenido y composición de ácidos grasos de dos genotipos de chía (*Salvia hispanica L.*). Este estudio se llevó a cabo utilizando semilla blanca y negra moteada, el contenido de aceite no fue significativamente diferente en ninguno de los análisis comparativos entre los genotipos y tampoco se observaron diferencias significativas en el contenido de aceite entre las diferentes localidades. Sin embargo se observaron diferencias significativas en la composición de ácidos grasos (palmítico, oleico, linoleico,  $\alpha$ -linolénico) entre localidades.

Los datos obtenidos arrojaron que el contenido más alto de aceite (34.5%) fueron los de la localidad de San Pablo. El contenido más alto de ácido  $\alpha$ -linolénico (66.75%) fueron las semillas provenientes de la localidad de Salinas. El estudio muestra que la composición y contenido de ácidos grasos de las semillas de chía, se determinaron principalmente por los efectos de los factores ambientales como la altura, tipo de suelo y condiciones climáticas (Ayerza, 2010).

#### 1.2.1. Antioxidantes

Son conservadores naturales en los alimentos y en el organismo actúan como mecanismo de defensa contra los radicales libres (átomo o conjunto de átomos inestables con un electrón libre) al neutralizar su acción oxidante, evitando las alteraciones de moléculas con funciones vitales como: proteínas, lípidos, ADN, etc. El radical libre tiene una vida media biológica de microsegundos, no obstante posee la capacidad de reaccionar con todo lo que se encuentre a su alrededor, provocando daños significativos a moléculas, membranas celulares y tejidos. Sin embargo, el cuerpo produce radicales libres en cantidades moderadas para luchar contra bacterias y virus, además de tener funciones fisiológicas importantes, el problema radica solo cuando existe un exceso de estos en el cuerpo humano (Avello y Suwalsky, 2006).

Estas acciones se dan constantemente en las células de nuestro cuerpo, proceso que se debe controlar con una adecuada protección antioxidante. Los antioxidantes son exógenos, por lo que su reposición debe ser continua, mediante la ingesta de alimentos que lo contengan (vitamina A, vitamina C, betacarotenos, selenio, manganeso, cobre). La oxidación de la semilla de chía es de mínima a nula, hecho importante al momento de evitar procesos oxidativos en los alimentos, beneficiando la conservación de la semilla durante varios años (Vázquez, Rosado, Chel y Betancur, 2009; Venereo, 2002; Taga y col., 1984).

Se ha demostrado que la chía posee una fuerte influencia contra los radicales libres, explicando por qué subproductos como la harina de chía tienen mayor tiempo de vida útil que las provenientes de otras oleaginosas, evitando su enranciamiento (Di Sapio, Bueno, Bucilacchi, y Severin, s.f.). La quercetina impide la oxidación de proteínas, lípidos y ADN, siendo más efectivo que los flavonoles no-ortohidroxi. Los antioxidantes hacen que sea una fuente rica en omega-3, siendo el ácido caféico y clorogénico (Ver Tabla 8) los responsables al momento de actuar contra la peroxidación de los lípidos y los radicales libres (Jaramillo, 2013).

Tabla 8. Concentración de Antioxidantes en la semilla de chía

Componente	mol/kg de semilla
No Hidrolizados	
Ácido cafeico	$6,6 \times 10^{-3}$
Ácido clorogénico	$7,1 \times 10^{-3}$
Hidrolizados	
Miricetina	$3,1 \times 10^{-3}$
Quercetina	$0,2 \times 10^{-3}$
Kaempferol	$1,1 \times 10^{-3}$
Ácido cafeico	$13,5 \times 10^{-3}$

Adaptado de Muñoz, 2012.

### 1.2.2. Proteínas y aminoácidos

El contenido de proteínas de la semilla de chía oscila entre un 19 a 23% (Ver Tabla 7), siendo mayor en comparación con cereales consumidos habitualmente (Capitani, 2013). La semilla no contiene gluten, por lo que todo alimento preparado con esta oleaginosa puede ser consumido por pacientes que padezcan de la enfermedad celíaca (Muñoz, 2012). Los aminoácidos de las proteínas de la semilla de chía se muestran en la Tabla 9, entre los más destacados se encuentra la lisina, metionina y cistina.

Tabla 9. Contenido de aminoácidos correspondientes a hidrolizados de proteínas de semillas de chía.

Aminoácido	g/16 g N	Aminoácido	g/16 g N
Ácido aspártico	7,64	Isoleucina	3,21
Treonina	3,43	Leucina	5,89
Serina	4,86	Triptófano	-
Ácido glutámico	12,40	Tirosina	2,75
Glicina	4,22	Fenilalanina	4,73
Alanina	4,31	Lisina	4,44
Valina	5,10	Histidina	2,57
Cistina	1,47	Arginina	8,90
Metionina	0,36	Prolina	4,40
Total	80,64		

Adaptado de Ayerza y Coates, 200

### 1.2.3. Fibra

Compuesta mayormente por carbohidratos complejos y lignina, es recomendable una ingesta diaria entre 20 a 35 gramos de fibra. En el estómago, las fibras solubles enlentecen el vaciado gástrico gracias a una propiedad de viscosidad y al aumentar la distensión del estómago, prolongando así la sensación de saciedad. Asimismo la fibra aumenta la retención de agua

en el cuerpo y la biomasa bacteriana en el intestino delgado (Escudero y González, 2006).

El contenido de fibra de la semilla de chía es de 18 a 30%, un valor alto en comparación con cereales convencionales como la avena, maíz, trigo, cebada y arroz (Ver Tabla 7). El contenido de fibra en la harina residual luego de ser extraído su aceite, es aproximadamente de un 40%, del cual el 5% pertenece a fibra soluble, denominado mucílago. Su consumo resulta ser una alternativa beneficiosa en la salud al mejorar la formación del bolo fecal y permitir una correcta evacuación de las heces, ayudando a prevenir enfermedades como el cáncer de colon o la obesidad, controlando a su vez los elevados niveles de glucosa y colesterol en la sangre (Beltrán, Salgado, & Cedillo, s.f.; Capitani, 2013).

#### 1.2.4. Vitaminas y minerales

Al comparar el contenido de vitaminas de la semilla de chía con respecto al de otros cultivos tradicionales, se revela que el nivel de niacina (vitamina B3) es mayor que el de soja, arroz, cártamo y maíz, mientras que el nivel de retinol (vitamina A) es inferior al de maíz. Las concentraciones de riboflavina (vitamina B2) y tiamina (vitamina B1) son similares a las del maíz y del arroz, aunque menores que las de soja y cártamo (Ayerza y Coates, 2005). En la Tabla 10, se detalla el contenido de vitaminas que contiene la semilla de chía.

Tabla 10. Contenido de vitaminas presentes en la semilla de chía

Nutriente	Semilla de chía entera
Vitaminas (mg/100g)	
Niacina	6.13
Tiamina	0.18
Riboflavina	0.04
Vitamina A	44 UI

Adaptado de Capitani, 2013.



En cuanto a contenido de minerales, las semillas de chía son una excelente fuente de calcio, potasio, hierro, fósforo, magnesio, zinc y cobre (Ver Tabla 11). Además, contienen entre 13 a 35 veces más calcio, 2 a 12 veces más fósforo y 1,6 a 9 veces más potasio, que el trigo, avena, maíz, arroz y cebada. En comparación con la leche, las semillas de chía presentan un contenido 6 veces mayor de calcio, 4 a 6 veces más de potasio y el doble de fósforo. Al ser un gran proveedor de calcio y boro, actúa como catalizador para el cuerpo, absorbiendo y utilizando el calcio disponible (Tosco, 2004; Instituto Nacional de Alimentos, 2003; USDA, 2002).

Tabla 11. Contenido de minerales presentes en la semilla de chía

Nutriente	Semilla de chía entera
Macroelementos (mg/100g)	
Calcio	714
Potasio	700
Magnesio	360
Fósforo	1067
Microelementos (mg/100mg)	
Aluminio	2
Boro	-
Cobre	0.2
Hierro	16.4
Manganeso	2.3
Molibdeno	0.2
Sodio	-
Zinc	3.7

Adaptado de Capitani, 2013.

### 1.3. Producción

Su cultivo se extiende en la zona de Sudamérica en Argentina, Bolivia, México, Guatemala, Paraguay, Ecuador, como también en Australia. En plantaciones

comerciales el rendimiento promedio de la semilla de chía es de 500 - 600 kg/ha, aunque se ha logrado obtener hasta 1260 kg/ha (Guiotto, 2014).

Acorde con el Trade Map de Diciembre del 2013, los países que exportan en mayor cantidad la semilla de chía (incluido las semillas quebrantadas) y que más han exportado hacia Estados Unidos son: Paraguay, Canadá, Bolivia Etiopía, Argentina, India, México, China, Perú, Ecuador, Australia y Nicaragua. Así, el año anterior (2013), Estados Unidos importó unas 55 921 toneladas, de las cuales 398 toneladas fueron de Ecuador. Se debe aclarar que dentro de este rubro, la chía estaría junto a otras semillas (PROECUADOR, 2014).

El comercio bilateral entre Ecuador y los 2 principales compradores (Estados Unidos de América, Corea del Sur) de las demás semillas y frutos oleaginosos, incluso quebrantados se detallan a continuación.

Tabla 12. Comercio bilateral entre Ecuador y sus dos principales compradores de las semillas y frutos oleaginosos incluso quebrantados

País	USA exporta desde Ecuador				Usa importa desde el mundo			
	Valor en 2010	Valor en 2011	Valor en 2012	Valor en 2013	Valor en 2010	Valor en 2011	Valor en 2012	Valor en 2013
USA	-	-	520	398	-	-	36388	55921
Corea del Sur	8	-	-	-	34776	42430	39985	-

Adaptado de PROECUADOR, 2013

El valor de la chía en el mercado ecuatoriano en el 2014 para producto importado, fue de aproximadamente USD 2 mil dólares por tonelada, en los puntos de venta al detalle la chía convencional se comercializa hasta en USD 6.99 dólares por libra, la chía orgánica se vende alrededor de USD 9.99 dólares la libra y el frasco de aceite de chía de 8 onzas llega a costar USD 41.40 dólares. Se han reportado pocos cultivos plantados en el Ecuador, en la provincia de Imbabura, Santa Elena y Los Ríos, donde se producen bajas cantidades destinadas a la exportación. Desde el año 2008 se ha exportado

aproximadamente unas 579.1 toneladas y la superficie plantada en la actualidad, es de unas 500 hectáreas registradas, logrando un rendimiento promedio de 600 kg/ha (PROECUADOR, 2014).

Los tres destinos principales de exportación desde Ecuador son: Estados Unidos de América, Alemania y Corea del Sur (PROECUADOR, 2013).

## **2. MATERIAL Y MÉTODO EXPERIMENTAL**

### **2.1. Introducción**

Con el objetivo de disponer de resultados que permitan analizar las propiedades físico-químicas de la chía, se han realizado seis tratamientos, para observar si la semilla después de ser sometida a diferentes procesos, presenta o no cambios significativos en la composición inicial, al comparar con el resultado del tratamiento control. Se ha tomado en cuenta que la semilla utilizada sea de un mismo proveedor, marca y lote, para asegurar la obtención de datos reales.

Durante los análisis bromatológicos elaborados se obtuvieron medidas de control a través de equipos calibrados (estufas, muflas y balanza analítica), con el fin de obtener resultados exactos para los cálculos de los métodos gravimétricos. Así mismo, se verificó el uso de reactivos calificados que se utilizó en los análisis, con los respectivos registros del laboratorio de Bromatología de AGROCALIDAD (La Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro) donde se realizó parte de la investigación.

### **2.2. Factores considerados**

A continuación se fundamenta las razones escogidas, para las variables de estudio analizadas y los tratamientos de la presente investigación.

#### **2.2.1. Tratamientos**

Tomando en cuenta procesos en los que la semilla de chía puede ser industrializada, sola o combinada, se optó por los siguientes tratamientos: control o testigo, en agua fría (22°C), en agua caliente (100°C), tostada (100°C), tostada (40°C), y harina de chía. Dando un total de 6 tratamientos, para el desarrollo de un diseño experimental (Ver Tabla 15 y Tabla 16).

Los criterios seleccionados para los diferentes tratamientos se explican a continuación.

A los 40°C se observa cambios estructurales en proteínas, como también, destrucción, deformación y degradación de enzimas, vitaminas, aminoácidos, minerales, entre otros. En cuanto a la temperatura de 100°C, fue tomada en cuenta debido a que es la forma menos agresiva de hervir o calentar alimentos y sobre todo si se lo realiza por el menor tiempo posible (Estudillo, 2007). En cuanto al tratamiento de chía en agua a temperatura ambiente, se utilizó debido a que en alimentos es una de las formas más utilizada en países que producen subproductos de chía (Ver Tabla 14). El tratamiento de harina se escogió para el estudio, por ser uno de los subproductos más utilizados y conocidos en la industria alimentaria.

### 2.2.2. Variables

Las variables analizadas de acuerdo a la composición química de la chía fueron: contenido de: humedad, grasa, fibra, proteína, cenizas. Y en cuanto a la composición física de la semilla de chía, la variable evaluada fue el peso que ganó o perdió, después de ser sometida a los diferentes tratamientos.

Para cada uno de los 6 tratamientos resultantes de la investigación se han realizado 3 repeticiones, lo que se traduce en 18 ensayos experimentales. Dando un total de 90 resultados en combinación con tratamientos y variables.

### 2.2.3. Materiales y Equipos

Los reactivos utilizados para los análisis fueron: éter, ácido bórico, ácido clorhídrico, indicador verde de bromocresol, hidróxido de sodio, ácido sulfúrico, pastillas catalizadoras, agua destilada (Ver Capítulo IV). Todos cuentan con registros donde se puede observar fechas de caducidad, almacenados en un lugar adecuado (fresco y seco) en su envase original. A continuación se detalla el uso de equipos.

### **2.3. Dispositivos experimentales**

Para este tipo de investigación donde se trabaja con métodos gravimétricos exactos, se debe contar con equipos calificados y calibrados. En la obtención de resultados se han empleado diversos equipos, todos ellos ubicados en las instalaciones de AGROCALIDAD en Tumbaco, donde se realizaron los análisis (septiembre-noviembre 2014) se encuentran en un proceso de certificación y todos los materiales y equipos son de alta confiabilidad para la obtención de los resultados.

Los equipos utilizados fueron: balanza analítica, termómetros, desecador (conservar peso real de muestras para pesaje), extractor de grasa (método soxleth), estufas, sistema de determinación de nitrógeno (digestor-capacidad 20 muestras), destilador automático, mufla, plancha de calentamiento. Los equipos son calibrados anualmente por la entidad INEN y se lleva un registro de control de temperaturas, humedad relativa del ambiente y pesaje como parte de las normas del laboratorio y en caso de observar cambios significativos en datos se realizaría una calibración del equipo afectado.

### **2.4. Procedimiento Experimental**

Una vez obtenido los datos de los análisis, se tabula la información para proceder al análisis del diseño experimental tomando en cuenta datos obtenidos con equipos calibrados, en un período específico, manteniendo control de ensayos, se llega a la conclusión de realizar un diseño experimental de un método lineal generalizado. Donde se tiene variables de respuesta asociadas a covariables.

Los resultados obtenidos del diseño experimental servirán para escoger un producto, en conjunto con el análisis de productos alternos (Ver Tabla 25), para el análisis financiero.

### **3. DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PRODUCTOS ALTERNOS**

Los productos alternos se presentan como una forma distinta de consumo de la materia prima o inclusive de productos ya existentes a base de chía pero mejorados, que contienen alto valor nutritivo al añadir subproductos de chía como la harina, aceite o semillas, a fideos, yogures, pasteles, cereales, entre otros. Otra alternativa para elaborar estos productos alternos es el mejorar los procesos o técnicas de producción, como la extracción de aceite de chía por fluidos supercríticos. A continuación se definen y plantean una serie de productos alternos: alimenticios, medicinales, comerciales y otros.

#### **3.1. Productos alimenticios**

##### **3.1.1. Semilla entera**

Suplemento alimenticio o materia prima, que gracias a sus bondades y propiedades se puede consumir de diferentes formas, añadiendo a batidos, jugos, ensaladas, frutas picadas, mermeladas, yogur, entre otros. Se pueden elaborar productos con chía, por ser un alimento que no da sabor u olor a al producto final con la ventaja de aportar nutrientes y propiedades como viscosidad si se la agrega o mezcla en agua, entre otros.

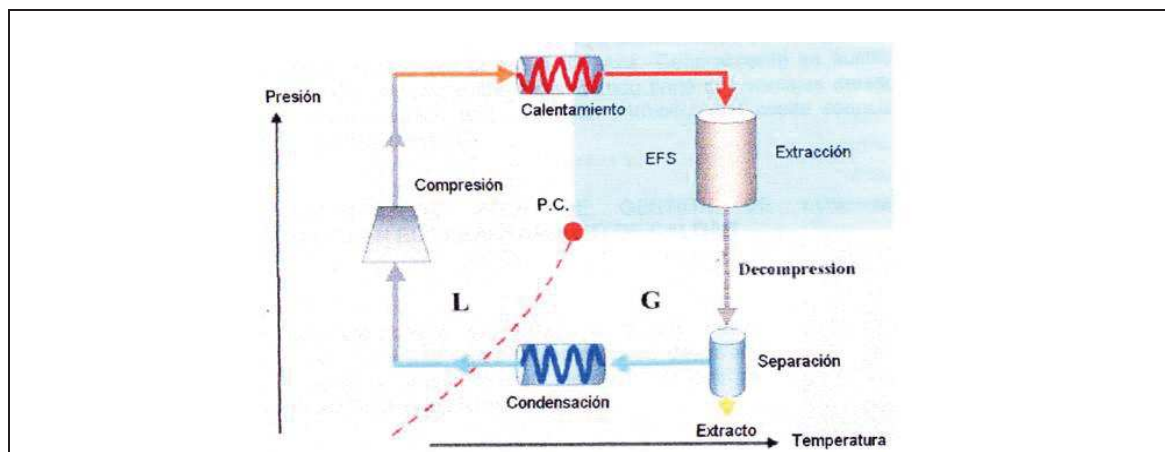
##### **3.1.2. Aceite por extracción de FSC- CO<sub>2</sub>**

Normalmente la producción de los aceites comerciales incluido el de chía, se realiza mediante procesos de extracción por prensado en frío o por disolventes, este último deja residuos inherentes en el aceite. El disolvente más usado comúnmente es el hexano, ha sido cuestionado por su toxicidad y es registrado por la legislación internacional para determinar la cantidad que deben tener como mínimo los productos obtenidos a partir de este solvente. Se predice que en el futuro el uso del hexano será limitado (Jaramillo, 2013).

Un método alternativo para la extracción de aceites, es la extracción por FSC, que utiliza determinados solventes específicos y tiene la capacidad de extraer

ciertos compuestos químicos bajo una combinación de presión y temperatura. Las ventajas de este método incluyen: el no ser tóxico, no inflamable, de bajo costo, tiene alta compenetración en matrices sólidas, siendo de fácil remoción de la matriz. El  $\text{CO}_2$  es el FSC más utilizado en esta industria, al no ser inflamable, no corrosivo, no tóxico, no es costoso, incoloro, no deja residuos en el producto, se elimina fácilmente, se puede obtener a base de procesos de fermentación alcohólica, sus condiciones críticas son relativamente fáciles de alcanzar, produce aceites claros desodorizados prácticamente libres de glicolípidos y fosfolípidos con menor contenido de hierro.

El mercado es creciente para la extracción de aceite por FSC- $\text{CO}_2$ , debido a la reducción de la comercialización de disolventes autorizados. Este método se ha utilizado para la extracción de ácidos grasos poliinsaturados de pescado, extracción de aceite de soja, uva, avellana, semillas de amaranto, sachá inchi, siendo antecedentes para la extracción de aceite de semillas de chía y su comercialización a escala industrial, para obtener aceites con funcionalidad mejorada (Jaramillo, 2013; Villada, Velasco, y Carrera, 2007).



*Figura 4.* Principios de la extracción por fluidos supercríticos

Tomado de SENA, s.f.

- a. El material vegetal se licua y se empaca en una cámara de acero inoxidable donde circula un FSC. Los aceites esenciales se solubilizan y el FSC que actúa como solvente extractor se elimina por descompresión progresiva hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente



### 3.1.3. Microencapsulación del aceite de chía

Con el fin de facilitar la incorporación a matrices alimentarias, la microencapsulación del aceite en polvo se obtiene mediante el proceso de secado por aspersion, con el fin de conservar los compuestos volátiles y aumentar la estabilidad de los compuestos que pueden presentar oxidación, inestables en presencia de luz, oxígeno, calor y humedad. Los fosfátidos en algunos casos protegen al aceite obtenido de su auto-oxidación, algunos compuestos se oxidan con facilidad y mediante la micro-encapsulación se puede aumentar la estabilidad del aceite. El polvo de ácido alfa-linolénico puede ser utilizado como aditivo, en pre-mezclas de leche en polvo o bebidas lácteas, proporcionando así, alto valor agregado a la industria alimentaria, al aportar un alto contenido de omega-3, mediante aplicaciones o enriquecimiento de diferentes productos alimenticios (Jaramillo, 2013).

### 3.1.4. Harina y derivados

Comprende el segundo paso de la extracción del aceite, siendo directamente relacionado con la calidad final de la harina, tomando en cuenta mediante qué proceso fue obtenido el aceite (Jaramillo, 2013). Gracias a los antioxidantes presentes en la chía que previenen su auto-oxidación, la harina de chía en condiciones adecuadas (lugar fresco y seco) tendrá más tiempo de vida útil que las harinas convencionales. El contenido nutricional dependerá del método que se utilice para la obtención de harina, la pérdida de grasa será en menores o mayores cantidades, de este modo su contenido de proteína y fibra no se ve afectado del contenido inicial (Ver Tabla 15, análisis T6) A continuación se explica algunas de las aplicaciones posibles, para el enriquecimiento y uso en diferentes productos o matrices alimentarias.

#### 3.1.4.1. Pastas y fideos

Son productos no fermentados que se obtienen de la mezcla de agua potable, harina, derivados del trigo y otras harinas farináceas aptas para el consumo

humano. Donde puede haber o no la incorporación de uno o más ingredientes en el proceso de fabricación, como huevos frescos o deshidratados, otras fuentes de proteína, productos lácteos, entre otros. Se procesan mediante laminación y/o extrusión, y una posterior desecación, según sea el tipo de pasta que se desee obtener (NTE INEN 1375:2014). La harina de chía puede ser utilizada en diferentes proporciones dependiendo del producto esperado.

#### 3.1.4.2. Productos de panificación

Pudiendo ser adicionada en proporciones como harina semi-desengrasada, harina desengrasada, harina normal o semillas enteras, para la elaboración de productos tales como: panes, galletas, grisines, biscuits, tostadas, pasteles, entre otros. Con la finalidad de aumentar el valor nutricional de productos de panificación convencionales, sin alterar sus propiedades organolépticas.

Iglesias y Haros (2013), revelan en su estudio cómo los ingredientes de la chía prácticamente no producen alteración en la mezcla o/y sobre las propiedades de la mezcla, con la excepción de absorción de agua, principalmente debido a la presencia de mucílago. No hubo diferencias en la calidad de todos los productos desarrollados con chía en comparación con la muestra de control, excepto por el aumento en el volumen específico del pan y el cambio de color de la miga. Por lo tanto, se recomienda la inclusión del 5% o inclusive más a la mezcla, en forma de harina o semillas enteras. El gel de chía puede ser utilizado en diferentes proporciones (25%, 50% o 75%), como huevo o aceite sustituto en las formulaciones de pasteles (Borneo, Aguirre, y León, 2009).

#### 3.1.4.3. Pre-mezclas de harina para panificación

Las pre-mezclas simplifican el trabajo evitando errores de formulación y la dosificación aleatoria por parte de los panaderos o personal encargado, permitiendo obtener consistencia y uniformidad en el producto final. Se puede explicar que la calidad de la harina utilizada es directamente proporcional a la calidad del producto obtenido. La adición de harina de chía u otros alimentos

funcionales a productos usados comúnmente ha incrementado durante los últimos años. Con productos como estos, la industria se beneficia al momento de observar cambios o mejoras en los procesos de producción, acortando tiempos de producción, sin errores o variación por formulación.

### 3.1.5. Suplementos alimenticios

Los consumidores que llevan un estilo de vida saludable buscan cada vez más alternativas de consumo de alimentos nutracéuticos y dietéticos que beneficie la funcionalidad de su organismo. Por el hecho de ser un alimento mineralizante, vitamínico, proteico, antioxidantes y de alto contenido en fibra, es una opción para consumo.

El ser humano busca mejorar constantemente la alimentación de los animales, agregando suplementos o balanceados a su dieta diaria, ya sea por mejorar la salud del animal o bien por aumentar su producción como en: gatos, perros, cuyes, conejos, caballos, cerdos, aves, vacas, entre otros, buscando el enriquecimiento de su alimentación, sin producir en ellos olores o sabores no deseados como en el caso del uso de aceite o harina de pescado, en la producción de carne o huevos, en el ganado vacuno y aves de corral, respectivamente.

Al manipular la alimentación o dieta del animal se puede mejorar y aumentar el contenido de nutrientes en su composición, como en el caso de la producción de huevos y leche (Hernández, 2008). Se ha demostrado que al consumir tanto el mucílago o la semilla de chía entera, tiene una influencia positiva en el metabolismo de lípidos, al disminuir la absorción intestinal de colesterol, ácidos grasos y permitiendo el arrastre de sales biliares, aumentando así la pérdida de colesterol a través de las heces. También actúa inhibiendo la síntesis endógena de colesterol y la desaceleración de la digestión y la absorción de nutrientes. Al ser el constituyente de la fibra dietética soluble genera geles de alta viscosidad, produciendo así un enlentecimiento del vaciado gástrico que brinda una sensación de saciedad (Beltrán, Salgado, y Cedillo, s.f.).

### 3.1.6. Productos de origen animal enriquecidos con ácidos grasos omega.3

A continuación se detallan algunos estudios realizados en el enriquecimiento de leche y huevos con ácidos grasos omega-3, que proporcionan las pautas para el mejoramiento de la producción y alimentación en otras especies del reino animal consumidas por el ser humano.

Un estudio realizado por Ayerza y Coates (2005) reveló que añadiendo 2% de chía a la dieta de aves (broilers), el contenido de ácidos grasos omega-3 incrementó hasta ocho veces. Siendo una gran ventaja para la salud del ser humano al consumir este tipo de carne, en comparación con las que se consume regularmente. La chía no solo incrementa el contenido de omega-3 en la carne, sino que también cambia su composición. Mientras más porcentaje de chía se incluya en la dieta del animal, el perfil de ácidos grasos mejora, como evidencia del cambio en la relación del contenido de ácidos grasos palmítico y esteárico. Debido a que el ácido esteárico es considerado mucho menos o casi nada hipercolesterolémico, comparado con el palmítico. En la carne de pollos alimentados con aceite o harina de pescado no se observa una reducción del contenido de AGS o ácido palmítico.

El estudio realizado en ganado vacuno arrojó resultados favorecedores, indicando que la leche producida por vacas alimentadas con semillas de chía tuvo 20% más contenido de ácidos omega-3 que la leche producida por vacas del tratamiento control y también se obtuvo que el contenido de ácido linolénico y  $\alpha$ -linolénico aumentó. Con esto se busca una mayor aceptabilidad y concientización del consumo de productos funcionales para mejorar la salud del consumidor (Ayerza y Coates, 2005).

### 3.1.7. Estabilizante natural

Funciona como aditivos alimentarios en la industria alimentaria, son sustancias que se agregan intencionalmente a los alimentos elaborados para mejorar o mantener su estructura (viscosidad, textura), sin afectar otras propiedades organolépticas como el sabor. Las propiedades de los antioxidantes naturales

de la chía hacen posible que se sustituya el uso de estabilizadores artificiales, como también crea otra opción para su utilización como estabilizador natural, con mejores cualidades en cuanto a la composición nutricional (Di Sapia, Bueno, Bucilacchi y Severin).

Según Nolasco de la UNICEN, el mucílago de chía extraído, al ser un producto de origen natural no sólo es beneficioso para la salud del consumidor sino útil en la industria alimentaria. Dando consistencia a productos como: conservas vegetales, sopas instantáneas, alimentos para bebés, salsas, entre otros, estabiliza emulsiones como la mayonesa. Por sus cualidades también puede ser utilizado como aditivo estabilizante de suspensiones, para dar cuerpo a: pulpas de frutas, bebidas, postres lácteos, espuma de la cerveza, etc.

La obtención de mucílago es una de las metodologías de extracción sencilla más conocidas y con un rendimiento aceptable. Se pueden realizar estudios para comprobar si el estabilizante y/o espesante es o no resistente a medios ácidos. Como también investigarlo en procesos que requieran altas temperaturas, hasta qué temperatura se los podría utilizar sin que afecte sus propiedades funcionales, como en el caso de derivados lácteos, sopas, salsas, productos de repostería, entre otros.

#### 3.1.8. Emulsionante

Es un aditivo alimenticio, encargado de mantener una mezcla de fase acuosa y lipídica en suspensión, facilitando el trabajo de este tipo de sustancias que normalmente no son combinables. Según el estudio realizado por Fuentes (2012) se espera que así no se modifiquen las propiedades funcionales de la semilla de chía, al no ser sometida a tratamientos térmicos donde se requieran altas temperaturas que pudiesen afectar su composición. Uno de los productos que se pueden realizar gracias a su poder emulsionante son, los batidos cárnicos para embutidos madurados.

#### 3.1.9. Barras energéticas

Son consumidas para incrementar la densidad calórica del cuerpo humano, cuando hay momentos de desgaste de energía o la dieta por sí sola no aporta las kilocalorías que el organismo necesita. Las barras contienen hidratos de carbono (nutriente que aporta la energía a corto o medio plazo), grasas, proteínas, además de vitaminas y minerales (Ruiz de las Heras, s.f.). La chía es un superalimento que juega un papel importante como componente en barras energéticas y, combinándolo con otros ingredientes como frutas secas o cereales, es el perfecto suplemento alimenticio para deportistas o personas que necesiten ingerir un snack saludable para tener una dieta balanceada.

#### 3.1.10. Cereales extruidos de chía

La extracción es un proceso mecánico que consiste en aplicar alta presión y temperatura (en el intervalo de 100-180°C) al alimento (cereal), durante pocos segundos, produciendo cambios en la estructura, forma y composición del producto. Esta forma de cocción rápida, continua y homogénea, mejora parte de las propiedades funcionales, su textura y características sensoriales.

Al ser extruidos se produce la texturización de proteínas, que sirve para el desarrollo de extensores, proceso donde se utiliza fuentes de proteína de origen animal o vegetal, para la elaboración de sustitutos de carne o para la obtención de estructuras desmenuzables. Los varios alimentos que se realizan a partir de este proceso, son los distintos tipos de cereales inflados y hojuelas de cereal existentes (Huamanchumo, 2013; Pennacchiotti, 1998).

#### 3.1.11. Yogur con semillas de chía

Es un producto lácteo fermentado, de cultivo semisólido, que se obtiene mediante procesos de homogeneización y pasteurización. El yogur mantiene el funcionamiento normal del equilibrio intestinal y la flora bacteriana, es un producto más digerible que la leche, ya que durante el proceso de fermentación los microorganismos predijeren compuestos de la leche para su metabolismo bacteriano, ahorrando trabajo al organismo (Taiwan Turnkey Project

Association, s.f.). Al formarse el mucílago después de ser sumergida la semilla en una sustancia líquida o semi-líquida, la semilla está otorgando al yogur propiedades funcionales y una mayor viscosidad al yogur, sin observar cambios en su sabor. Ésta es otra alternativa de consumo para personas celíacas.

Se puede afirmar que la chía aporta al yogur, cualidades espesantes, estabilizantes, nutracéuticas y funcionales, contiene proteínas, omega-3, fibra, libre de azúcar y mejora la digestibilidad.

### **3.2. Productos medicinales**

#### **3.2.1. Medicamentos**

Estudios epidemiológicos realizados indican que la ingesta de alimentos ricos en antioxidantes y con altos contenidos de flavonoles, pueden proteger al cuerpo humano contra enfermedades cardiovasculares, embolia, cáncer de estómago y de pulmón. Al ser prensados los extractos de agua y metanol de la semilla de chía y extraído su aceite, muestra tener una fuerte actividad antioxidante (Ver Tabla 8), como también contra la agregación antiplaquetaria (obstrucción de las arterias producidas por el colesterol), como antimutagénico, antiinflamatorio, antiviral de flavonol. Estos estudios fueron realizados mediante pruebas in vitro (Tosco, 2004).

#### **3.2.2. Aplicaciones clínicas**

Al ingerir los ácidos grasos poliinsaturados EPA y DHA, se juntan rápidamente a los fosfolípidos de las membranas celulares, que a continuación son liberados por enzimas ciclooxigenasas y lipooxigenasas que originan productos con propiedades citoprotectoras y especialmente antiinflamatorias. Todo esto gracias a la generación ya sea de agentes antiinflamatorios (resolvinas) o a través del bloqueo de agentes proinflamatorios.

Se muestra evidencias en estudios, sobre potenciales aplicaciones clínicas de estos AGP en patologías como: artritis reumatoidea, injuria por isquemia-reperfusión, cáncer, enfermedades neurodegenerativas, cardiovasculares e inflamatorias intestinales. La evidencia sugiere que estos AGP pueden tener prometedoras aplicaciones en diferentes tratamientos y en la prevención de varias patologías clínicas y nutricionales (Valenzuela, Tapia, Gonzales, y Valenzuela, 2011).

### 3.2.3. Productos con propiedades terapéuticas

La semilla de chía aporta efectos: antiinflamatorio, laxante, antimutagénico, anticarcinogénico, antiviral, antioxidante, antiagregante plaquetario, hipoglucemiante, hipotensor, hipocolesterolemiante, inmunoestimulante, tónico cardíaco y nervioso. El consumo de este alimento resulta beneficioso en casos de estrés, diabetes, problemas gastrointestinales, obesidad, celiaquía, depresión, tumores, artritis, afecciones cardiovasculares y pulmonares, asma, soriasis, embarazo, lactancia, crecimiento, arteriosclerosis, anemias, convalecencias y debilidad inmunológica (Di Sapio, Bueno, Bucilacchi, y Severin). Se usaba en la medicina prehispánica como emoliente en colirios, para tratamiento de infecciones de los ojos (Hernández, 2008).

## 3.3. Productos comerciales y otros

### 3.3.1. Insecticidas para el control de plagas

Las plantas que presentan colores oscuros no suelen ser atacadas por insectos, debido a sus componentes que le ofrecen protección. El aceite esencial extraído de las hojas de la chía contiene:  $\beta$ -cariofileno; globulol;  $\gamma$ -moruleno;  $\beta$ -pineno;  $\alpha$ -humoleno; widdrol y germacren-B, que actúan como repelente natural ante el ataque de insectos (Muñoz, 2012). Se puede dar uso en cultivos como barreras naturales de chía o como bioproductos para la aplicación directa para control de cierto tipo de plagas.



### 3.3.2. Geles

La gelificación de las proteínas se fundamenta en la transformación de una proteína del estado “sol” a un estado “gel”, que es facilitado por enzimas, calor, o cationes divalentes, que bajo condiciones adecuadas promueven la formación de una estructura en forma de red, compuesta de macromoléculas interconectadas que inmovilizan y atrapan en sus espacios a la fase líquida. Su entrecruzamiento mediante uniones, covalentes o no covalentes, forman esta red capaz de atrapar agua y sustancias de bajo peso molecular. Siendo de gran uso para medios de cultivo en microbiología o cultivos in vitro (Fuentes, 2012; Badui, 2006).

### 3.3.3. Pinturas

En la época Prehispánica se empleaba el aceite de la semilla de chía como base para pinturas decorativas o lacas para pintar guajes (*Lagenaria siceraria*), jícaras (*Crescentia spp.*), muebles, artesanías, entre otros. Debido a su alto contenido de grasa, especialmente de ácido linolénico de tipo poliinsaturado, permite una aeración rápida del aceite consiguiendo un secado casi instantáneo y da mayor durabilidad a la pintura (Hernández, 2008).

### 3.3.4. Productos cosmetológicos

Los componentes base de la cosmetología son extractos de vegetales, algas, aceites naturales, esencias antialérgicas, perfumes y colorantes. Las semillas de chía contiene vitamina A, que actúa contra la pigmentación, ayuda en el equilibrio del sebo de la piel y favorece la cicatrización, potencia la elasticidad de la piel, impulsa funciones de la visión y protege las membranas mucosas de la nariz y la boca. Por su alto contenido en proteínas, están ligadas a la fabricación de colágeno de la piel. Los aceites esenciales tienen propiedades bactericidas, cicatrizantes, antibióticas, relajantes, y analgésicas, ayudando en posibles tratamientos de acné. Los mucilágenos son compuestos altamente

viscosos con propiedades laxantes, antiinflamatorias, cicatrizantes y expectorantes (Morales, 2005).



Esta semilla favorece la creación de productos que lo incluyan como: tónicos para la piel, maquillaje como polvos base o en crema, desmaquillantes, cremas hidratantes, protector solar, exfoliantes, jabones, shampoo, acondicionadores, tratamientos para pieles secas, grasas o mixtas, entre otros, gracias a las propiedades antes mencionadas, entre las más importantes.





#### 4. SONDEO DE MERCADO

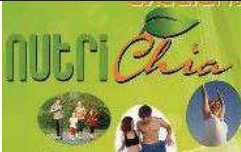




##### 4.1. Productos comerciales mercado nacional






En el Ecuador, el mercado del consumo de la semilla de chía y subproductos ha ido creciendo conforme a la necesidad nutricional y popularidad que se le ha otorgado a este superalimento. Actualmente existen empresas que comercializan la semilla de chía en diferentes puntos de venta como en supermercados, farmacias y sus propios puntos de venta. Existe una empresa que ha comenzado a dar un valor agregado a la semilla de chía, para poder expendierlos como nuevas alternativas para su uso o consumo.



Tabla 13. Productos de chía comercializados en Ecuador

Marca	Tipo de Producto	Presentación		Material de empaque	Costo	Producto
		Cantidad	Unidad		(\$)	
Kunachia	Semilla	280	gr	Funda laminada	6,50	
Green Life	Semilla	300	gr	Envase primario: cartón, Envase secundario: PEBD/ LDPE. Frasco de PP.	15,00	

Marca	Tipo de Producto	Presentación		Material de empaque	Costo	Producto
		Cantidad	Unidad		(\$)	
Nature's Heart	Semilla	250	gr	Envase primario: cartón, Envase secundario: PEBD/ LDPE	6,85	
Camari	Semilla	500	gr	PEBD/ LDPE	7,00	
Green Health	Semilla orgánica molida	300	gr	Envase papel celofán	10,50	
	Semilla orgánica	300	gr	Envase papel celofán	8,00	
	Barras energéticas "Chía bomb"	30r	gr	PEBD/ LDPE	1,00	
	Miel de abeja de flor de chía orgánica	550	gr	Frasco de vidrio	8,00	
Kaypacha	Semilla	1	lb	PP	8,00	

Marca	Tipo de Producto	Presentación		Material de empaque	Costo	Producto
		Cantidad	Unidad		(\$)	
NutriChia	Semilla orgánica	1	kg	PEBD/ LDPE	25	
Nutridal	Semilla orgánica	250	gr	PEBD/ LDPE	----	
ALITERRA	Semilla orgánica	300	gr	PEBD/ LDPE	6	
Waiqu Chia	Semilla	220	gr	Envase de vidrio	8,00	
ECUCHÍA	Semilla	200	gr	PEBD/ LDPE	4,00	




Marca	Tipo de Producto	Presentación		Material de empaque	Costo	Producto
		Cantidad	Unidad		(\$)	
CICSA	Semilla	25	kg	Sacos tejidos de PP	175-185	
CHIA CORP	Semilla	Contenedores de 20' o 40'. Bolsas de 25-30kg		Sacos tejidos de PP	Para 1 tonelada 4 \$/kg	
Sin marca	Semilla	500	gr	Poliuretano y aluminio resinado	10,00	
Sin marca	Semilla	500	gr	PEBD/ LDPE	10,00	
Sin marca	Semilla	1	kg	Funda Plástica	16,50	
		450	gr	Envase de vidrio		
		600	gr	Funda ziploc	7,50	

Marca	Tipo de Producto	Presentación		Material de empaque	Costo	Producto
		Cantidad	Unidad		(\$)	
Sin marca	Semilla	500	gr	Poliuretano y aluminio resinado	10,00	
Sin marca	Semilla	250	gr	Envase papel celofán	3,80	
		62,5	gr		1,30	

#### 4.2. Productos comerciales en el mercado mundial

Hoy en día existe una gran oferta de productos alimenticios y nutracéuticos elaborados a partir de semillas o aceite de chía a nivel mundial, como pastas, fideos, aceites, pre-mezclas de panificación, productos cosmetológicos, alimentos para mascotas, entre otros. Esto debido al mayor conocimiento de sus cualidades benéficas tanto para los seres humanos como para los animales, siendo un alimento completo. Algunos de los productos alimenticios y suplementos nutricionales elaborados con semillas de chía existentes en el mercado mundial, se incluyen en la siguiente tabla.

Tabla 14. Productos elaborados con chía en el mercado mundial

Marca	Tipo de Producto	Sitio web	Producto
Health Warrior	Barras de chía, suplemento Nutricional	<a href="http://www.healthwarrior.com/">http://www.healthwarrior.com/</a>	
Mamma Chia	Semillas, bebidas energizantes, bebidas vitalizantes, suplemento nutricional	<a href="http://www.mammachia.com/">http://www.mammachia.com/</a>	
CHIA STAR	Bebida energizante hidratante, suplemento nutricional	<a href="http://www.chiastar.com/">http://www.chiastar.com/</a>	



Marca	Tipo de Producto	Sitio web	Producto
Naked	Jugo mezclado con semillas de chía (cereza-lima, durazno)	<a href="http://www.nakedjuice.com/">http://www.nakedjuice.com/</a>	
THE CHIA CO	Semillas de chía (blanca o negra), aceite de chía, CHIAPOD, postres de avena.	<a href="http://www.thechiaco.com.au">http://www.thechiaco.com.au</a>	
LIFEWAY	Kéfir de chía de coco	<a href="http://www.lifeway.net/">http://www.lifeway.net/</a>	
Nemi Chia	Postre de chía tipo yogur elaborado con leche de coco y de almendras	<a href="http://www.nemichia.com/">http://www.nemichia.com/</a>	
Dayelet	Harina de chía	<a href="https://www.dayelet.com/es/">https://www.dayelet.com/es/</a>	

Marca	Tipo de Producto	Sitio web	Producto
World of Chia	Mermelada	<a href="http://www.worldofchia.com/">http://www.worldofchia.com/</a>	
Yummari	Crema de maní con semillas de chía	<a href="http://www.yummari.com/">http://www.yummari.com/</a>	
Ruth's Hempfood	Cereal para desayuno	<a href="http://www.ruthshempfoods.com/">http://www.ruthshempfoods.com/</a>	
BENEXIA	Semillas, aceite, cápsulas de aceite, fibra de chía.	<a href="http://www.benexia.com/">http://www.benexia.com/</a>	
Silver Hills	Pan	<a href="http://www.silverhillsbakery.ca/">http://www.silverhillsbakery.ca/</a>	

Marca	Tipo de Producto	Sitio web	Producto
VETPURA	Alimento masticable de canes con omega-3	-----	
EQUIDIET	Suplemento nutricional integral para equinos (% semilla de chíá)	<a href="http://www.equidiet.info/web/">http://www.equidiet.info/web/</a>	
Dr. Madaus Laboratorios	Crema para pieles secas, ultrasecas y sensibles.	<a href="http://www.drmdaus.com.ar/">http://www.drmdaus.com.ar/</a>	
THE FACE SHOP	Cremas, emulsiones hidratantes, tónicos faciales.	<a href="http://www.thefaceshop.net.my/">http://www.thefaceshop.net.my/</a>	
GN Chiasa	Jabón líquido, cremas hidratantes, productos desmaquillantes.	<a href="http://www.chiasa2f.es/">http://www.chiasa2f.es/</a>	

## 5. DISEÑO EXPERIMENTAL

### 5.1. Análisis estadístico

Para este estudio se utilizó un Modelo Lineal Generalizado (MLG), se recurrió a una herramienta de análisis de datos, el programa Statgraphics Centurion. Las variables cuantitativas analizadas fueron: humedad, fibra, grasa, ceniza y proteína, medidas en porcentaje utilizando un nivel de significancia 5%. Mientras que las variables cualitativas analizadas fueron repetición (3) y tratamientos (6). El método aplicado es un efecto fijo controlado.

#### 5.1.1. Descripción de modelo

El método de modelo Lineal Generalizado (MLG) está planteado para construir un modelo estadístico que describa el impacto de uno o más factores X en una o más variables dependientes. Los factores pueden ser: cuantitativos o categóricos, cruzados o anidados, fijos o aleatorios. Los errores asumen que siguen una distribución normal (STATGRAPHICS, 2006).

En el MLG, se asume que la variable dependiente (Y), está generada por una función de distribución de la familia exponencial. La media ( $\mu$ ) de la distribución depende de las variables independientes (X), a través de la fórmula

$$E(Y) = \mu = g^{-1}(X\beta) \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

E (Y) = n observaciones para las variables dependientes (Y)

$X\beta$  = predictor lineal, una combinación lineal de parámetros desconocidos  $\beta$

g = función de enlace.

Resumen de las estadísticas para el modelo ajustado, incluyendo:

**R cuadrada.** La  $R^2$  representa el porcentaje de la variabilidad en Y que es explicado por el modelo de regresión ajustado, el rango va de 0% a 100%. Es calculado por:

$$R^2 = 100 \left( 1 - \frac{SS\ error}{SS\ total} \right) \% \quad (\text{Ecuación 2})$$

**R cuadrada ajustada.** El estadístico  $R^2$ , es ajustado por el número de coeficientes en el modelo.

$$R^2\ adj = 100 \left[ 1 - \left( \frac{n-1}{n-p} \right) \frac{SS\ error}{SS\ total} \right] \% \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde p es el número de coeficientes estimados del modelo. Este valor es frecuentemente usado para comparar modelos con diferente número de coeficientes.

**Error estándar de estimada.** La desviación estándar estimada de los residuos (la desviación estándar alrededor del modelo)

$$\sigma^{\wedge} = \sqrt{CME} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Este valor es usado para crear límites de predicción para nuevas observaciones.

**Error medio absoluto.** El valor absoluto promedio de los residuos. Este valor indica el error en promedio en la predicción de la respuesta usando el modelo ajustado.

$$MAE = \sum_{i=1}^n e_i / n \quad (\text{Ecuación 5})$$

**Estadístico Durbin-Watson.** Una medición de la correlación serial entre los residuos:

$$DW = \sum_{i=1}^{n-1} (e_{i+1} - e_i)^2 / \sum_{i=1}^n e_i^2 \quad (\text{Ecuación 6})$$

Si los residuos varían aleatoriamente, este valor debería ser cercano a 2. Un valor P pequeño indica que un patrón no aleatorio existe en los residuos. Para datos registrados en el tiempo, un valor P pequeño indicaría que alguna tendencia en el tiempo no ha sido tomada en cuenta (STATGRAPHICS, 2006).

### 5.1.2. Tratamientos

La semilla de chía fue sometida a diferentes tratamientos (Ver Tabla 17) para observar si existe o no cambios significativos en sus cualidades físico-químicas (peso; contenido de humedad, grasa, fibra, proteína, cenizas), y así determinar su uso en diferentes procesos o matrices alimentarias. Las variables estudiadas se obtuvieron mediante el análisis químico proximal completo en un laboratorio calificado, tales como el contenido de humedad, cenizas, grasa, fibra cruda, proteína y, mediante cálculos gravimétricos con los datos obtenidos de los análisis mencionados anteriormente se puede calcular: materia seca, energía y carbohidratos totales. En la tabla 15 se describe la temperatura de algunos tratamientos a los que se sometió la semilla entera de chía.

Tabla 15. Tratamientos de las semillas de chía

Tratamiento	Identificación	Temperatura
Semilla control	T1	N/A
Semilla tostada	T2	40°C
Semilla tostada	T3	100°C
Semilla agua caliente	T4	100°C
Semilla agua fría	T5	22°C
Harina desengrasada	T6	N/A

Tabla 16. Descripción de los tratamientos de las semillas de chía

Tratamiento	Descripción
T1	Semilla entera sin modificación alguna. Semilla testigo o control.
T2	La semilla colocada en una bandeja de aluminio se sometió al calor, a 40°C durante 1 hora en una estufa, marca POL-EKO.
T3	La semilla colocada en una bandeja de aluminio se sometió al calor, a 100°C durante 1 hora en una estufa, marca POL-EKO.

T4	Se colocó 20 gramos de semilla más 350 ml de agua en un vaso de precipitación y se calentó en una plancha de calentamiento (marca: Fischer Scientific) a 100°C durante 5 horas. Agitando los primeros 10 minutos para su máxima absorción.
T5	Se colocó 20 gramos de semilla más 350ml de agua en un vaso de precipitación a temperatura ambiente (22°C) durante 5 horas. Agitando los primeros 10 minutos para su máxima absorción.
T6	Se molió las semillas en un molino (marca: IKA) durante 15±2 segundos y mediante el proceso de soxleth se desengraso la semilla molida durante 7 horas.

Nota: Cuando se habla de tiempo determinado en algún proceso de análisis, se toma el tiempo desde que la temperatura deseada llega a lo que se deseaba. Ejemplo: 100°C por 2 horas, se toma el tiempo (las 2 horas) desde que la estufa alcanza los 100°C.

En algunos casos las semillas cambiaron sus cualidades físicas al ser sometidas a los diferentes tratamientos como, el aumento o pérdida de peso, en los casos de las semillas que fueron sometidas al calor y las sumergidas en agua (fría o caliente).

En el tratamiento 2 el porcentaje de pérdida de peso fue de aproximadamente 3%. En el tratamiento 3 el porcentaje de pérdida de peso fue aproximadamente de 8%. En el tratamiento 4, la semilla captó aproximadamente 1,6 veces su peso en agua, hasta llegar a saturar todo el recipiente con agua después de las 5 horas indicadas. En el tratamiento 5, la semilla captó aproximadamente 1,8 veces su peso en agua, hasta llegar a saturar todo el recipiente con agua después de las 5 horas indicadas. Se puede concluir que el T5 gana más peso que el T4, el agua caliente permitió que la semilla absorbiera más agua.

## 5.2. Manejo del experimento

Las semillas utilizadas en el presente estudio son de la variedad blanca (*Salvia hispanica L.*), de la empresa Camari, lote VC196.23. Después de ser abierto el empaque original las semillas fueron conservadas en fundas ziplock para su posterior uso en los diferentes análisis.

Adicionalmente cada muestra de los diferentes tratamientos fue molida durante  $10 \pm 2$  segundos, utilizando un molino (marca IK; modelo: A11BS1), con el objetivo de realizar el análisis proximal de acuerdo a las normas de procedimientos en análisis de alimentos. Se debe tomar en cuenta que cualquier proceso mecánico cambia el contenido de los alimentos que se someten a tal proceso, pero es necesario para la elaboración de algunos productos o en el caso del presente análisis. A continuación se describen los métodos que se utilizaron para la obtención de las características físico-químicas de la semilla de chía y sus diferentes tratamientos.

### 5.2.1. Tamaño de semilla

Para obtener el tamaño de semilla se contaron 150 semillas y se pesaron en una balanza analítica de precisión, sin manipulación directa. Sacando un promedio entre las tres repeticiones realizadas se obtuvo un peso aproximado de 0,0022gr/semilla, mediante la aplicación de la siguiente fórmula.

$$\text{Peso semilla} = \frac{M}{U} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

M = Peso en gramos de muestra

U = Cantidad de semillas de la muestra

### 5.2.2. Contenido de humedad

En un producto alimenticio encontramos *agua libre*, la más predominante y de fácil liberación, y por otro lado el *agua ligada*, que se encuentra como agua de



cristalización ligada a proteínas y carbohidratos (Fuentes, 2012). Mediante un método gravimétrico se determinó el contenido de humedad. Se coloca 2,00 gramos de muestra molida en charolas de aluminio que fueron previamente taradas en una estufa de precisión a 130°C durante 1 hora, y enfriadas a temperatura ambiente para su pesaje. Secar en una estufa a 130°C durante 2 horas. Dejar enfriar las charolas de aluminio con la muestra seca en un desecador y pesar. El porcentaje de humedad se obtiene por diferencia de peso, utilizando la siguiente ecuación:

$$\% \text{Humedad} = \frac{(A+M)-B}{M} \times 100 \quad (\text{Ecuación 8})$$

Donde:

A = peso en gramos de la charola de aluminio vacía

M = peso de la muestra en gramos

B = peso charola de aluminio + muestra seca en gramos

### 5.2.3. Contenido de cenizas

En este tipo de análisis las cenizas se consideran como el contenido de minerales totales o material inorgánico en la muestra, al no incinerarse durante el proceso (FAO, s.f.). Se pesa el crisol vacío previamente tarado y se coloca 1,00 gramos de muestra. Llevar a la mufla e incinerar a 600°C durante 3 horas hasta la obtención de cenizas blancas o grisáceas, con el fin de eliminar el material orgánico (Instituto de Salud Pública de Chile). Se deja enfriar en desecador y se pesa el contenido final de cenizas. Con el método gravimétrico se obtiene el contenido de cenizas con el cálculo de la siguiente ecuación.

$$\% \text{ Cenizas Totales} = \frac{B-A}{M} \times 100 \quad (\text{Ecuación 9})$$

Donde:

A = peso en gramos del crisol vacío

M = peso de muestra en gramos

B = peso crisol + ceniza (gramos)

#### 5.2.4. Contenido de proteínas

Por su costo la proteína, es el nutriente más importante en la dieta en una operación comercial (FAO, s.f.). Para la determinación del contenido de proteína cruda se implementó el método Kjeldhal, que evalúa el contenido de nitrógeno total en la muestra, utilizando un digestor (marca: selecta) y posteriormente un destilador (marca: OMNILAB; modelo: FoodALYT-D4000).

#### DIGESTIÓN

Se pesa 0,5 g de muestra, en un papel de celofán incoloro, se entorcha cuidadosamente el papel celofán y se coloca en el tubo velp junto con una pastilla de catalizador (o su equivalente de  $K_2SO_4$  y  $Cu_2SO_4$ ) y 15 ml de  $H_2SO_4$  en cada tubo. Colocar los tubos con las muestras en el equipo digestor, acoplado el manifold y encendiendo la bomba de succión de vapores, al encender verificar el programa para el ensayo correcto: 10 minutos a  $250^\circ C$ ; 5 minutos a  $350^\circ C$  y 45 min a  $420^\circ C$ . Dejar enfriar durante aproximadamente 1 hora con la bomba de succión encendida, y finalmente retirarlos del equipo digestor y dejar enfriar a temperatura ambiente.

#### DESTILACIÓN

Se coloca un Erlenmeyer de 250mL bajo la manguera de salida del destilador junto con 4-5 gotas del indicador verde de bromocresol, donde posteriormente serán añadidos 50ml de  $H_3BO_3$  al 4%. Se Coloca el tubo velp con la muestra digestada en la abertura del destilador y se inicia la programación adecuada: adición de 70 ml de NaOH al 40% por 4 minutos de destilación. El volumen final de destilado debe ser aproximadamente 200 ml. Se titula la solución recogida de color verde con solución de HCl 0,1N, esperando en este caso el viraje del indicador verde a violeta. Con los datos obtenidos de la titulación se calcula el % nitrógeno que contiene la muestra basándose en la siguiente ecuación:

$$\%Nitrógeno\ Total = \frac{(Vm - Vb) \times NHCL \times 14,01}{M \times 10} \quad (\text{Ecuación 10})$$

Donde:

V<sub>m</sub> = volumen de HCl estandarizado consumido por la muestra

V<sub>b</sub> = volumen de HCl estandarizado consumido por el blanco

M = muestra (gramos)

NHCL = normalidad del ácido clorhídrico (0,1 N)

Nota: 1 ml de HCl 0,1N consumido corresponde a 1,4007 mg de nitrógeno.

Al obtener el % de contenido de nitrógeno, se puede calcular el contenido de proteína expresada en %, mediante la aplicación de factores de conversión (F) establecidos con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrógeno} \times F \quad (\text{Ecuación 11})$$

Donde F es el factor cuyo valor es:

Trigo = 5,70

Productos lácteos = 6,38

Otros productos = 6,25

#### 5.2.5. Contenido de grasa

La extracción de grasa se realizó con solvente éter de petróleo en un equipo extractor Soxhlet-Belton (marca: LABCONCO). Pesar sobre papel filtro 2,00 gramos de muestra previamente seca (del proceso de humedad), empacarlo y colocarlo en el dedal de vidrio de extracción y posteriormente en el soporte metálico del equipo. Se agrega aproximadamente 40 cm<sup>3</sup> de éter de petróleo en el vaso de extracción previamente tarado y se sujeta al condensador del equipo. Pasadas las 5 horas de extracción, se recupera el éter de petróleo por destilación en el mismo equipo, y se meten a la estufa los vasos durante 30 minutos a 100 ± 2°C para eliminar el resto del solvente contenido. Dejar enfriar y pesar. El resultado se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{A-B}{M} \times 100 \quad (\text{Ecuación 12})$$

Donde:

A = peso en gramos del vaso con el residuo de grasa

B = peso en gramos del vaso vacío

M = peso en gramos de la muestra

#### 5.2.6. Contenido de fibra

La fibra cruda permite evaluar el contenido de los carbohidratos estructurales. Una fracción de la celulosa y hemicelulosa se disuelve como también la mayor parte de la lignina, y algunos compuestos nitrogenados pueden quedar retenidos en el residuo. Indicando que a valores mayores de fibra cruda menos digestible es una muestra (Capitani, 2013).

El método gravimétrico utilizado consiste en someter a las muestras a procesos sucesivos de hidrólisis y lavados, donde la pérdida por ignición es la fibra cruda. Primero se pesa la funda de celulosa, después se coloca el soporte de vidrio y se añade 0,50g de la muestra seca y desengrasada que se obtuvo en la determinación de grasa previamente. Se añade 100 ml del ácido sulfúrico al 1,25% a un vaso de precipitación, se sumerge las muestras y se coloca en una plancha de calentamiento hasta su ebullición por 30 minutos. Se lava con agua caliente por tres veces las muestras en los soportes de vidrio y se transfieren a un vaso de precipitación con la solución de hidróxido de sodio al 1,25%. Hervir por 30 minutos y lavar nuevamente con agua caliente por tres veces. Se lleva solo las fundas de celulosa a secar en la estufa a 100°C por 1 hora. Al enfriarse pesarlas y registrar el valor. Las fundas de celulosas dobladas en crisoles previamente tarados se llevan a la mufla a calcinar por tres horas a 600°C, luego se pesa el crisol con la muestra calcinada y se registra los datos. Mediante la siguiente ecuación (aplicable para cualquier producto) y los datos obtenidos se calcula el porcentaje de fibra bruta:

$$\% \text{ Fibra} = \left( \frac{A-B}{M} \times 100 \right) - \left( \frac{C-D}{M} \right) \times 100 \quad (\text{Ecuación 13})$$

Donde:

A = peso en gramos filtro + fibra

B = peso en gramos del filtro

M = peso en gramos de la muestra

C = peso en gramos del crisol + ceniza

D = peso en gramos del crisol

Cuando se usa material desengrasado, como en el análisis de fibra cruda se aplica la siguiente fórmula para obtener un valor representativo de la muestra.

Donde:

A = Contenido de fibra (desengrasada, %)

B = Contenido de lípidos en el material (%)

$$\% \text{ Contenido de fibra ajustado} = (A \times ((100 - B)/100)) \quad (\text{Ecuación 14})$$

#### 5.2.7. Contenido de carbohidratos

Es un cálculo con los datos obtenidos anteriormente.

$$\% \text{ CH} = 100 - (\text{humedad} - \text{fibra} - \text{ceniza} - \text{proteína} - \text{grasa}) \quad (\text{Ecuación 15})$$

#### 5.2.8. Materia seca

Es el porcentaje restante del contenido de humedad. Se nombra el cálculo de su obtención para conocimiento general y teórico.

#### 5.2.9. Energía

Se realiza mediante el siguiente cálculo:

$$\text{Energía} = (\text{Proteína} \times 4) + (\text{Grasa} \times 9) + (\text{Carbohidratos} \times 4) \quad (\text{Ecuación 16})$$

## 6. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 6.1. Introducción

Demostrando anteriormente las bondades de la semilla de chía se expone a continuación la semilla de linaza, que posee la cualidad de formar mucílago y que durante años ha sido utilizada y consumida por el hombre. Es usada en manufactura de productos industriales para pinturas, recubrimientos y barnices. Las personas consumen la semilla de linaza como adelgazante en su dieta.

La linaza ha sido cuestionada por varios factores negativos que afectan al desarrollo normal del ser humano y de animales. Debido a factores antagónicos de la vitamina B6 y a la presencia de cianoglicósidos tóxicos (linamarin), su consumo ha sido restringido en el ser humano. En Italia y Francia han restringido su uso, en Alemania, Suecia y Bélgica es usada con limitaciones, en Estados Unidos no tiene la aprobación de la FDA, indica que si se incluye linaza en un producto alimenticio la empresa será responsable de la inocuidad del mismo (Tosco, 2004).

En los estudios de la American Heart Association, demuestran que niveles bajos de vitamina B6 en la sangre se asocian con un riesgo creciente de enfermedades cardio-coronarias fatales y apoplejía. La homocisteína, no es componente dietario normal, es una sustancia no proteica que forma aminoácido de azufre, cuando los niveles de vitamina B y ácido fólico son inadecuados se eleva su contenido en la sangre, fomentando la formación de depósitos de grasa que se adhieren a las paredes de arterias.

Ayerza y Coates exponen que no se ha encontrado ninguno de los factores tóxicos o adversos de la semilla de linaza en el aceite o la semilla de chía (Tosco, 2004).

Según los resultados presentados de los análisis de laboratorio en la presente investigación, la chía representa una fuente importante de nutrientes en cuanto a contenido de grasa, proteína y fibra en los diferentes tratamientos. Éstos resultados reflejan que el porcentaje de pérdida de nutrientes no se ve afectado

significativamente en proteínas y fibra en los diferentes tratamientos. En el análisis se presenta la composición química de la semilla de chía en los diferentes tratamientos, expresados en porcentaje, en el cual existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las semillas de los componentes analizados.

## 6.2. Resultados del Diseño Experimental

Las semillas analizadas se caracterizan por su bajo contenido de humedad, reiterando que las semillas en general son un producto de larga vida útil y si son agregadas a productos secos o húmedos su contenido variará dependiendo su uso en los mismos. El contenido de materia grasa en los tratamientos disminuye a la mitad con respecto al contenido inicial. A diferencia de la harina, que a pesar de aportar menor cantidad de materia grasa en relación a los demás tratamientos, presentó un alto contenido de fibra cruda (31,15%). La harina es el porcentaje más afectado en contenido de materia grasa, debido a que se obtuvo mediante un proceso mecánico, donde se evidencia su pérdida de nutrientes. Se recomienda un método de extracción de aceite menos abrasivo como el propuesto en el capítulo II.

Se observa que el aporte proteico no presenta una variación significativa entre tratamientos. El contenido de cenizas se ve afectado solo en los tratamientos 4 y 5, semillas sumergidas en agua caliente y fría respectivamente, el resto no se ve afectado en comparación con el contenido inicial. Las diferencias encontradas en la composición química de los tratamientos se pueden atribuir a distintos factores, entre los cuales se puede mencionar que cada uno está sujeto a cambios en su estructura, como temperaturas altas o aplicación de agua, o debido a la naturaleza de su obtención, al ser desengrasada.

También cabe recalcar que los resultados obtenidos del análisis de la semilla de chía (Tratamiento 1) utilizadas en ésta investigación, varían de otros estudios realizados por factores como: variedad, especie, estacionalidad, lugar geográfico, y otros factores agronómicos. En la Tabla 17, se detalla los resultados de las 3 repeticiones de los tratamientos y sus variables de estudio.

Tabla 17. Tabla de resultados de análisis bromatológicos

Tratamiento	Repetición	Variables (%)				
		Humedad	Grasa	Fibra	Cenizas	Proteína
T1	1	7,22	27,15	20,48	4,76	18,99
	2	7,24	26,85	20,48	4,74	18,69
	3	7,25	26,91	20,49	4,74	18,71
T2	1	4,78	10,5	23,80	4,62	19,09
	2	4,94	10,92	23,34	4,55	19,39
	3	5,03	10,82	23,86	4,66	19,13
T3	1	2,35	10,33	21,76	4,36	19,39
	2	2,17	10,37	22,11	4,32	19,79
	3	2,34	10,76	21,69	4,78	19,4
T4	1	92,51	10,19	22,71	0,22	17,72
	2	92,28	10,15	23,05	0,22	18,05
	3	92,22	10,07	22,19	0,20	18,36
T5	1	92,39	10,5	24,08	0,26	19,14
	2	92,61	10,26	22,00	0,22	18,97
	3	92,59	10,65	23,98	0,31	18,71
T6	1	7,79	3,8	28,68	6,35	25,24
	2	7,52	3,77	30,66	6,24	24,4
	3	7,87	3,58	30,64	6,22	24,14

H0:  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$

Hipótesis de trabajo

H1:  $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6$

Hipótesis del investigador

Se acepta la hipótesis nula si las medias poblacionales son iguales, quiere decir que hay una correlación entre ellas. Cuando P es menor a 0.5 entonces la hipótesis nula se rechaza. En cambio la hipótesis alternativa indica que cada una es diferente entre ellas, es decir existe independencia, cada variable actúa



de manera independiente. Esto indica que al menos una variable tiene que ser diferente para rechazar la hipótesis alternativa

### 6.3. Desarrollo del Diseño experimental

**Análisis de Varianza:** Una descomposición de la suma de cuadrados para la variable dependiente Y en suma de cuadrados del modelo y una suma de cuadrados del error o residuos. La prueba F prueba la significancia estadística del modelo ajustado. Los valores P pequeños (menores que 0.05) con un nivel de confianza del 95% indican que al menos un factor en el modelo está significativamente relacionado con la variable dependiente. Entonces el modelo es altamente significativo. Con  $\eta=18$ .

Tabla 18. Análisis de Varianza para Ceniza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	98,0807	7	14,0115	1184,07	<b>0,0000</b>
Residuo	0,118333	10	0,0118333		
Total (Corr.)	98,199	17			

$R^2 = 99,8795$  por ciento

$R^2$  (ajustada por g.l.) = 99,7951 por ciento

EEE = 0,108781

EMA = 0,0544444

EDW = 2,20808 (P=0,2426), En el ejemplo actual, el valor P es menor que 0.05, por lo cual indica que existe correlación significativa a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 19. Análisis de Varianza para Fibra

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	87,9846	7	12,5692	18,15	<b>0,0001</b>
Residuo	6,92406	10	0,692406		
Total (Corr.)	94,9086	17			

$R^2 = 92,7045$  porciento

$R^2$  (ajustada por g.l.) = 87,5977 porciento

EEE = 0,832109

EMA = 0,465309

EDW = 3,33273 (P=0,9856)

Tabla 20. Análisis de Varianza para Grasa

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	907,046	7	129,578	3663,96	<b>0,0000</b>
Residuo	0,353656	10	0,0353656		
Total (Corr.)	907,4	17			

$R^2 = 99,961$  porciento

$R^2$  (ajustada por g.l.) = 99,9337 porciento

EEE. = 0,188057

EMA = 0,124753

EDW = 2,11782 (P=0,1844)

Tabla 21. Análisis de Varianza para Humedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	30256,6	7	4322,38	250685,50	<b>0,0000</b>
Residuo	0,172422	10	0,0172422		
Total (Corr.)	30256,8	17			

$R^2 = 99,9994$  porciento

$R^2$  (ajustada por g.l.) = 99,999 porciento

EEE = 0,13131

EMA = 0,081358

EDW = 2,17612 (P=0,2209)

Tabla 22. Análisis de Varianza para Proteínas

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	84,784	7	12,112	114,28	<b>0,0000</b>
Residuo	1,05989	10	0,105989		
Total (Corr.)	85,8439	17			

$R^2 = 98,7653$  por ciento

$R^2$  (ajustada por g.l.) = 97,9011 por ciento

EEE = 0,325559

EMA= 0,18642

EDW= 2,1957 (P=0,2341)

Al resumir los resultados de ajustar 5 modelos estadísticos lineales generales, para relacionar 5 variables dependientes con 2 factores predictivos. Dado que el valor-P en la primer tabla ANOVA para ceniza es menor que 0,05, hay una relación estadísticamente significativa entre ceniza y las variables predictivas con un nivel de confianza del 95,0%.

La segunda tabla ANOVA para ceniza prueba la significancia estadística de cada factor conforme fue introducido al modelo. Nótese que el valor P más alto es 0,3008, que corresponde a A. Dado que el valor P es mayor o igual que 0,05, ese término no es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95,0%. Consecuentemente, debería considerar eliminar A del modelo. El estadístico R cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 98,7653% de la variabilidad en ceniza.

El estadístico R cuadrada ajustada, el cual es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 97,9011%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,325559. El error medio absoluto (MAE) de 0,0544444 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa con base en el orden en

el que se presentaron en el archivo de datos. Puesto que el valor P es mayor que 0,05, no hay indicación de correlación serial en los residuos.

Tabla 23. Resumen de estadísticas

	HUMEDAD	GRASA	FIBRA	CENIZA	PROTEINA
n	18	18	18	18	18
Promedio	34,5056	12,0878	26,9039	3,43167	19,8506
Desviación estándar	42,1878	7,30592	2,36281	2,40342	2,24714
Coef. de variación	122,264%	60,4405%	8,7824%	70,0364%	11,3203%
Mínimo	2,17	3,58	24,27	0,2	17,72
Máximo	92,61	27,15	31,86	6,35	25,24
Rango	90,44	23,57	7,59	6,15	7,52
Asimetría estándar	1,32781	<b>2,37323</b>	1,63728	-0,917024	<b>3,06568</b>
Curtosis estándar	-1,38002	1,00099	0,204214	-1,30303	1,58025

Esta tabla muestra las estadísticas de resumen de cada una de las variables de datos seleccionados. Incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad, y las medidas de la forma. De particular interés aquí son la asimetría y curtosis normalizada estandarizada, que se puede utilizar para determinar si la muestra proviene de una distribución normal. Los valores de estas estadísticas fuera del rango de -2 a +2 indican importantes desviaciones de la normalidad, que tenderían a invalidar muchos de los procedimientos estadísticos que normalmente se aplican a estos datos.

En este caso, las siguientes variables muestran valores de asimetría estandarizados fuera del rango esperado: grasa y proteína. Que se debe a los tratamientos previos realizados, pérdida de sus cualidades al ser sometidas al calor como en el caso del tratamiento 5 y a un proceso de desengrasado en el tratamiento 6, a pesar de verse afectadas pueden ser aprovechadas en diferentes procesos alimentarios.

De acuerdo al modelo lineal generalizado la probabilidad es menor al nivel de significancia ( $\alpha=0,05$ ) por lo que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza

la hipótesis nula. Los resultados nos indican que el experimento estuvo bien realizado y que cada variable repuesta actúa de manera independiente. El R cuadrado es 99,87 lo que nos indica que las variables analizadas tienen un ajuste casi perfecto con el diseño lineal generalizado del diseño experimental. Además el diseño muestra en el análisis de suma de cuadrados de tipo III que no es necesario realizar 3 repeticiones, cuando el valor p es mayor a 0.05.

#### 6.4. Decisión del mejor tratamiento

En la Tabla 24, se realizó un promedio de cada variable entre las 3 repeticiones de cada variable, para obtener una media y analizar el mejor tratamiento con respecto al tratamiento control o testigo.

Tabla 24. Promedio de las variables

Variabes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Humedad	7,24	4,92	2,29	92,34	92,53	7,73
Grasa	26,97	10,75	10,49	10,14	10,47	3,72
Fibra	28,05	26,52	24,41	25,20	26,09	31,15
Ceniza	4,75	4,61	4,49	0,21	0,26	6,27
Proteína	18,80	19,20	19,53	18,04	18,94	24,59

Entre los tratamientos que no perdieron significativamente su estructura inicial se mencionó anteriormente al T2, T3 y T4, de los cuales el T2 y T3 según los productos alternos viables que se podrían obtener con estos es menor en relación con el T4, semillas de chía en agua fría. La posibilidad de realizar más productos alternos viables es mayor porque abarca más campo, como en la adición directa en postres lácteos, gelatinas, jugos, entre otros, adicionalmente otorgando propiedades como estabilizante o espesante natural. Otro uso importante que se le otorga al tratamiento 4 es la extracción de mucílago mediante el proceso previo de humectación con agua, que puede ser utilizado en varias matrices alimentarias, o para el uso en productos de uso farmacéutico.

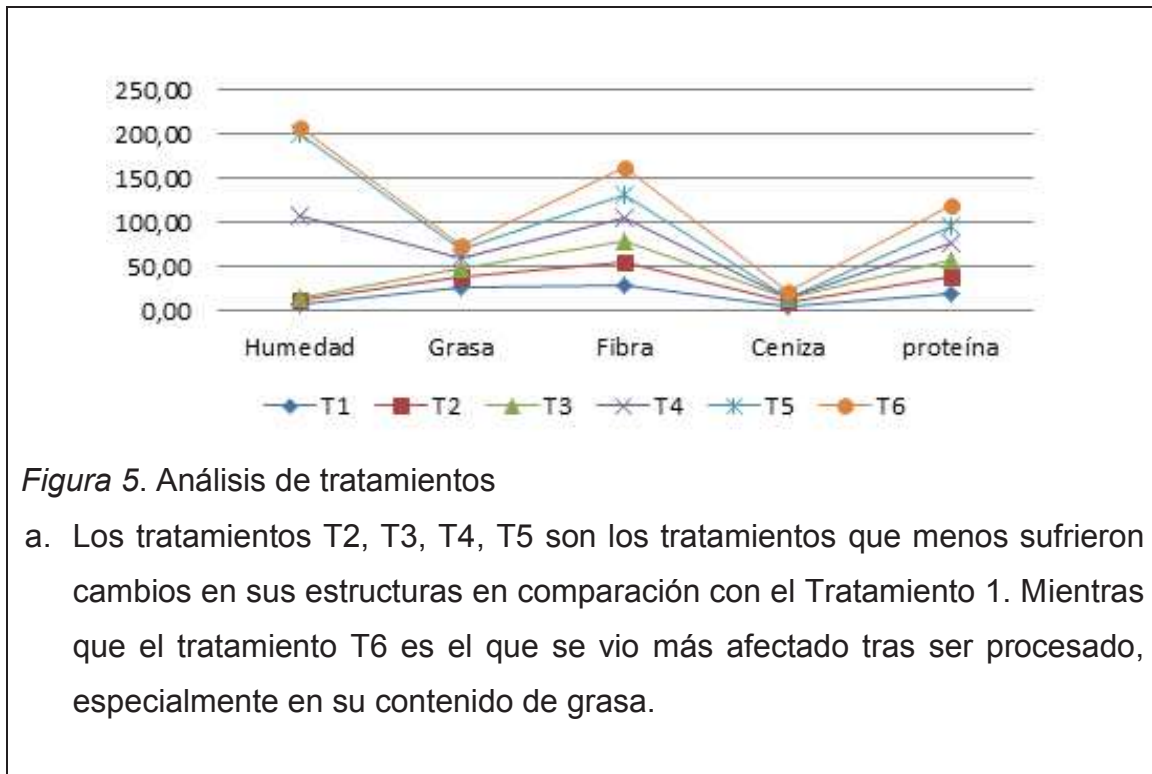


Figura 5. Análisis de tratamientos

- a. Los tratamientos T2, T3, T4, T5 son los tratamientos que menos sufrieron cambios en sus estructuras en comparación con el Tratamiento 1. Mientras que el tratamiento T6 es el que se vio más afectado tras ser procesado, especialmente en su contenido de grasa.

#### 6.5. Análisis comparativo de factibilidad de productos alternos

En la siguiente Tabla se observa un listado de los productos alternos propuestos, se tomó en cuenta la disponibilidad de materia prima, el si es fácil de producir, costos de producción, maquinaria necesaria, el si es o no un producto funcional, y se calificó en una escala del 1 al 10 los factores a para el análisis financiero, siendo 10 el más importante. Para la puntuación de los factores vs productos se dio una puntualización de 1, 3 y 5, nada importante, poco importante, importante, respectivamente. Así al multiplicar la puntuación que se le otorgó a cada factor con la calificación, se obtiene cada resultado de cada producto. En la sumatoria final, se observa que los valores más bajos son de 105, del yogur con chía y frutas, insecticidas y pinturas. Llegando a la conclusión y elección del producto: yogur con semillas de chía y frutas, al ser un alimento funcional y de fácil fabricación.

Tabla 25. Factibilidad de producción de los productos alternos

Productos alternos	Puntuación	Factores a Considerar/ Puntuación					Sumatoria
		Costos de producción	Disponibilidad material prima	Maquinaria necesaria	Facilidad de producción	Producto funcional	
		7	8	4	9	6	
Aceite por extracción de FSC	Calificación	3	5	5	3	1	17
	Total	21	40	20	27	6	114
Microencapsulación del aceite	Calificación	3	3	5	3	5	19
	Total	21	24	20	27	30	122
Pastas y fideos	Calificación	3	3	3	3	5	17
	Total	21	24	12	27	30	114
Productos de panificación	Calificación	5	5	3	3	5	21
	Total	35	40	12	27	30	144
Estabilizante natural	Calificación	5	3	3	5	1	17
	Total	35	24	12	45	6	122
Emulsionante	Calificación	5	3	3	5	5	21
	Total	35	24	12	45	30	146
Barras energéticas	Calificación	3	5	3	5	5	21
	Total	21	40	12	45	30	148
Cereal extruido	Calificación	3	3	5	3	5	19
	Total	21	24	20	27	30	122
Yogur con semillas de chía	Calificación	1	3	3	3	5	15
	Total	7	24	12	27	30	100

Medicamentos	Calificación	5	5	3	5	3	21
	Total	35	40	12	45	18	150
Insecticidas	Calificación	3	3	3	5	1	15
	Total	21	24	12	45	6	108
Geles	Calificación	3	3	3	5	3	17
	Total	21	24	12	45	18	120
Pinturas	Calificación	3	3	5	5	1	17
	Total	21	24	20	45	6	116
Productos cosméticos	Calificación	5	5	3	5	3	21
	Total	35	40	12	45	18	150

Nota: Los parámetros tomados en cuenta se indican a continuación:

- a) Los niveles establecidos fueron 1, 3 y 5. Donde 1 es igual a bajo o nada importante, 3 es igual a medio o poco importante y 5 es igual a alto o importante.
- b) Para obtener los totales parciales se multiplicó la calificación que se le asigna de acuerdo a su importancia por la puntuación establecida. Donde 1 es menos importante y 10 es más importante.

Según los datos obtenidos en la Tabla 25 el producto alternativo más viable para el análisis financiero posterior es el de 100 puntos, correspondiente al yogur natural con semillas de chía y trozos de frutas, al ser un producto funcional factible de producir y con disponibilidad de materias primas en el mercado. Hoy en día la alimentación se enfoca en los productos que contengan nutrientes benéficos para la salud del consumidor y sin alto contenido de aditivos artificiales. El consumo y demanda de alimentos provenientes de fuentes naturales o con materias primas orgánicas, crece continuamente, y la industria alimentaria debe buscar alternativas como este tipo de productos.



Por lo que, el yogur con semillas de chía y frutas es una alternativa de consumo que se propone en la presente investigación, que en conjunto aportan nutrientes al organismo, mejoran la digestibilidad del organismo y benefician a la composición del producto final. Actuando como espesante y estabilizante natural, convirtiéndolo en una opción de consumo para personas celíacas, al ser un producto libre de gluten.

## 7. ANÁLISIS FINANCIERO

### 7.1. Generalidades

En este capítulo se analizó la viabilidad financiera del producto alternativo, calificado como el más factible para la producción de la semilla de chía (*Salvia hispánica L*) en la presente investigación. Tomando en cuenta tanto los factores de decisión expuestos en el capítulo II como el tratamiento que conserve su composición nutricional después de ser procesado (Ver Tabla 25). Se determinó como el producto alternativo más apto, la producción del yogur con semillas de chía y frutas enteras. Siendo uno de los productos planteados más apropiado para su aprovechamiento en la industria alimentaria en cuanto a la generación de nuevos productos funcionales.

Se detalla un estudio financiero del costo de la investigación, que incluye costo total de un análisis proximal realizado en AGROCALIDAD, materia prima y materiales utilizados. Con el fin de dar a conocer más a profundidad el costo de investigación de contenido nutricional de alimentos, productos, plantas, entre otros.

### 7.2. Análisis financiero de la Investigación

Para tener un panorama más amplio del monto invertido de la presente investigación, a continuación se detalla los costos y materiales tomados en cuenta.

Tabla 26. Costos detallados de la investigación

Detalle	Costo Unitario (\$)	Unidad	Costo Total (\$)
Análisis proximal completo	17,36	18	312,48
Semilla de chía (500gr)	7,00	2	14,00
Frasco de muestra plástico	0,50	20	10,00
Fundas ziploc	2,75	1	2,75
<b>TOTAL</b>			<b>339,23</b>

En el INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) el costo total de un análisis proximal es de USD 52 dólares, que incluye análisis de contenido de: humedad, ceniza, grasa, proteína, fibra cruda. La diferencia que se observa en costos es debido a que AGROCALIDAD es una entidad pública creada en beneficio del sector Agro, y parte de los costos son subsidiados por el Gobierno Ecuatoriano.

### 7.3. Análisis financiero de la Producción

#### 7.3.1. Costos de Producción

Se indican los costos de producción por producto y totales por mes, para la elaboración del producto lácteo a base de yogur, semillas de chía y trozos de frutas (Frutilla, durazno o fresas). Tomar en cuenta que todos los costos unitarios o valores están expresados en dólares americanos (USD).

#### 7.3.2. Plan de Producción

Tabla 27. Plan de producción del yogur con chía y frutas

Producción	Anual	Mensual	Diario
Kilogramos	156.000,00	13.000,00	500,00
Unidades de 220 gr	709.090,91	59.090,91	2.272,73

#### 7.3.3. Periodo de recuperación del capital

El periodo de recuperación de la inversión de un proyecto es el plazo del capital o el tiempo en que tarda en recuperarse la inversión inicial, basándose en los flujos que genera en cada período de su vida útil. Se detalla a continuación los flujos de caja, depreciaciones, amortizaciones, estados de pérdida y ganancia proyectados, estos últimos ayudan a determinar la utilidad neta esperada para cada año.

Tabla 28. Costos de Producción por producto y totales por mes del yogur con semillas de chía y trozos de frutas.

COSTOS DE PRODUCCIÓN POR PRODUCTO Y TOTALES POR MES				
RUBROS	unidad	CANTIDAD	PRECIO / U	TOTAL MENSUAL
<b>PRORATEO</b>	<b>100,00%</b>	<b>imputado a este producto</b>		USD americanos
<b>COSTOS TOTALES</b>				<b>31.248</b>
<b>COSTOS VARIABLES</b>				<b>26.329</b>
<b>Materiales Directos</b>				<b>16.949</b>
Semillas de chia	kg	1035,0	8	8.280
Frutillas	kg	1150,0	1,5	1.725
Leche	lt	8625,0	0,42	3.623
Fermento liofilizado	kg	230,0	14	3.220
Leche en polvo	kg	460,0	0,22	101
<b>Materiales Indirectos</b>				<b>5.864</b>
Empaque de plástico pet 1	Unidad	47273	0,05	2.364
Caja de distribución	Unidad	1970	0,5	1.000
Publicidad				2.500
<b>Personal y Seguridad Industrial</b>	<b>100,00%</b>			<b>835</b>
Caja de 100 mascarillas	Unidad	0,17	12	2
Caja de 100 pares de guantes	Unidad	0,20	5	1
Caja de 100 redes para cabello	Unidad	0,33	10	3
Funda de 12 rollos de papel higienico	Unidad	0,42	12	5
Productos de aseo y limpieza	Unidad			300
Materiales, reactivos de laboratorio	Unidad			500
Uniformes		0,58	40	23
<b>Servicios</b>	<b>100,00%</b>			<b>2.653</b>
Luz	kwh	3500	0,09	315
Agua	m3	250	0,67	168
Telefono e internet	---	---	---	90
Combustible	lts	8000	0,26	2.080
<b>Sueldos y Salarios</b>	<b>100,00%</b>			<b>2.658</b>
Operarios	unidad	4	539,6	2.158
Transporte y Distribución	unidad	1	500	500
<b>COSTOS FIJOS</b>				<b>4.919</b>
<b>Depreciación Muebles y Equipos</b>		1		<b>395</b>
<b>Sueldos y Salarios Administrativos</b>				<b>3.324</b>
Gerente general y financiero	unidad	1	1405	1.405
Jefe de producción y calidad	unidad	1	1129,67	1.130
Secretaria	unidad	1	729,23	729
Alarma	unidad	1		60
<b>MANTENIMIENTO</b>	---	---	---	<b>1.000</b>
<b>SEGUROS EQUIPOS</b>	---	---	---	<b>200</b>

En la Tabla 28 se indica los resultados de costos variables, constituido por materias primas que intervienen directa o indirectamente en los procesos de transformación, siendo la mano de obra directa la principal característica de

este rubro. Estos costos fluctúan de forma directamente proporcional al volumen de ventas o de producción. Los costos variables totales (26.329,00USD) son la sumatoria de los costos variables de los materiales directos, de los materiales indirectos, del personal y seguridad industrial, servicios básicos, sueldos y salarios.

El valor de los costos fijos fue 4.919,00USD, estos costos son no variables de acuerdo a la actividad de producción de la empresa y varían con el tiempo mas no con la actividad.

Para el cálculo de los costos totales se realiza mediante la sumatoria de los costos variables y los costos fijos obtenidos.

$$CT = CV + CF \quad \text{(Ecuación 17)}$$

$$CT = 31.248,00$$

Tabla 29. Depreciación activos fijos

Descripción	USD	Tiempo de Vida (años)	Dep (%)	Dep. Anual 1-5Años (USD)	Dep. Mensual Año 1 (USD)
Pasteurizadora	4500,00	10	10%	450,0	37,50
Cámara de refrigeración	10000,00	10	10%	1.000,0	83,33
Tanque (500 lt)	300,00	10	10%	30,0	2,50
FRAMAX de aluminio tapadora (600/h)	3400,00	10	10%	340,0	28,33
Balanza digital hasta 300kg	400,00	10	10%	40,0	3,33
Refrigerador	600,00	10	10%	60,0	5,00
Utensillos de planta	3000,00	5	10%	300,0	25,00
Palets	12,00	5	20%	1,2	0,10
Gavetas	10,00	5	20%	1,0	0,08
Equipos de computación y oficina	2000,00	5	20%	200,0	16,67
Construcción	20000,00	20	10%	2.000,0	166,67
TOTAL	44.222			4.422	369

Tabla 30. Flujo de caja por 10 años

Descripción	Tiempo(Años)											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ingresos		510.545	525.862	541.638	557.887	574.623	591.862	609.618	627.907	646.744	666.146	
Total Ingresos	0	510.545	525.862	541.638	557.887	574.623	591.862	609.618	627.907	646.744	666.146	\$ 1.706.573,42
INVERSION	100.983											
Costos Operacionales		406.526	426.852	448.195	470.604	494.135	518.841	544.783	572.022	600.624	630.655	
Costos Financieros												
Intereses por créditos		9.098	7.279	5.459	3.639	1.820	0	0	0	0	0	
Depreciaciones		4.422	4.422	4.422	4.422	4.422	4.422	4.422	4.422	4.422	4.422	
Amortizaciones		3.125	3.125	3.125	3.125	3.125	3.125	3.125	3.125	3.125	3.125	
= Total Egresos	100.983	423.171	441.678	461.201	481.791	503.501	526.388	552.330	579.569	608.171	638.202	\$ 1.573.836,19
FLUJO OPERACIONAL	-100.983	87.375	84.184	80.437	76.096	71.122	65.474	57.288	48.337	38.573	27.944	
Participación de Trabajadores		13.575	13.096	12.534	11.883	11.137	10.290	9.062	7.719	6.255	4.660	
Impuesto a la Renta		19.231	18.553	17.757	16.834	15.777	14.577	12.838	10.936	8.861	6.602	
FLUJO DESPUÉS DE IMPUESTOS		54.569	52.535	50.146	47.379	44.208	40.607	35.388	29.682	23.458	16.682	
Cuota Préstamo		18.197	18.197	18.197	18.197	18.197	0	0	0	0	0	
Depreciaciones y Amortizaciones		7.547	7.547	7.547	7.547	7.547	7.547	7.547	7.547	7.547	7.547	
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-100.983	43.919	41.885	39.496	36.729	33.558	48.154	42.935	37.229	31.005	24.229	
FLUJO NETO DE EFECTIVO ACUMULADO	-100.983	-57.063	-15.178	24.318	61.047	94.605	142.759	185.694	222.924	253.928	278.157	
TIR	38,75%	B/C		1,08434								
VAN (Tasa de descuento )	\$ 23.525											

La Tabla 30 muestra que el saldo final de la caja hasta el segundo año es negativo y a partir del tercer año se evidencia la aparición de valores positivos, que harán que el proyecto cuente con la liquidez suficiente para cubrir sus obligaciones.

Un proyecto se aceptará si su valor actual neto (VAN) es igual o superior a cero. La TIR (Tasa interna de retorno) del presente proyecto fue 38,75%, esta es la tasa de descuento o interés que hace que el VAN sea cero. Es necesario indicar que mientras más alto sea el valor de la TIR, más rentable es el proyecto. Con el cálculo de este índice se puede concluir que el proyecto se considera aceptable, siendo esta tasa mayor que el costo de capital de proyecto.

Tabla 31. Cálculo de ingresos

TIEMPO (MES) \ PRODUCTOS	P.V.P.	AÑO 1											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yogur con chía y trozos de fruta	0,90	42545	42545	42545	42545	42545	42545	42545	42545	42545	42545	42545	42545
		Total sumatoria de los 12 meses= 510545											

Tabla 32. Pérdidas/Ganancias luego del primer año

TIEMPO (MES) \ PRODUCTOS	AÑO 1											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos	42545	42545	42545	42545	42545	42545	42545	42545	42545	42545	42545	42545
(-) Costos operacionales totales	33877	33877	33877	33877	33877	33877	33877	33877	33877	33877	33877	33877
Utilidad/ Pérdida	8668	8668	8668	8668	8668	8668	8668	8668	8668	8668	8668	8668
Utilidad/Pérdida Acumulada	8668	17337	26005	34673	43342	52010	60678	69347	78015	86683	95351	104020

## 7.3.4. Costo Ponderado del Capital

Tabla 33. Necesidades de capital y plan de Financiamiento

Necesidades de Capital	USD		USD	%
Activos Fijos	65.234,54	Terreno	-	-
Activos Corrientes (capital de trabajo)	31.247,97	Adecuaciones físicas	-	-
Costos de Constitución	4.500,00	Equipos	-	-
		Capital efectivo socios	10.000,00	9,90%
		<b>Opciones de Crédito</b>		
		Préstamo Bancario BNF	90.982,51	90,10 %
		Préstamo Privado	-	-
		Otros Préstamos	-	-
<b>Total</b>	<b>100.982,51</b>	<b>Total</b>	<b>100.982,51</b>	<b>100%</b>

En la Tabla 33 se determina la posible opción de crédito, con un préstamo del Banco Nacional de Fomento de 90.982,51USD para cubrir las necesidades del capital 100.982,51 USD, con una inversión en efectivo del capital de trabajo de los socios de 10.000,00 USD.

En la Tabla 34 se observa la opción de crédito del monto inicial (90.982 USD) a 5 años con un interés del 10% con el BNF.

Tabla 34. Opción de crédito préstamo bancario (USD)

Tasa (%)	10,00%	BNF 5 años			
TIEMPO (AÑOS)	1	2	3	4	5
DESCRIPCIÓN					
Monto del Préstamo / Principal	90.983	72.786	54.590	36.393	18.197
Abono a Capital	18.197	18.197	18.197	18.197	18.197
<b>Saldo</b>	<b>72.786</b>	<b>54.590</b>	<b>36.393</b>	<b>18.197</b>	<b>0</b>
Intereses	9.098	7.279	5.459	3.639	1.820
Por lo que el primer año paga mensualmente en intereses:	758,19				



### 7.3.5. Relación Beneficio/Costo

En el presente estudio financiero se obtuvo la relación beneficio/costo de 1,08 USD. Esta relación B/C nos indica cuánto dinero recibe la empresa por cada dólar invertido, debiendo ser indispensable que el valor sea mayor a 1.

Esto quiere decir que por cada dólar invertido, la empresa recibe 0.08 USD adicional (Ver Tabla 30).

### 7.3.6. Punto de equilibrio

El punto de equilibrio (PE) es el punto o valor que se deben conseguir para no tener pérdidas y empezar a obtener ganancias, es decir, cuando la empresa no gana ni pierde dinero. Cuando se tiene un beneficio igual a cero, indica que el nivel de costos fijos y costos variables unitarios se encuentran cubiertos. Una vez conocidos los costos de producción se calcula el punto de equilibrio mediante la siguiente ecuación, utilizando como precio de venta unitario 0,90 USD.

$$PE = \frac{\text{Costo fijo total USD}}{\text{Precio de venta unitario USD} - \text{costo variable unitario (unidades)}} \quad (\text{Ecuación 18})$$

Para calcular el costo variable unitario se divide el costo variable total para el número de unidades mensuales.

$$PE = 4919 / (0,90 - 0,4456) = 10824,66$$

Al realizar el cálculo se puede concluir que la cantidad requerida mensual de unidades (220gr) con un beneficio igual a cero es de 10.824 para alcanzar el punto de equilibrio, suponiendo elaborar 59.090 unidades mensuales. Por lo cual la producción se encuentra dentro del punto de equilibrio y por ende es factible.

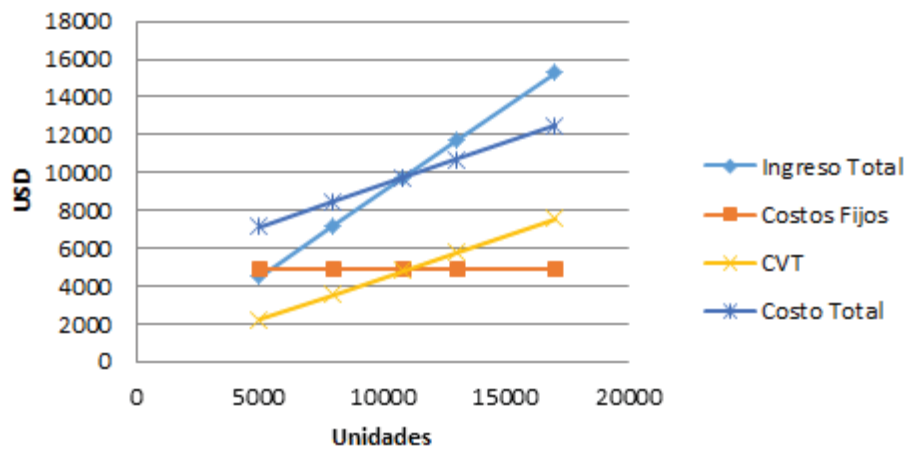


Figura 6. Punto de Equilibrio

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1. Conclusiones

- En el presente trabajo de investigación se plantearon diferentes productos alternos obtenidos a base de semillas de chía y otras estructuras de la planta como sus hojas. Se ha demostrado que puede ser usada de diferentes formas para su aprovechamiento como producto u otorgando valor agregado a otros alimentos.
- Basados en los resultados obtenidos de los análisis bromatológicos realizados a los 6 tratamientos, se da a conocer que el tratamiento 2, 3 y 5 son menos abrasivos en cuanto a pérdida de sus cualidades nutricionales iniciales y demuestran viabilidad como productos alternos, al ser de fácil adaptación en diferentes matrices alimentarias.
- La variable que se vio más afectada en todos los tratamientos (T2, T3, T4 y T5) fue el contenido de grasa, con casi una pérdida del 50% del contenido inicial, comparado con el tratamiento control. Aunque su contenido de materia grasa se redujo, éste sigue siendo mayor en comparación al contenido de otras semillas convencionales. En conjunto sus componentes hacen de la semilla aún más aprovechable.
- El producto alternativo escogido para analizar la viabilidad técnica y comercial, fue el yogur natural con semillas de chía y trozos de frutas, a partir del tratamiento de semillas de chía sumergidas en agua fría. Constituyéndose como un producto libre de gluten altamente nutracéutico que mejora la digestibilidad y absorción de nutrientes en el organismo.
- Se concluye que los demás tratamientos realizados a la semilla de chía son aceptables industrialmente hablando, para la generación de varios productos alimenticios, medicinales, cosmetológicos, entre otros. No se observó una diferencia significativa en la pérdida de las condiciones

propias del producto, excepto en el tratamiento 6, harina desengrasada. Pero este tipo de producto puede ser utilizado para generar alimentos que necesiten una composición especial, como en productos bajos en calorías, que actualmente el mercado demanda.

## **8.2. Recomendaciones**

- Desarrollar un sistema de base de datos en el Ecuador, sobre información oficial del cultivo de chía y su producción. Es un cultivo aún desconocido por parte de los consumidores locales tanto por las cualidades que brinda como la manera de consumirlo. En los últimos años ha aumentado su demanda en el país, de esta manera se podría generar nuevas opciones de consumo y no solo la venta de semilla enteras como hoy en día se encuentra en el mercado nacional.
- Actualmente la chía se encuentra en el mercado nacional sin precio de referencia y expendiéndose sin clasificar, por la presencia de varios intermediarios. Se debe incentivar y culturizar a los productores sobre este cultivo para encontrar en el mercado mayor demanda de la semilla y poder eliminar un gran porcentaje de intermediarios que actualmente compran a las grandes corporaciones a precio de granel.
- Sin duda la chía es un cultivo que se proyecta para las futuras generaciones como vanguardia por sus grandes cualidades. Se debe actuar e incentivar más a su producción y comercialización, dando facilidad para sus importaciones y exportaciones al productor, tanto como en maquinaria y producción.
- Abrir campos o sistemas de investigación por parte del Gobierno Ecuatoriano y/o empresas privadas, para promover y descubrir las cualidades de los alimentos que posee el Ecuador.

## REFERENCIAS

- Almendariz, P. (2012). *Evaluación Agronómica del cultivo de Chía (Salvia hispánica L) con dos densidades de siembra y tres tipos de fertilizante orgánico, en San Pablo de Atenas Provincia Bolívar*. Recuperado el 08 de enero de 2014, de <http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/handle/15001/814>
- Avello, M. y Suwalsky, M. (2006). *Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección*. Recuperado el 12 de diciembre de 2014, de <http://www.scielo.cl/pdf/atenea/n494/art10.pdf>
- Ayerza, R. y Coates, W. (1998). *An  $\omega$ -3 fatty acid enriched chia diet: Influence on egg fatty acid composition, cholesterol and oil content*. Recuperado el 12 de septiembre de 2014, de <http://pubs.aic.ca/doi/pdf/10.4141/A98-048>
- Ayerza, R. y Coates, W. (1999). *An omega-3 fatty acid enriched chia diet: its influence on egg fatty acid composition, cholesterol and oil content*. Canadian Journal of Animal Science, 53-58.
- Ayerza R, Coates W (2005). *Chia. Rediscovering a Forgotten Crop of the Aztecs*. (1.<sup>a</sup> ed.). The University of Arizona Press. Tucson, USA.
- Ayerza, R. (2010). *Effects of Seed Color and Growing Locations on Fatty Acid Content and Composition of Two Chia (Salvia hispánica L.) Genotypes*. Recuperado el 10 de marzo de 2014, de [http://newcrops.org/a.25\)%20Chia%20color%20publication%20AOCS.pdf](http://newcrops.org/a.25)%20Chia%20color%20publication%20AOCS.pdf)
- Badui Dergal, S. (2006). *Química de los Alimentos*. (4.<sup>a</sup> ed.). México: Pearson Educación.
- Beltrán Orozco, M., Salgado Cruz, M. y Cedillo López, D. (s.f.). *Estudio de las propiedades funcionales de de la semilla de chía (Salvia hispánica) y de la fibra dietaria obtenida de la misma*. Recuperado el 24 de julio de

2014, de [http://www.alkos.cl/files/file\\_descargas/286\\_949\\_fibra\\_dietaria\\_de\\_chia.pdf](http://www.alkos.cl/files/file_descargas/286_949_fibra_dietaria_de_chia.pdf)

Borneo, R., Aguirre, A. y León, A. E. (2009). *Chia (Salvia hispanica L) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations*. Recuperado el 17 de octubre de 2014, de [http://www.andjrnl.org/article/S0002-8223\(10\)00231-2/abstract](http://www.andjrnl.org/article/S0002-8223(10)00231-2/abstract)

Capitani, M. I. (2013). *Caracterización y funcionalidad de subproductos de chía (Salvia hispanica L.) aplicación en tecnología de alimentos*. Recuperado el 17 de julio de 2014, de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26984/Documento\\_completo.%20Capitani%20\(SP\).pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26984/Documento_completo.%20Capitani%20(SP).pdf?sequence=1)

Castro-González, M. (2002). *Ácidos grasos omega 3: Beneficios y Fuentes*. Recuperado el 24 de octubre de 2014, de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442002000300005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442002000300005&script=sci_arttext)

CICH. (2009). Corporación Internacional CHIA S.A. Recuperado el 04 de noviembre de 2013, de [http://www.clientes.rdesign.com.ar/cich/temp6/esp\\_home.htm](http://www.clientes.rdesign.com.ar/cich/temp6/esp_home.htm)

Di Sapio, O., Bueno, M., Bucilacchi, H. y Severin, C. (s.f.). *Chía: importante antioxidante vegetal*. Recuperado el 24 de julio de 2014, de [http://desarrollo.rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/1249/Chia\\_A\\_M24.pdf?sequence=1](http://desarrollo.rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/1249/Chia_A_M24.pdf?sequence=1)

Escudero Álvarez, E. y Gonzáles Sánchez, P. (2006). *La fibra dietética*. Recuperado el 25 de septiembre de 2014, de <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3722.pdf>

- Estudillo, A. (2007). *La cocción de los alimentos*. Recuperado el 06 de enero de 2015, <http://www.islabahia.com/artritisreumatoide/0505lacocciondelosalimentos.asp>
- FAO. (s.f). *Análisis Proximales*. Recuperado el 27 de mayo de 2014 <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab489s/ab489s03.htm>
- Fernández, M. (2010). *Semillas de chía un alimento completo*. Recuperado el 19 de noviembre de 2013, de <http://www.semillasdechia.com/propiedades.html>
- Fuentes Aguilar, G. (2012). *Propiedades funcionales de la harina de semilla de chía (Salvia hispanica L) y su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas y microscópicas en un batido cárnico*. Recuperado el 5 de junio de 2014, de <http://148.206.53.84/tesiuami/UAMI15754.pdf>
- Guiotto, E. (2014). *Aplicación de subproductos de chía (Salvia hispanica L.) y girasol (Helianthus annuus L.) en alimentos*. Recuperado el 15 de septiembre de 2014, de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34268/Documento\\_completo.pdf?sequence=3](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34268/Documento_completo.pdf?sequence=3)
- Hernández Gómez, J. A. (2008). *Caracterización morfológica, contenido de ADN nuclear y cruzamiento natural en la chía (Salvia hispanica L.)*. Recuperado el 10 de abril de 2014, de [http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/1409/Hernandez\\_Gomez\\_A\\_DC\\_Genetica\\_2008.pdf?sequence=1](http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/1409/Hernandez_Gomez_A_DC_Genetica_2008.pdf?sequence=1)
- Huamanchumo Barrera, G. (2013). *Alimentos extruidos y expandidos .Gelatina: obtención y extracción*. Recuperado el 15 de octubre de 2014, de [http://www.academia.edu/6544465/ALIMENTOS\\_EXTRU%C3%8DIDOS](http://www.academia.edu/6544465/ALIMENTOS_EXTRU%C3%8DIDOS)
- Iglesias-Puig, E. y Haros, M. (2013). *Evaluation of performance of dough and bread incorporating chia*. Recuperado el 29 de 10 de 2014, de

<http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=58a0f35c-b6ad-454a-9a79-0f59dcc0e23a%40sessionmgr198&vid=1&hid=127>

Instituto de Salud Pública de Chile. (s.f.). *Procedimiento para determinar cenizas totales*. Recuperado el 07 de mayo de 2014, de [http://www.ispch.cl/lab\\_amb/met\\_analitico/doc/ambiente%20pdf/CenizasTotales.pdf](http://www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/ambiente%20pdf/CenizasTotales.pdf)

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), (2014). NTE INEN 1375:2014. *Pastas alimenticias o fideos secos. Requisitos*: Quito-Ecuador. Recuperado el 15 de noviembre de 2014, de [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS\\_2014/ACO/17122014/nte-inen-1375-2r.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS_2014/ACO/17122014/nte-inen-1375-2r.pdf)

Instituto Nacional de Alimentos (2003). *Análisis fisicoquímico de semillas de chía*. Buenos Aires

Jaramillo Garcés, Y. (2013). *La chía (Salvia hispanica L.), una fuente de nutrientes para el desarrollo de alimentos saludables*. Recuperado el 15 de abril de 2014, de <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/handle/10567/1043>

Jiménes P, P., Masson S, L. y Quitral R, V. (2013). *Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3*. Recuperado el 12 de septiembre de 2014, de <http://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v40n2/art10.pdf>

López, E (2013). *Manejo ecológico de plagas*. Recuperado el 12 de marzo de 2014, de <http://www.paraguayorganico.org.py/wp-content/uploads/2013/07/4-MANEJO-ECOLOGICO-DE-PLAGAS-EN-CULTIVO-DE-CHIA.02.07.13.-FINAL.pdf>

Miranda, F. (2012). *Guía técnica para el manejo del cultivo de chía (Salvia hispanica) en Nicaragua*. Recuperado el 02 de mayo de 2014, de [http://cecoopsemein.com/Manual\\_de\\_produccion\\_de\\_CHIA\\_SALVIA\\_HISPANICA.pdf](http://cecoopsemein.com/Manual_de_produccion_de_CHIA_SALVIA_HISPANICA.pdf)



- Morales.A. (2005). *Frutoterapia y belleza*. (2.<sup>a</sup> ed.). España: EDAF, S.A.
- Muñoz Hernandez, L. (Ed.). (2012). *Mucilage from chia seeds (Salvia hispanica): microestructure, physico-chemical characterization and applications in food industry*. Recuperado el 25 de mayo de 2014, de <http://repositorio.uc.cl/xmlui/bitstream/handle/123456789/1889/593967.pdf?sequence=1>
- Muñoz, L. (s.f.). *Feliz por la chía*. Recuperado el 11 de octubre de 2014, de <http://www.ing.puc.cl/loreto-munoz-feliz-por-la-chia/>
- Nolasco, S. (s.f). *Desarrollos con semillas de chía para prolongar la vida de los alimentos*. Recuperado el 10 de diciembre de 2014, de [http://www.fio.unicen.edu.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=975%3Adesarrollos-con-semillas-de-chia-para-prolongar-la-vida-de-los-alimentos&catid=46&Itemid=140](http://www.fio.unicen.edu.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=975%3Adesarrollos-con-semillas-de-chia-para-prolongar-la-vida-de-los-alimentos&catid=46&Itemid=140)
- Pennacchiotti Monti, I. (1998). *Las proteínas: generalidades y su importancia en nutrición y en la industria de alimentos*. Recuperado el 18 de octubre de 2014, de [http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias\\_quimicas\\_y\\_farmaceuticas/penacchiottii01/](http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/penacchiottii01/)
- PROEQUADOR. (2013). *Ficha producto/mercado*. Recuperado el 15 de octubre de 2014, de <http://www.proecuador.gob.ec/pubs/chia-mundo/>
- PROEQUADOR. (2014). *Boletín de Análisis de Mercados Internacionales*. Recuperado el 23 de noviembre de 2014, de <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2014/04/BOLETIN-MARZO-ABRIL-2014.pdf>
- Rosamond, W. D. (2002). *Dietary fiber and prevention of cardiovascular disease*. *Journal of the American College Cardiology*, 57–59.
- Ruiz de las Heras, A. (s.f.). *Composición y tipos de barritas energéticas*. Recuperado el 15 de octubre de 2014, de

<http://www.webconsultas.com/ejercicio-y-deporte/nutricion-deportiva/composicion-y-tipos-de-barritas-energeticas-12145>

Ryding O (1992). *Pericarp structure and phylogeny within Lamiaceae subfamily Nepetoideae tribe Ocimeae*. Nordic Jour Bot, 273-298.

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), s.f., *Introducción a la industria de los aceites esenciales extraídos de las plantas medicinales y aromáticas*. Recuperado el 05 de octubre de 2014, de [http://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion\\_industria\\_aceites\\_esenciales\\_plantas\\_medicinales\\_aromaticas/#](http://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion_industria_aceites_esenciales_plantas_medicinales_aromaticas/#)

Statgraphics, (2006). *Modelos Lineales Generalizados*. Recuperado el 12 de enero de 2015, de <http://www.statgraphics.net/wpcontent/uploads/2011/12/tutoriales/Modelos%20Lineales%20Generalizados.pdf>

Taga, M.S. Miller, E.E., Pratt, D.E. (1984). *Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants*. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 928-931.

Taiwan Turnkey Project Association. (s.f.). *Planta procesadora de yogurt*. Recuperado el 17 de 10 de 2014, de <http://turnkey.taiwantrade.com.tw/showpage.asp?subid=074&fdname=FOOD+MANUFACTURING&page name=Planta+de+produccion+de+yogurt>

Tosco, G. (2004). *Chía (Salvia nativa) la mayor fuente natural de omega 3*. Recuperado el 29 de octubre de 2014, de <http://www.solaztecasda.com.ar/uploads/Los20%Beneficios20%de20%la20%chia.pdf>

United States Department of Agriculture (USDA), (2002). *Nutrient Database for Standard Reference*. Data Laboratory, Beltsville Research Center, US Department of Agriculture, Pennsylvania (USA)

Valenzuela, R., Tapia, G., Gonzales, M. y Valenzuela, A. (2011). *Ácidos grasos omega-3 (EPA y DHA) y su aplicación en diversas situaciones clínicas*. Recuperado el 28 de octubre de 2014, de [http://www.scielo.cl/.php?pid=S0717-75182011000300011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/.php?pid=S0717-75182011000300011&script=sci_arttext)

- Vázquez Ovando, A., Rosado Rubio, G., Chel Guerrero, L. y Betancur Ancona, D. (2009). *Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (Salvia hispanica L.)*. Recuperado el 16 de abril de 2014, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643808001345>
- Venereo Gutiérrez, J. R. (2002). *Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes*. Recuperado el 10 de septiembre de 2014, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-6557200200 0200009](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-6557200200 0200009)
- Villada, H., Velasco, R. y Carrera, J. (2007). *Aplicaciones de Fluidos supercríticos en la Agroindustria*. Recuperado el 10 de septiembre de 2014, de <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v18n1/art09.pdf>

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Listado de abreviaturas

$\alpha$	Alfa
AGE	Ácidos grasos esenciales
AGP	Ácidos grasos poliinsaturados
DHA	Nombre sistemático: ácido docosahexaenoico Nombre común: cervónico
DDS	Días después del sembrado
DSC	Differential Scanning Calorimetry
EEE	Error estándar estimado
EDW	Estadístico Durbin-Watson
EMA	Error medio absoluto
EPA	Nombre sistemático: ácido eicosapentaenoico Nombre común: Timnodónico
FSC	Fluido súper crítico
Kcal.	Kilocalorías
qq	Quintales
m	Metros (longitud)
Mz	Manzana (área)
N/A	No aplica
OMS	Organización Mundial de la Salud
PEBD/ LDPE	Polietileno de baja densidad/Low density polyethylene

PP	Polipropileno
RMP	Recepción de materia prima
UI	Unidad Internacional

## **Anexo 2. Glosario de términos**

**Alimentos funcionales:** Se considera a aquellos alimentos que se consumen como parte de la dieta normal y contienen componentes biológicamente activos, que ofrecen beneficios para la salud.

**Alimentos nutracéuticos:** Se denomina a cualquier sustancia que una vez ingerida produce efectos beneficiosos en la salud, incluidas la prevención y el tratamiento de enfermedades.

**Dedales de vidrio:** Instrumento de vidrio con abertura en la parte inferior, utilizado en la extracción de grasa para sujetar la muestra en el proceso de condensación con el solvente.

**DHA:** Ácido graso omega-3 de cadena larga altamente insaturado.

**Differential Scanning Calorimetry:** La Calorimetría de barrido diferencial, es una técnica que se usa para estudiar, qué pasa con los polímeros cuando estos son calentados.

**Desecador:** Recipiente de vidrio que se utiliza para mantener a muestras o alimentos libre de humedad. Contiene en el fondo un agente deshidratante y su tapa es de vidrio esmerilado que permite un cierre hermético.

**Eicosanoide:** Grupo de mensajeros celulares compuesto por EPA, que son sus componentes secuenciales.

**Enfermedad Celíaca:** Es una enfermedad del sistema inmune, que se caracteriza por el desarrollo de alergia (inflamación) intestinal frente al consumo de gluten. El gluten es una proteína presente en el trigo, avena, cebada y centeno (T.A.C.C). Los síntomas pueden ser, diarrea, dolor abdominal, irritabilidad e incluso algunas personas no presentan síntomas.

**EPA:** Ácido graso omega-3 de cadena larga altamente insaturado.

**Flavonoles:** Son pigmentos naturales que protegen al organismo de daños causados por elementos oxidantes.

**Hipercolesterolemia:** Exceso de colesterol en la sangre.

**Inherente:** Que por su naturaleza está de tal manera unido a algo, que no se puede separar de ello.

**Kéfir:** Leche fermentada artificialmente y que contiene ácido láctico, alcohol y ácido carbónico.

**Matriz alimentaria:** Son los componentes nutrientes y no nutrientes de los alimentos y sus relaciones moleculares, por ejemplo enlaces químicos, entre ellos.

**Método gravimétrico:** Método analítico cuantitativo que determina la cantidad de sustancia, midiendo el peso de la misma con una balanza analítica. Sin volatilización de la muestra. Los cálculos son realizados a base de pesos atómicos o moleculares, exactos.

**Núculas:** Fruto seco, indehiscente, con el pericarpio duro y que proviene de un ovario súpero. Como la avellana.

**Peroxidación:** Es un proceso de degradación oxidativa de los lípidos.

**Propiedades organolépticas:** Dicho de una propiedad de un cuerpo: Que se puede percibir por los sentidos. Olor, color, sabor.

**Quercetina:** Pigmento flavonoide amarillo que se encuentra en frutas y verduras, presenta elevada acción antioxidante.

**Suplemento alimenticio:** Es un mineral, vitamina o alimentos enriquecidos que se ingieren para mejorar la salud y bienestar.

**Tubos velp:** Tubos de vidrio utilizados en el proceso de extracción de proteína. Son colocados en el digestor.



### Anexo 3. Procesos de los Análisis Bromatológicos

Foto 1. Resultado humedad (T4)



Foto 2. Extracción de grasa, método Soxhlet



Foto 3. Proceso de digestión, en una sorbona (tipo de extractor de gases)



Foto 4. Proceso de destilación



Foto 5. Titulación de muestras con bureta digital



Foto 6. Cenizas en mufla



Foto 7. Resultado de muestras de ceniza (crisoles) en un desecador, para ser pesadas.



Foto 8. Tratamiento 5



Foto 9. Harina de chía



## Anexo 4. Resultados promedio de análisis bromatológico en laboratorio

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA</b> Vía Interceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/B/09-FO01</b>
		<b>Rev. 2</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Hoja 1 de 1</b>

Informe N°: IN-B-E16-153  
 Fecha emisión Informe: 17/10/2014

### DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Cinthya Silva

Dirección: Urbanización 14 de diciembre, Valle de los Chillos

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Teléfono: 0987811550

Correo Electrónico: cintym@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: 8-14-DSL-1412

N° Factura/Documento: 19387

### DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: MUESTRA TESTIGO CHÍA	Conservación de la muestra: Ambiente
Lote: VC-196	Tipo de envase: Frasco plástico
Provincia: ---	Coordenadas: X: ---
Cantón: ---	Y: ---
Parroquia: ---	Altitud: ---
Muestreado por: ---	
Fecha de muestreo: ---	Fecha de inicio de análisis: 08-10-2014
Fecha de recepción de la muestra: 07-10-2014	Fecha de finalización de análisis: 17-10-2014

### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	EXPRESIÓN	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO	FORMULACIÓN TEÓRICA
B140543	MUESTRA TESTIGO CHÍA	Humedad	Gravimétrico PEE/B/01	%	7,23	---
		Materia Seca		%	92,77	---
		Proteína (N X 6,25)	Kjeldahl PEE/B/02	%	18,84	---
		Grasa	Soxhlet PEE/B/03	%	27,00	---
		Cenizas	Gravimétrico: PEE/B/04	%	4,75	---
		Fibra	Gravimétrico PEE/B/05	%	28,00	---
		ENN*	Cálculo	%	21,41	---

ENN\* = Elementos no nitrogenados.

Analizado por:

Nuvia Pérez y Jorge Irazabal

Observaciones: Los resultados de grasa y fibra se reportan en base a materia seca.

Anexo Gráficos: NA

Anexo Documentos: NA

  
 Lic. Nuvia Pérez  
 Responsable de Laboratorio  
 Bromatología

**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA ECUATORIANA  
 DE ASESORAMIENTO  
 DE LA CALIDAD DEL AGRO  
 LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA  
 TUMBACO - ECUADOR

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRICULTO	<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/B/09-FO01</b>
		<b>Rev. 2</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Hoja 1 de 1</b>

Informe N°: IN-B-234-154  
 Fecha emisión informe: 11/10/2014

#### DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Cinthya Silva

Dirección: Urbanización 14 de diciembre, Valle de los Chillos

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Teléfono: 0987811550

Correo Electrónico: cinthya@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: B-14-OSL-1412

N° Factura/Documento: 19387

#### DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: CHÍA a 40 °C	Conservación de la muestra: Ambiente
Lote: VC-196	Tipo de envase: Frasco plástico
Provincia: ---	X: ---
Cantón: ---	Y: ---
Parroquia: ---	Altitud: ---
Muestreado por: ---	
Fecha de muestreo: ---	Fecha de inicio de análisis: 22-10-2014
Fecha de recepción de la muestra: 22-10-2014	Fecha de finalización de análisis: 31-10-2014

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	EXPRESIÓN	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO	FORMULACIÓN TEÓRICA
B140544	CHÍA a 40 °C	Humedad	Gravimétrico PEE/B/01	%	4,94	---
		Materia Seca		%	95,06	---
		Proteína (N X 6,25)	Kjeldahl PEE/B/02	%	19,33	---
		Grasa	Soxhlet PEE/B/03	%	10,71	---
		Cenizas	Gravimétrico: PEE/B/04	%	4,58	---
		Fibra	Gravimétrico PEE/B/05	%	26,40	---
		ENN*	Cálculo	%	38,98	---

ENN\* = Elementos no nitrogenados

Analizado por:

Novia Pérez y Jorge Irzabal

Observaciones: Los resultados de grasa y fibra se reportan en base a materia seca.

Anexo Gráficos: NA

Anexo Documentos: NA

  
**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA ECUATORIANA  
 DE ASESORAMIENTO  
 DE LA CALIDAD DEL AGRICULTO  
 LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA  
 TUMBACO - ECUADOR  
**Lic. Novia Pérez**  
 Responsable de Laboratorio  
 Bromatología

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.  
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRICULTO	<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	<b>PGT/8/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	
		<b>Rev. 2</b>

Informe N°: LN-B-E14-158  
 Fecha emisión Informe: 05/11/2014

**DATOS DEL CLIENTE**

Persona o Empresa solicitante: Cinthya Silva

Dirección: Urbanización 14 de diciembre. Valle de los Chillos

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Teléfono: 0987811550

Correo Electrónico: cinthym@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: B-14-DSL-1412

N° Factura/Documento: 19387

**DATOS DE LA MUESTRA:**

Tipo de muestra: CHÍA en agua caliente	Conservación de la muestra: Ambiente
Lote: YC-196	Tipo de envase: Frasco plástico
Provincia: ---	X: ---
Cantón: ---	Y: ---
Parroquia: ---	Altitud: ---
Muestreado por: ---	
Fecha de muestreo: ---	Fecha de inicio de análisis: 24-10-2014
Fecha de recepción de la muestra: 24-10-2014	Fecha de finalización de análisis: 06-11-2014

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS**

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	EXPRESIÓN	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO	FORMULACIÓN TEÓRICA
B140548	CHÍA en agua caliente	Humedad	Gravimétrico PEE/B/01	%	92,50	---
		Materia Seca		%	7,5	---
		Proteína (N X 6,25)	Kjeldahl PEE/B/02	%	19,06	---
		Grasa	Soxhlet PEE/B/03	%	10,38	---
		Cenizas	Gravimétrico: PEE/B/04	%	0,29	---
		Fibra	Gravimétrico PEE/B/05	%	26,91	---
		ENN*	Cálculo	%	43,37	---

ENN\* = Elementos no nitrogenados

Analizado por:

Nuvia Pérez y Jorge Irazabal

Observaciones: Los resultados de grasa y fibra se reportan en base a materia seca.

Anexo Gráficos: NA

Anexo Documentos: NA

  
 Lic. Nuvia Pérez

Responsable de Laboratorio  
 Bromatología

**AGROCALIDAD**

AGENCIA ECUATORIANA  
 DE ASESORAMIENTO  
 DE LA CALIDAD DEL AGRICULTO

LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA

TUMBAO - ECUADOR

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## Anexo 5. Diagrama de Flujo proceso de elaboración del yogur natural con semillas de chía y trozos de frutas

