



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

**ESTUDIO DE LOS CULTIVOS INICIADORES DURANTE EL
ALMACENAMIENTO DE UNA LECHE FERMENTADA
INCORPORANDO HARINA DE CHÍA (*Salvia hispánica L.*)**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA DE ALIMENTOS**

CARLA VANESSA CRUZ CANGUI

DIRECTOR: ING. CARLOS GONZALEZ

Quito, octubre 2017

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2017
Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	171841716-3
APELLIDO Y NOMBRES:	CRUZ CANGUI CARLA VANESSA
DIRECCIÓN:	TANICUCHI S 14-88 Y JOAQUÍN GUTIERREZ
EMAIL:	carla14vc@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	022641199
TELÉFONO MÓVIL:	0998919336
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ESTUDIO DE LOS CULTIVOS INICIADORES DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE UNA LECHE FERMENTADA INCORPORANDO HARINA DE CHÍA (<i>Salvia hispánica L.</i>)
AUTOR O AUTORES:	CRUZ CANGUI CARLA VANESSA
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	05 octubre de 2017
DIRECTORA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	ING. CARLOS GONZALEZ
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO DE ALIMENTOS
RESUMEN:	El objetivo del presente trabajo fue estudiar los cultivos iniciadores durante el almacenamiento de una leche fermentada incorporando harina de chíá (<i>Salvia hispánica L.</i>). Se elaboraron 3 formulaciones para la elaboración de la leche fermentada añadiendo 0.5, 1.5 y 2.5 % de harina de chíá con relación a la cantidad de leche, y una muestra control con 0 % de harina. Se realizó una caracterización de la materia prima: leche semidescremada y la harina de chíá. Se mezcló la leche y la harina según la formulación correspondiente y se

	<p>llevó a fermentación a una temperatura de 42 °C, durante este proceso se determinó pH y acidez. Durante los 21 días de almacenamiento se determinó el pH; porcentaje de acidez, sinéresis y microorganismos iniciadores <i>S. thermophilus</i> y <i>L. bulgaricus</i>. Se realizó el análisis sensorial mediante una escala hedónica de nueve puntos con la participación de 100 personas, en la muestra de mayor aceptación se realizó el análisis fisicoquímico y microbiológico. La incorporación de harina de chía en cada formulación provocó el aumento de la acidez y disminución del pH en el proceso de fermentación. Durante el almacenamiento el pH descendió durante los primeros 7 días, el aumento de harina no fue un factor relevante en cuanto a la determinación del pH y acidez. El porcentaje de sinéresis fue disminuyendo en el transcurso de los días de almacenamiento, la muestra control tuvo mayor porcentaje en relación a las muestra que contenían chía. Durante los días de almacenamiento se pudo observar que hubo un mayor incremento de microorganismos iniciadores en las formulaciones donde se añadió la harina de chía, lo que indica que los nutrientes que aportó la harina de chía interfirieron en el comportamiento de <i>S. thermophilus</i> y <i>L. bulgaricus</i>. El producto final cumplió con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos establecidos por las normas. Con la incorporación de harina de chía hubo un aumento en el contenido de fibra, ácidos grasos y proteína en la leche fermentada siendo la formulación con 0.5 % de harina la de mayor aceptación.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Harina de chía, leche fermentada, <i>S. thermophilus</i>, <i>L. bulgaricus</i>, análisis fisicoquímico, análisis microbiológico</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>El objetivo del presente trabajo fue estudiar los cultivos iniciadores durante el almacenamiento de una leche fermentada incorporando harina de chía (<i>Salvia hispánica L.</i>). Se elaboraron 3 formulaciones para la elaboración de la leche fermentada añadiendo 0.5, 1.5 y 2.5 % de harina de chía con relación a la cantidad de leche, y una muestra control con 0 % de harina. Se realizó una caracterización de la materia prima: leche semidescremada y la harina de chía. Se mezcló la leche y la harina según la formulación correspondiente y se llevó a fermentación a una temperatura de 42 °C, durante</p>

	<p>este proceso se determinó pH y acidez. Durante los 21 días de almacenamiento se determinó el pH; porcentaje de acidez, sinéresis y microorganismos iniciadores <i>S. thermophilus</i> y <i>L. bulgaricus</i>. Se realizó el análisis sensorial mediante una escala hedónica de nueve puntos con la participación de 100 personas, en la muestra de mayor aceptación se realizó el análisis fisicoquímico y microbiológico. La incorporación de harina de chía en cada formulación provocó el aumento de la acidez y disminución del pH en el proceso de fermentación. Durante el almacenamiento el pH descendió durante los primeros 7 días, el aumento de harina no fue un factor relevante en cuanto a la determinación del pH y acidez. El porcentaje de sinéresis fue disminuyendo en el transcurso de los días de almacenamiento, la muestra control tuvo mayor porcentaje en relación a las muestra que contenían chía. Durante los días de almacenamiento se pudo observar que hubo un mayor incremento de microorganismos iniciadores en las formulaciones donde se añadió la harina de chía, lo que indica que los nutrientes que aportó la harina de chía interfirieron en el comportamiento de <i>S. thermophilus</i> y <i>L. bulgaricus</i>. El producto final cumplió con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos establecidos por las normas. Con la incorporación de harina de chía hubo un aumento en el contenido de fibra, ácidos grasos y proteína en la leche fermentada siendo la formulación con 0.5 % de harina la de mayor aceptación.</p>
<p>KEYWORDS</p>	<p>Chia flour, fermented milk, <i>S. thermophilus</i>, <i>L. bulgaricus</i>, physicochemical analysis, microbiological analysis</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



CRUZ CANGUI CARLA VANESSA
171841716-3

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **CRUZ CANGUI CARLA VANESSA**, C.I. 1718417163 autor del proyecto titulado: **Estudio de los cultivos iniciadores durante el almacenamiento de una leche fermentada incorporando harina de chía (*Salvia hispánica L.*)** previo a la obtención del título de **Ingeniero de Alimentos** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 01 de Septiembre de 2017

CRUZ CANGUI CARLA VANESSA
171841716-3

DECLARACIÓN

Yo **CARLA VANESSA CRUZ CANGUI**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Carla Vanessa Cruz Canguí
C.I. 171841716-3

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Estudio de los cultivos iniciadores durante el almacenamiento de una leche fermentada incorporando harina de chía (*Salvia hispánica L.*)**”, que, para aspirar al título de Ingeniero de alimentos fue desarrollado por **Carla Vanessa Cruz Cangui**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



Ing. Carlos Gonzalez

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I 1716316201

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y ser el pilar fundamental de cada paso que doy.

A mis padres que son mi apoyo, mi ejemplo para seguir luchando por mis sueños y las fuerzas para no rendirme nunca. Por nunca dejarme sola y confiar en mi.

A mi hermana porque ha estado apoyándome cuando más le necesito. A Daniel por ser el motor de mi vida y en los peores momentos sacarme una sonrisa con sus locuras y detalles.

A mi mamita linda y maridito que me han educado con mucho amor y han estado ahí en cada etapa de mi vida.

A mis mami por haberme cuidado y a pesar de que he crecido siguen ahí en cada logro porque esto también es por ustedes.

A mi club de primos que han estado ahí apoyándome en cada momento de mi vida, en los momentos buenos y aún más en los malos, cada uno son una parte muy importante de mi vida.

A toda mi familia que con sus palabras de aliento me llenan de fuerzas para seguir y no rendirme.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida, por las oportunidades que me da día a día para seguir superándome.

A mis padres porque sin su apoyo incondicional no habría logrado nada, gracias por su paciencia, su constancia, sus consejos, por los sacrificios que han hecho para estar donde estoy, les amo mucho.

A mi hermana por su apoyo, por los ánimos cuando más lo necesitaba y sobre todo por haberme dado el regalo más hermoso que pude recibir. A mi Daniel gracias porque con tus detalles y tu amor sincero alegraste mi vida, gracias por ser mi inspiración.

A mi mamita linda y maridito por haberme educado y haberme llenado de tanto amor y aunque tú ahora eres mi angelito sé que desde el cielo estas feliz por mí y nunca dejaras de cuidarme como lo hiciste siempre, como lo hiciste hasta el último día y como lo haces hasta ahora.

A mis tíos, tías por sus ánimos, por su apoyo y preocupación.

A mis primos que más que primos son mis hermanos gracias por ser como son y estar conmigo siempre, gracias por sus palabras, por su compañía, sus locuras pero sobre todo gracias por existir.

A mis amigos Caro, Mauri, Chad y Ricky por estos años de amistad, por estar en las buenas y malas en esta etapa que estamos culminando y a todos esos buenos amigos que hice durante esta etapa gracias por su amistad.

A todas esas personitas que de una u otra forma fueron parte de este logro gracias de todo corazón porque el apoyo que recibí en su momento fue de gran ayuda.

A mi tutor que con su paciencia y conocimiento supo guiarme y ayudarme en la elaboración de este trabajo.

	PÁGINA
2.8 ANÁLISIS SENSORIAL	14
2.9 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LA LECHE FERMENTADA CON HARINA DE CHÍA	15
2.9.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	15
2.9.2 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	15
2.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	15
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
3.1 CARACTERIZACIÓN DE MATERIA PRIMA	16
3.1.1 LECHE SEMIDESCREMADA UHT	16
3.1.2 HARINA DE CHÍA	16
3.1.2.1 Rendimiento	17
3.1.2.2 Índice de absorción de agua e índice de solubilidad de agua	17
3.1.2.3 Granulometría	18
3.2 PROCESO DE FERMENTACIÓN	19
3.2.1 pH	19
3.2.2 ACIDEZ	20
3.3 ALMACENAMIENTO	21
3.3.1 pH	21
3.3.2 ACIDEZ	21
3.3.3 ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE SINÉRESIS	22
3.3.4 ANÁLISIS DE LOS MICROORGANISMOS INICIADORES EN LA LECHE FERMENTADA	23
3.3.4.1 <i>L. bulgaricus</i>	23
3.3.4.2 <i>S. thermophilus</i>	25
3.4 EVALUACIÓN SENCORIAL	26
3.4.1 APARIENCIA	26
3.4.2 OLOR	27
3.4.3 COLOR	27
3.4.4 CONSISTENCIA	28
3.4.5 SABOR	29
3.4.6 ACEPTABILIDAD GLOBAL	30

	PÁGINA
3.5 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA LECHE	31
3.5.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO	31
3.5.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	32
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
4.1 CONCLUSIONES	34
4.2 RECOMENDACIONES	35
5. BIBLIOGRAFÍA	36
6. ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Composición centesimal de diversos granos	4
Tabla 2. Comparación de composición química de harina de trigo y harina de chía	6
Tabla 3. Métodos de ensayo para la leche semidescremada UHT	9
Tabla 4. Métodos de ensayo de la harina de chía	10
Tabla 5. Formulaciones de la leche fermentada con harina de chía	11
Tabla 6. Métodos de ensayo de identificación microbiológica	15
Tabla 7. Métodos de ensayo de la leche fermentada	15
Tabla 8. Análisis físico-químico de la leche semidescremada UHT	16
Tabla 9. Análisis físico-químico de la harina de chía	16
Tabla 10. Análisis de rendimiento	17
Tabla 11. Resultados de ISA e IAA	18
Tabla 12. Resultado de pH durante el proceso de fermentación	19
Tabla 13. Resultado de acidez durante el proceso de fermentación	20
Tabla 14. Resultado de pH durante el almacenamiento	21
Tabla 15. Resultado de acidez durante el almacenamiento	22
Tabla 16. Resultado del porcentaje de sinéresis durante el almacenamiento	22
Tabla 17. Resultado del análisis fisicoquímico de la leche fermentada con 0.5 % de harina de chía	32
Tabla 18. Resultados del análisis microbiológico de la leche fermentada con 0,5 % de harina de chía	32

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. a.Semilla seca b.Formación de la cápsula mucilagionasa	4
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la leche fermentada con harina de chía	12
Figura 3. Análisis del crecimiento de <i>L. bulgaricus</i> durante el Almacenamiento	24
Figura 4. Análisis del crecimiento de <i>S. thermophilus</i> durante el almacenamiento	25
Figura 5. Evaluación de la apariencia	26
Figura 6. Evaluación del olor	27
Figura 7. Evaluación del color	28
Figura 8. Evaluación de la consistencia	29
Figura 9. Evaluación del sabor	30
Figura 10. Evaluación de la aceptabilidad global	31

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
Anexo 1. Observación del grano en el microscopio	41
Anexo 2. Resultado del análisis fisicoquímico de la leche semidescremada UHT	42
Anexo 3. Resultado del análisis fisicoquímico de la harina de chía	43
Anexo 4. Encuesta de aceptabilidad sensorial	44
Anexo 5. Resultado del análisis fisicoquímico de la leche fermentada con 0.5 % de harina de chía	45

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue estudiar los cultivos iniciadores durante el almacenamiento de una leche fermentada incorporando harina de chía (*Salvia hispánica L.*). Se elaboraron 3 formulaciones para la elaboración de la leche fermentada añadiendo 0.5, 1.5 y 2.5 % de harina de chía con relación a la cantidad de leche, y una muestra control con 0 % de harina. Se realizó una caracterización de la materia prima: leche semidescremada y la harina de chía. Se mezcló la leche y la harina según la formulación correspondiente y se llevó a fermentación a una temperatura de 42 °C, durante este proceso se determinó pH y acidez. Durante los 21 días de almacenamiento se determinó el pH; porcentaje de acidez, sinéresis y microorganismos iniciadores *S. thermophilus* y *L. bulgaricus*. Se realizó el análisis sensorial mediante una escala hedónica de nueve puntos con la participación de 100 personas, en la muestra de mayor aceptación se realizó el análisis fisicoquímico y microbiológico. La incorporación de harina de chía en cada formulación provocó el aumento de la acidez y disminución del pH en el proceso de fermentación. Durante el almacenamiento el pH descendió durante los primeros 7 días, el aumento de harina no fue un factor relevante en cuanto a la determinación del pH y acidez. El porcentaje de sinéresis fue disminuyendo en el transcurso de los días de almacenamiento, la muestra control tuvo mayor porcentaje en relación a las muestra que contenían chía. Durante los días de almacenamiento se pudo observar que hubo un mayor incremento de microorganismos iniciadores en las formulaciones donde se añadió la harina de chía, lo que indica que los nutrientes que aportó la harina de chía interfirieron en el comportamiento de *S. thermophilus* y *L. bulgaricus*. El producto final cumplió con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos establecidos por las normas. Con la incorporación de harina de chía hubo un aumento en el contenido de fibra, ácidos grasos y proteína en la leche fermentada siendo la formulación con 0.5 % de harina la de mayor aceptación.

PALABRAS CLAVES: Harina de chía, leche fermentada, *S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, análisis fisicoquímico, análisis microbiológico

ABSTRACT

The objective of the present work was to study the starter cultures during the storage of a fermented milk incorporating chia flour (*Salvia hispánica* L.). Three formulations were prepared for the elaboration of fermented milk by adding 0.5, 1.5 and 2.5% of chia flour in relation to the amount of milk, and a control sample with 0% flour. A characterization of the raw material: semi-skimmed milk and chia flour was carried out. The milk and flour were mixed according to the corresponding formulation and brought to fermentation at a temperature of 42 ° C, during which process pH and acidity were determined. During the 21 days of storage the pH was determined; percentage of acidity, syneresis and initiating microorganisms *S. thermophilus* and *L. bulgaricus*. Sensory analysis was performed using a hedonic scale of nine points with the participation of 100 people, in the sample of greater acceptance the physicochemical and microbiological analysis was carried out. The incorporation of chia flour in each formulation caused the increase of acidity and decrease of pH in the fermentation process. During storage the pH decreased during the first 7 days, the increase of flour was not a relevant factor in the determination of pH and acidity. The percentage of syneresis was decreasing during the days of storage, the control sample had a higher percentage in relation to the sample containing chia. During the storage days, it was observed that there was a greater increase of starter microorganisms in the formulations where chia flour was added, indicating that the nutrients provided by chia flour interfered in the behavior of *S. thermophilus* and *L. bulgaricus*. The final product complied with the physicochemical and microbiological requirements established by the standards. With the incorporation of chia flour there was an increase in the content of fiber, fatty acids and protein in the fermented milk being the formulation with 0.5% of flour the one of greater acceptance.

KEYWORDS: Chia flour, fermented milk, *S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, physicochemical analysis, microbiological analysis

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Históricamente la chía ha sido considerada un alimento básico para las civilizaciones de México siendo uno de los cuatro cultivos importantes destinados a su alimentación, junto al maíz, el poroto y el amaranto (Di Sapia, 2008). Con el paso del tiempo su consumo fue disminuyendo y a finales del siglo pasado el interés por la chía resurgió, debido al conocimiento de su composición química y nutricional (Severín, 2009).

Salvia hispánica L., nombre común chía, nativa del sur de México y el norte de Guatemala, cultivada desde regiones tropicales hasta regiones subtropicales (Ixtaina, Nolasco, & Tomás, 2008). La palabra chía viene del término nahua *chian* que significa “semilla de la que se obtiene aceite” debido a su alto contenido de aceite es también considerada una semilla oleaginosa (Sandoval & Paredes, 2012).

Debido a la importancia de su composición y el interés de las personas por comer alimentos más saludables ha motivado a que el cultivo de la chía vaya en aumento (Guiotto, 2014), ya que al ser consumida puede proporcionar beneficios para mejorar la salud de sus consumidores, el componente más importante y característico de la semilla es el Omega-3 (Zuñiga, 2014).

Salvia hispánica L., nombre común chía, es una planta anual que pertenece a la familia *Lamiaceae*; la familia *Lamiaceae* consta de 170 géneros y alrededor de 3000 especies que se encuentran en regiones tropicales y templadas (Bueno, 2010).

La planta de chía (*Salvia hispanica L.*) puede alcanzar una altura de 1 a 1.50 m, dependiendo de la fecha de la siembra; compuesta por tallos ramificados y cuadrangulares de 2 cm de diámetro, hojas simples, opuestas; tiene flores hermafroditas y semillas ovaladas (Zuñiga, 2014), las semillas son indehiscentes, monospermicos tienen una forma ovalada, las semillas según su variedad pueden ser de color blanco o negro grisáceo con manchas rojas oscuras. Su tamaño oscila entre 1 a 1.2 mm de ancho y de 2 a 2.2 mm de largo. Tiene una superficie lisa y brillante (Rovati, Escobar, & Prado, 2012). La semilla al ser remojada en agua origina un líquido gelatinoso, esto se debe a los mucílagos presentes en su superficie como se puede ver en la Figura 1.

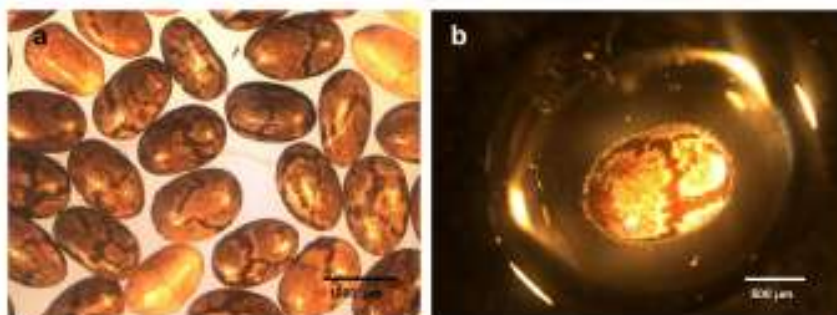


Figura 1. a.Semilla seca b.Formación de la cápsula mucilaginasas. (Guiotto, 2014)

La chía es una fuente importante de ácidos grasos Omega-3, además de otros compuestos como antioxidantes, calcio, proteína, vitaminas liposolubles, fibra dietética y minerales. La semilla de chía tiene un mayor contenido nutricional, en la Tabla 1 podemos ver una comparación con granos consumidos con mayor frecuencia.

Tabla 1. Composición centesimal de diversos granos

Grano	Energía	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Fibra	Cenizas
	Kcal/100g					
Arroz	358	6.5	0.5	79.1	2.8	0.5
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
Chía	550	19-23	30-35	9-41	18-30	4-6

(Ayerza y Coates, 2004)

La semilla de chía da origen a un aceite con un elevado contenido de ácidos grasos esenciales, los ácidos grasos esenciales ocupan los 2/3 del aceite de chía, en mayor porcentaje se encuentra el ácido α -linolénico, el omega 3 actúa en el organismo como protección para enfermedades cardiovasculares y neurológicas (Guiotto, 2014).

El contenido de fibra en la harina es del 40 %, el 5 % es fibra soluble, denominada mucílago el cual actúa como agente espesante en la industria alimentaria (Ixtaina, 2010), la fibra ayuda a la regularización del tránsito intestinal, disminución de los niveles de colesterol.

El contenido de proteína en las semillas de chía es de aproximadamente de 19-23 %, mayor al de los granos como trigo, maíz, arroz, avena y cebada (Sandoval & Paredes, 2012). El mucílago de la chía es un polisacárido que en contacto con el agua forma una cápsula mucilaginosa transparente.

Los antioxidantes son compuestos químicos capaces de retrasar el proceso oxidativo natural de la semilla, ayudando a alargar la vida útil de los productos a base de chía. La semilla de chía tiene antioxidantes no

hidrolizados e hidrolizados. Los antioxidantes no hidrolizados ayudan a evitar la peroxidación de los lípidos, mientras que los antioxidantes hidrolizados impide la oxidación de proteína y lípidos (Iglesias, 2013).

Las vitaminas de mayor importancia son la vitamina E que actúa como antioxidante natural de las grasas, vitamina A, vitamina B2, vitamina B1 y ácido fólico (Jimenez, Masson & Quitral, 2013). En los minerales más destacados en la semilla de chía se encuentran el calcio, magnesio, zinc, hierro y potasio. Las vitaminas y minerales ayudan a reducir el riesgo de la presencia de enfermedades cardiocoronarias (Fernández, 2010).

De acuerdo a Coates (2013), la semilla de chía al tener una importante composición química y nutricional se puede utilizar en la medicina o en la industria.

- **Propiedades Medicinales**

Con el conocimiento de las propiedades nutricionales y la composición química de la semilla de chía se le ha dado uso en el campo medicinal ya que posee propiedades curativas que ayudan a prevenir enfermedades y mejorar la salud (Jaramillo, 2013). La semilla de chía ayuda a reducir el colesterol en la sangre, regular el funcionamiento del aparato digestivo, mejorar el funcionamiento del aparato circulatorio y a prevenir enfermedades degenerativas (Olguin, 2016).

- **Uso en la industria de la producción animal**

La semilla de chía se la usa como alimento para la gallinas ponedoras con el fin de aumentar la calidad de los huevos y enriquecerlos con Omega-3 y reducir el colesterol en los huevos tratados (Silva, 2015).

Entre los productos que se elaboran a base de chía tenemos:

- **Aceite de chía**

Según el Código Alimentario Argentina (2009) artículo 1381, el aceite se obtiene a partir de las semillas cultivadas de forma orgánica. Deben tener un olor característico, sabor y olor suave y color amarillo claro. El aceite tiene mayor concentración de Omega-3.

La extracción de aceite se puede realizar mediante disolventes o por prensado en frío, estos métodos de extracción son parámetros importantes que hacen que la composición química varíe (Jaramillo, 2013).

- **Harina de chía**

La harina de chía es una manera adecuada de consumir la chía, ya que al ser molida permite su correcta metabolización y posee los mismos beneficios

que las semillas de chía. La harina se puede utilizar para la elaboración de pastas, productos de panificación, barras de cereales, etc. (Di Sapio, Bueno, Busilacchi, & Severin, 2008).

En relación a otras harinas como la de trigo la harina de chía tiene un mayor aporte nutricional como se puede ver en la Tabla 2, a esto se debe que en algunos productos se reemplace una parte de la harina de trigo por chía para aumentar el valor nutricional del producto, y al no contener gluten las personas celíacas pueden consumir estos productos (Di Sapio, Bueno, Busilacchi, & Severin, 2008).

Tabla 2. Comparación de composición química de harina de trigo y harina de chía

	Harina de trigo (100 gr)	Harina de chía (100 gr)
Valor energético	360 kcal	186 kcal
Carbohidratos	75.1 g	52.9 g
Fibra	2.3 g	51.8 g
Proteína	9.8 g	29.3 g
Lípidos	1.4 g	7 g
Omega-3	No contiene	4.2 g
Omega-6	No contiene	1.4 g
Magnesio	31 mg	570 mg
Calcio	18mg	890 mg
Sodio	1 mg	1.1 mg

(Mi planeta salud, 2015)

Leche fermentada es el producto lácteo obtenido por la fermentación de la leche por medio de microorganismos dando como resultado la reducción de pH con o sin coagulación (precipitación isoeléctrica). Los cultivos de microorganismos deben ser viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de vencimiento (NTE INEN 2395, 2001).

Para obtener un producto de calidad en la elaboración de leches fermentadas se debe utilizar leche que cumpla con las normas técnicas y debe manipularse cumpliendo BPM's. La leche fermentada debe presentar un aspecto homogéneo, olor y sabor tiene que ser característicos, color blanco propio de la leche o el color de la fruta o colorante natural que se añada, consistencia pastosa y una textura lisa y uniforme (NTE INEN 2395, 2001).

La composición química de la leche fermentada es similar a la leche natural en relación a los valores nutricionales, en algunos componentes puede variar debido a la fermentación que sufre la leche natural. Los componentes con diferencia importante en relación a leche natural son:

- **Vitaminas:** Al igual que la leche natural es rica en vitamina A y B9, el contenido de vitamina D y K es escasa (Sánchez, 2015).

- **Minerales:** En la leche fermentada la presencia de calcio y fósforo disminuye con relación a la leche en estado natural. Contiene potasio, sodio y magnesio (Sánchez, 2015)
- **Lactosa:** El contenido de lactosa se reduce durante la fermentación, este proceso empieza al momento que se agotan los azúcares presentes en la leche fermentada (Pérez & Sánchez, 2014).
- **Proteína:** La proteína presente en la leche fermentada tiene mayor beneficio en cuanto a la digestibilidad que la proteína de la leche sin fermentar, debido a la proteína de la leche fermentada coagula en el estómago en forma de partículas más finas que la leche sin fermentar (Pérez & Sánchez, 2014).

La fermentación láctica es un proceso celular donde la glucosa da lugar a energía y ácido láctico considerado producto de desecho. El ácido láctico es el responsable del sabor amargo, de la estabilidad y seguridad microbiológica del producto. Las bacterias más destacadas productoras de ácido láctico son *Lactobacillus* y *Streptococcus* (Carmona, García, Quiroz, & Romero, 2011), cultivos iniciadores utilizados para la elaboración de productos lácteos fermentados.

Los cultivos iniciadores son preparaciones que contienen microorganismos vivos en estado puro o mixto, los cuales son seleccionados de acuerdo a las propiedades específicas para cada alimento que se lo va a agregar para lograr una mejor calidad del producto, mejor aspecto, aroma y sabor principalmente ayudan a la producción de ácido láctico (Beldarraín, Cepero, & Bruselas, 2008).

Las bacterias ácido lácticas (BAL) son un grupo de microorganismos Gram positivos, anaerobios, son muy exigentes nutricionalmente, requieren factores especiales de crecimiento complejos en donde se incluyen azúcares, aminoácidos, vitaminas, purinas y pirimidinas (Sánchez, 2005).

Las bacterias ácido lácticas (BAL) son usadas generalmente como cultivos iniciadores en la elaboración y conservación de productos lácteos. Las BAL se clasifican según su morfología, modo de fermentación de la glucosa, crecimiento a diferentes temperaturas, tolerancia ácida y alcalina (Ramirez, García, Moreno & Rodríguez, 2009). Las bacterias de mayor importancia en la elaboración de productos lácteos son:

- ***Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus***

El *Lactobacillus bulgaricus* se presenta como un bacilo alargado, es una de las bacterias más utilizadas en la elaboración de yogur y queso. La principal función de estas bacterias es de producir ácido láctico a partir de la lactosa,

ya que esta bacteria es productora de lactasa, enzima responsable de la síntesis de lactosa (Franca, 2014).

- ***Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus***

Estas bacterias tienen forma ovoide o esférica, son homofermentativas. Al igual que el *Lactobacillus bulgaricus* producen ácido láctico, el cual ayuda a mantener la acidez adecuada en el intestino (Romero & Mestres, 2004). El *Streptococcus thermophilus* utiliza los aminoácidos que producen las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* para preservar y agregar valor nutricional a los alimentos (Nootriment, 2013).

Según Arrigoni (2014), la adición de cereales en la elaboración de leche fermentada ofrece una variedad de sabores y texturas diferentes. Además de aportar proteína al producto final (Arenas, Zapata & Gutiérrez, 2012).

El porcentaje permitido de cereales en una leche fermentada es del 30%(m/m) según la Norma INEN 2395 (2011), cantidad que no altera la composición y características propias de una leche fermentada.

Para cumplir con el propósito de este trabajo se estableció como objetivo general estudiar los cultivos iniciadores durante el almacenamiento de leche fermentada con harina de chía (*Salvia hispánica L.*). Para lo cual se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar las materias primas
- Determinar el crecimiento de cultivos iniciadores durante el almacenamiento en refrigeración de las mezclas

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

2.1 MATERIA PRIMA

En la elaboración de la leche fermentada se empleó leche semidescremada UHT marca comercial, la cual fue adquirida en el mercado local.

Se utilizaron las semillas de chía (*Salvia hispánica L.*) de la marca comercial Nature's Heart, de 250 g en envase de cartón.

2.2 ELABORACIÓN DE LA HARINA DE CHÍA

Para la realización de harina de chía se sometió las semillas a calor a una temperatura de 90 °C por 60 minutos. Una vez culminado dicho proceso se procedió a moler las semillas en un molino casero, cuidando que no se forme una pasta, para luego ser cernido.

2.3 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

2.3.1 LECHE

Para la realización de la leche fermentada con harina de chía se utilizó la leche semidescremada Nutri leche.

En la Tabla 3 se muestran los ensayos que se utilizaron para la determinación de las características fisicoquímicas.

Tabla 3. Métodos de ensayo para la leche semidescremada UHT

Análisis	Unidad	Método de ensayo
Densidad relativa a 20 °C	-	NTE INEN 11
Acidez titulable (NaOH 0.1 N). Expresado como ácido láctico	% (m/v)	NTE INEN 13
Contenido de grasa	% (m/m)	NTE INEN 12
Sólidos totales	% (m/m)	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	% (m/m)	*
Cenizas	% (m/m)	NTE INEN 14
Proteína	% (m/m)	NTE INEN 16

*Por diferencia entre sólidos totales y sólidos grasos

2.3.2 HARINA DE CHÍA

Los parámetros fisicoquímicos de la harina de chía se analizaron en el INIAP. Los métodos de ensayo efectuados se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Métodos de ensayo de la harina de chía

Parámetro	Método	Método Ref.
Humedad	MO-LSAIA-01.01	U.FLORIDA 1970
Cenizas	MO-LSAIA-01.02	U.FLORIDA 1970
Grasa	MO-LSAIA-01.03	U.FLORIDA 1970
Proteína	MO-LSAIA-01.04	U.FLORIDA 1970
Fibra	MO-LSAIA-01.05	U.FLORIDA 1970
Almidón	MO-LSAIA-01.06	U.FLORIDA 1970

2.3.2.1 Determinación del Índice de Solubilidad en Agua (ISA) e índice de absorción de agua (IAA)

Para la determinación de estos índices se aplicó el método descrito por Anderson et al. (1969). Se tomó 2.5 gramos de harina de chía en base seca y se colocó en 30 ml de agua destilada, se agitó durante 30 minutos con ayuda de buzos magnéticos y una plancha de agitación marca AM4 Multiple Heating. La suspensión se colocó en una centrifugadora marca HERMLE Labortechnik modelo Z 323 K, a 3000 rpm durante 10 minutos y a 35 °C, el sobrante se pesó y tomó 10 cc y se secó en una estufa a 105 °C durante 4 horas, se pesó los restos insolubles. Los resultados se calcularon mediante la Ecuación 1 y 2

$$ISA = \frac{Mre}{Ma(bs)} * 100 \quad [1]$$

$$IAA = \frac{Mrc}{Ma - Mre} \quad [2]$$

Donde:

ISA = índice de solubilidad en agua (%)

IAA = Índice de absorción de agua

Mre = Masa del residuo de evaporación (g)

Ma = Masa de la muestra (g), en base seca

Mrc = Peso del residuo de centrifugación (g)

2.3.2.3 Granulometría

Este análisis se realizó utilizando una hoja de papel milimetrado y con ayuda de un microscopio óptico se pudo observar el tamaño del grano de harina.

2.4 FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE LA LECHE FERMENTADA CON HARINA DE CHIA

La leche fermentada se elaboró; sin adición de harina (control) y con tres diferentes formulaciones de harina de chía (0.5, 1.5 y 2.5 %), en la Tabla 5 se indica la cantidad de materia prima que se utiliza para 1 litro de leche fermentada.

Tabla 5. Formulaciones de leche fermentada con harina de chía

Formulación M. Prima	0 %	0.5 %	1.5 %	2.5 %
Leche (g)	1000	995	985	975
Harina de chía (g)	0	5	15	25
Cultivo iniciador (g/L)	0.5	0.5	0.5	0.5

La leche semidescremada se calentó hasta alcanzar los 85 °C, luego se adicionó la harina de chía según cada formulación agitando constantemente para homogenizar la mezcla, se mantuvo en dicha temperatura por 10 min para luego enfriar mediante un choque térmico hasta llegar a los 42 °C, temperatura adecuada para añadir 0.05 g/L del cultivo iniciador YC-11 (marca Chr Hansen) que contiene *Lactobacillus delbruechii* subsp. *Bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*. Cada una de las mezclas se incubó a 42 °C hasta alcanzar un pH de 4.6.

Al alcanzar el pH esperado se realizó un batido mediante agitación manual, después las muestras se almacenaron en frascos de plásticos, los cuales fueron esterilizados con anterioridad, y se los llevó a refrigeración a 4-5 °C por 21 días, tiempo en el cual se efectuaron análisis cada 7 días. En la Figura 2 se observa el diagrama de flujo del proceso de elaboración de la leche fermentada con harina de chía.

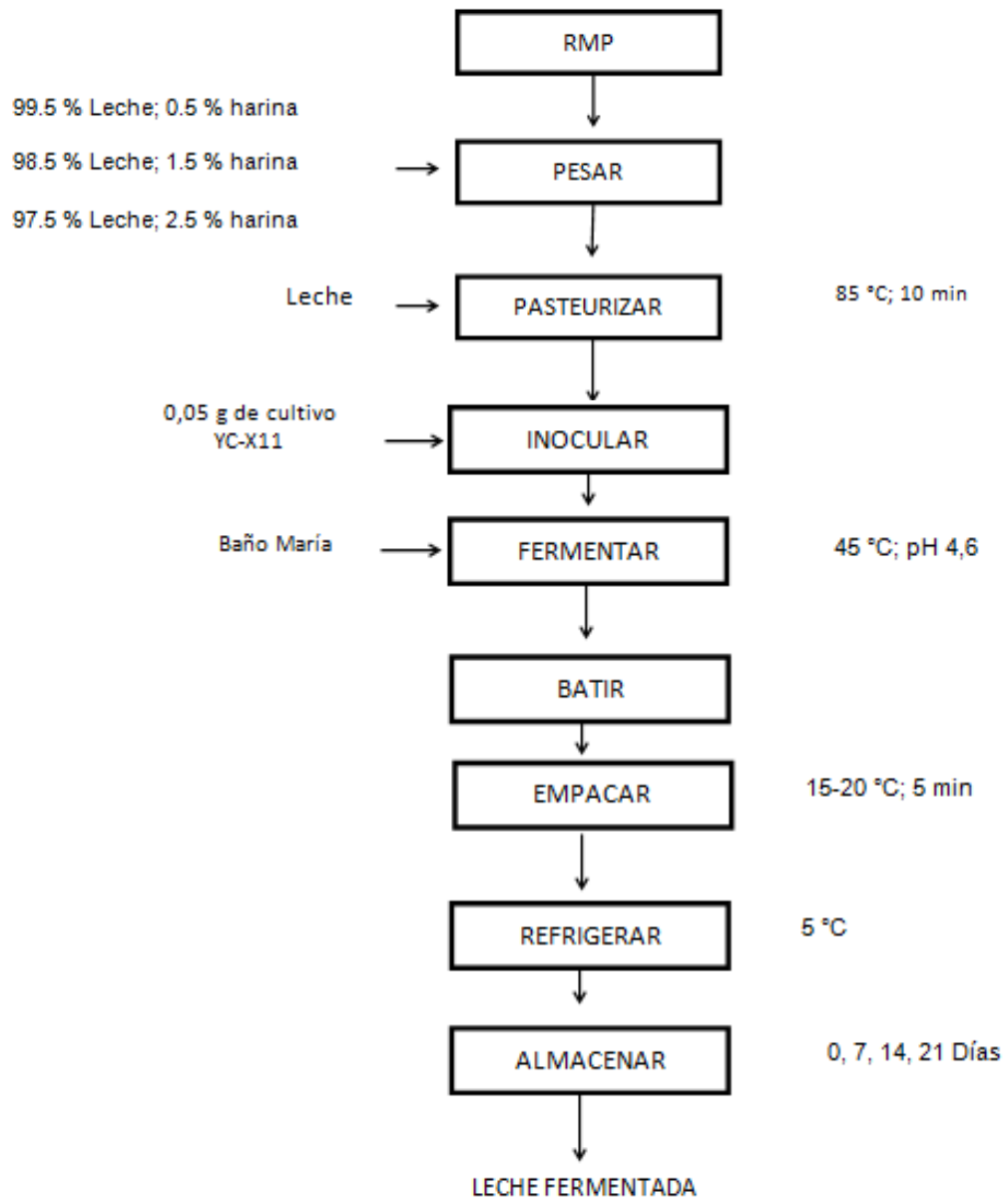


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la leche fermentada con harina de chía

2.5 PROCESO DE FERMENTACIÓN

Durante el proceso de fermentación se toma una muestra cada 45 minutos en las cuales se analiza el efecto del nivel de harina de chía en la elaboración de leche fermentada en base al pH, acidez

2.5.1 DETERMINACIÓN DE pH

La determinación del pH durante la fermentación se realizó cada 45 minutos. Se tomó 10 ml de muestra y se utilizó un potenciómetro marca MARTINI modelo Mi 151 previamente calibrado con buffers de pH 4, 7 y 10 empleando

el método 981.12 (AOAC 1990). La medición del pH se realizó durante la fermentación hasta obtener un pH de 4.6.

2.5.2 DETERMINACIÓN DE ACIDEZ

La determinación de la acidez durante la fermentación se realizó cada 45 minutos, se utilizó 10 g de muestra, se añadió 3 gotas de fenolftaleína al 1 % y se tituló con NaOH 0.1 N agitando constantemente hasta lograr una coloración rosada. La acidez se determina como el porcentaje de ácido láctico según el método 16.023 (AOAC, 1984).

La Ecuación 3 se usó para determinar el porcentaje de acidez:

$$\% \text{ Acidez} = \frac{(\text{ml NaOH}) \times (\text{N de NaOH}) \times 9}{\text{Peso de la muestra}} * 100 \quad [3]$$

Donde:

ml NaOH= volumen de hidróxido de sodio consumidos

N NaOH= normalidad de hidróxido de sodio

2.6 PROCESO DE ALMACENAMIENTO

Se tomó las muestras en el almacenamiento de los días 0, 7, 14 y 21 para el análisis de la influencia de la harina de chíá en una leche fermentada en base al pH, acidez, sinéresis y análisis microbiológico. Todos los análisis se hicieron por duplicado para cada lote.

Para la determinación de pH y acidez se realizó el mismo método que se utilizó en el proceso de fermentación.

2.6.1 DETERMINACIÓN DE LA SINÉRESIS

Se utilizó una centrífuga marca Labnet. Se colocó 10 g de muestra en tubos Eppendorf en la centrífuga a 5000 rpm durante 20 min. a 10 °C. Se pesó el volumen de suero suspendido durante el almacenamiento, dicho peso se utilizó para el cálculo del porcentaje de sinéresis mediante la Ecuación 4:

$$\% \text{ sinéresis} = \frac{\text{peso del sobrenadante}}{\text{peso de la muestra}} \times 100 \quad [4]$$

2.7 RECuento, AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS INICIADORES

2.7.1 DILUCIONES SUCESIVAS

Para la realización de dichos análisis se trabajó en condiciones estériles en una cámara de flujo laminar marca Teistar. Se realizó diluciones sucesivas, para ello se tomó 10 mL de cada formulación y luego se transfirió a un frasco de vidrio en el que contenía 90 mL de agua peptonada, esta mezcla fue la dilución 10^{-1} , a partir de esta dilución se prepararon la dilución 10^{-2} , tomando 1 mL de la dilución anterior y añadiendo en el tubo que contenía 9 mL de agua peptonada, las diluciones siguientes se preparan utilizando la misma metodología; el número de diluciones varían de acuerdo al día de almacenamiento.

2.7.2 SIEMBRA EN PLACA EN PROFUNDIDAD

Este procedimiento se lo realizó en la cámara de flujo. Se utilizó agar MRS (Man-Rogosa-Sharpe) preparado a partir de una mezcla con agua destilada, se esterilizó con la ayuda de la autoclave y después se dejó enfriar hasta 40 °C. Una vez enfriado el agar fue vertido en las cajas Petri previamente rotuladas. Se inoculó 1 mL de cada dilución, se realizó movimientos rotarios, ascendentes y descendentes hasta obtener una mezcla homogénea. Las cajas petri se dejaron a temperatura ambiente hasta lograr la solidificación del agar, una vez solidificado el agar se vertió otra capa de agar. Se llevó las cajas a incubación colocándolas de forma invertida a 30 °C por 48 h.

2.8 ANÁLISIS SENSORIAL

La aceptabilidad de las formulaciones de leche fermentada con harina de chía fue evaluada mediante una encuesta a 100 consumidores habituales, estudiantes de la Universidad Tecnológica Equinoccial, se evaluó los siguientes parámetros: apariencia, olor, color, consistencia, sabor y aceptabilidad global de las 4 formulaciones. Los parámetros se evaluaron mediante una escala de 1 al 9, donde 1 significa “Me disgusta mucho” y 9 significa “Me gusta mucho”. Se entregó las muestras codificadas y en distinto orden, utilizando agua para neutralizar la evaluación entre cada muestra. Después de identificar la muestra con mayor aceptación se continuó con el análisis microbiológico de dicha muestra.

2.9 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LA LECHE FERMENTADA CON HARINA DE CHÍA

Para la realización de los análisis microbiológicos y fisicoquímicos se utilizó la muestra que tuvo mayor aceptabilidad.

2.9.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

La Tabla 6 muestra los métodos de ensayo que se utilizaron para el recuento microbiológico

Tabla 6. Métodos de ensayo de identificación microbiológica

Parámetro	Método de ensayo
Coliformes totales, (UFC/g).	NTE INEN 1529-7
Recuento de E. coli, (UFC/g).	NTE INEN 1529-8
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	NTE INEN 1529-10

2.9.2 ANÁLISIS FISIOQUÍMICO

El análisis proximal de la leche fermentada con harina de chía se realizó en un laboratorio certificado con los métodos descritos en la Tabla 7.

Tabla 7. Métodos de ensayo de la leche fermentada

Parámetro	Método	Método referencial
Humedad	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970
Grasa	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970
Proteína	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970

2.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño unifactorial con una análisis de varianza (ANOVA) aplicando la prueba de Tukey para determinar diferencias significativas, donde el factor de estudio fue el nivel de harina de chía (0 %, 0.5 %, 1.5 % y 2.5 %) respecto a la cantidad de leche. Las variables de respuesta fueron el pH, la acidez titulable, el recuento microbiológico y la sinéresis. Cada tratamiento se realizó por duplicado. El análisis estadístico se realizó en el programa Infostat, versión estudiantil.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CARACTERIZACIÓN DE MATERIA PRIMA

3.1.1 LECHE SEMIDESCREMADA UHT

Los resultados del análisis fisicoquímico de la leche semidescremada UHT se pueden apreciar en la Tabla 8.

Tabla 8. Análisis físico-químico de leche semidescremada UHT

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
Sólidos	%	10.39 ± 0.01
Ceniza	%	0.79 ± 0.02
Grasa	%	2.18 ± 0.01
Proteína	%	2.85 ± 0.01
Acidez	% (ácido láctico)	0.14 ± 0.01
Sólidos lácteos no grasos	%	8.21 ± 0.03
Densidad de lácteos	g/mL	1.029 ± 0.01

La leche fermentada que se utilizó presentó 2.18 % de grasa, el valor de sólidos fue de 10.39 %, la cantidad de cenizas fue de 0.79 % y el valor de la proteína fue de 2.85 %. De acuerdo a los datos obtenidos se pudo comprobar que los porcentajes de los parámetros analizados cumplieron con las especificaciones de la norma INEN 10 (2012).

Estos datos son similares a los obtenidos en el estudio realizado por Yunga (2015), donde la leche cumple con los parámetros de referencia para la elaboración de leche fermentada.

3.1.2 HARINA DE CHÍA

El análisis fisicoquímico de la harina de chía se realizó en el laboratorio del INIAP, los resultados se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Análisis físico-químico de la harina de chía

ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO
HUMEDAD	(%)	4.40
CENIZAS ^Ω	(%)	6.43
GRASA ^Ω	(%)	28.36
PROTEÍNA ^Ω	(%)	17.54
FIBRA ^Ω	(%)	36.07
MATERIA SECA	(%)	11.60

Los ensayos marcados con ^Ω se reportan en base seca

Los valores obtenidos en el análisis fueron el 36.07 % de fibra, 28.36 % de grasa y de proteína el 17.54 %, estos valores son altos en relación a otros cereales como el maíz, frejol y amaranto, y en cuanto a la humedad se obtuvo el 4.40 % y cenizas 6.43 %. De acuerdo al Código Alimentario Argentino (2009) la semilla utilizada cumple con el rango de humedad y en cuanto al contenido de grasa posee un porcentaje menor a lo requerido según dicha norma.

De acuerdo a Di Sapia, 2008 la semilla estudiada se la puede considerar apta para la elaboración de subproductos por su alto contenido de lípidos, además de proteínas y fibra.

Los resultados obtenidos en el presente estudio fueron diferentes a los resultados del estudio realizado por Guiotto (2014). Esto puede deberse a que la elaboración de la leche fermentada se realizó con semillas de marca comercial que pudo ser procesada previamente (Zaldumbide, 2014).

3.1.2.1 Rendimiento

En la Tabla 10 se presentan los valores obtenidos de rendimiento durante la elaboración de la harina de chía

Tabla 10. Análisis de rendimiento

PROCESO	UNIDAD	RESULTADO
Someter a calor la semilla	%	98
Moler	%	95
Cernir	%	87

Al someter la semilla de chía a una estufa el rendimiento del grano es de 98 %, debido a la pérdida de humedad que contiene la semilla; después de moler las semillas se obtuvo un rendimiento del 87 % ya que al momento de la molienda y en el proceso de cernido se dejó parte del grano, la cáscara, componente que se encuentra en mayor cantidad. Según Capitani (2013) el rendimiento se ve afectado por la acidez, la temperatura y la condición de la semilla, resultados similares se obtuvieron en el presente estudio, esto puede deberse a que antes de realizar el proceso de molienda la semilla fue sometida al calor disminuyendo así el porcentaje de rendimiento debido a la pérdida de humedad (Reyes, Tecante & Valdivia, 2008).

3.1.2.2 Índice de absorción de agua e índice de solubilidad de agua

En la Tabla 11 se presentan los resultados de ISA e IAA obtenidos en el análisis de la harina de chía.

Tabla 11. Resultados de ISA e IAA

MATERIA PRIMA	ISA (%)	IAA (g de gel/g muestra)
Semilla de chía	0.0 ± 0.1	11.6 ± 0.2

media ± desviación estándar (n=3)

El índice de absorción de agua para la harina de chía fue de 11.6 ± 0.2 g de gel/g de muestra debido a que la fibra soluble en presencia de agua se hincha ya que absorbe el agua que se encuentra en contacto con la chía y forma un gel denominada mucílago. El valor del índice de solubilidad de agua para la harina de chía es de 0.0 ± 0.1 , ya que la parte insoluble de la chía no se disuelve en agua ni forma gel, según Vázquez, Rosado & Chel (2009) la chía tiene un porcentaje de fibra alrededor del 40 % de los cuales el 5 % es fibra soluble y el resto es fibra insoluble.

Los resultados obtenidos se asemejan a los resultados obtenidos en el estudio realizado por Zaldumbide (2014) donde el porcentaje de solubilidad es 0 ± 0 y la absorción de agua fue de 12.8 ± 0.2 g de gel/g.

3.1.2.3 Granulometría

Después de cernir la chía molida en un colador casero se obtuvo una harina uniforme, al observar en un microscopio óptico se pudo calcular que el grano de harina tiene un promedio de $0.33 \text{ mm} - 300 \text{ }\mu\text{m}$ (Anexo 1), el grano de harina tuvo un mayor tamaño ya que la semilla se molió con mucho cuidado debido a la probabilidad de que forme una pasta por la presencia de una alta cantidad de ácidos grasos, por ello no se pudo obtener un grano más pequeño, caso contrario sucedió en el estudio realizado por Sandoval & Paredes (2012) que utilizó una malla de 0.5 mm para la obtención de un tamaño de partícula uniforme.

3.2 PROCESO DE FERMENTACIÓN

3.2.1 pH

En la Tabla 12 se presenta los valores promedio de pH, obtenidos durante la fermentación para cada formulación, en intervalos de 45 minutos.

Tabla 12. Resultado de pH durante el proceso de fermentación

Tiempo (min)	pH			
	Control	0.50 %	1.50 %	2.50 %
0	6.49±0.04 ^a	6.52±0.02 ^a	6.48±0.02 ^a	6.38±0.01 ^b
45	6.27±0.02 ^c	6.25±0.03 ^c	6.3±0.01 ^c	6.28±0.01 ^c
90	5.91±0.02 ^d	5.4±0.01 ^f	5.43±0.02 ^f	5.49±0.01 ^e
135	5.08±0.03 ^g	4.87±0.02 ⁱ	4.9±0.01 ⁱ	5.03±0.02 ^h
180	4.69±0.01 ^k	4.61±0.01 ^l	4.71±0.01 ^{jk}	4.74±0.02 ^j
225	4.61±0.00 ^l		4.61±0.01 ^l	4.61±0.01 ^l

Media ± desviación estándar (n=4)

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas entre sí

En la Tabla 12 podemos observar que el pH no presentó un cambio significativo en los primeros minutos del proceso de fermentación, sin embargo el pH tuvo una mayor reducción a partir de los 90 minutos. En el minuto 90 las muestras que contienen harina de chía tuvieron una diferencia significativa en relación a la muestra control.

La muestra que contiene 0.5 % de harina de chía alcanzó un pH 4.61 ± 0.01 a los 180 minutos, las muestras que contienen 1.5 y 2.5 % de harina de chía llegaron al pH 4.61 ± 0.01 a los 225 minutos, lo que nos indica que la adición moderada de harina de chía aumenta la capacidad de los cultivos iniciadores para acidificar la leche, y el aumento excesivo de harina disminuye la capacidad de acidificación, esto se debe a que el rango de pH de la semilla de chía oscila entre 6.5 – 9 siendo una semilla alcalina, por ello las muestras que tienen mayor cantidad de chía tardan en llegar a un pH de 4.6 (Muñoz, 2012).

En el estudio realizado por Cevallos (2015) los tratamientos que tuvieron menor cantidad de semillas de chía obtuvieron un pH menor en la elaboración del yogur. Resultados similares se obtuvieron en la presente investigación donde la muestra con menor cantidad de harina de chía (0.5 %) llegó a un pH de 4,61 en menor tiempo, esto puede deberse a que la semilla de chía es alcalina y esto reduce la capacidad de acidificación de la leche.

3.2.2 ACIDEZ

En la Tabla 13 se muestra los valores promedio de acidez, expresada en % de ácido láctico para cada formulación durante el proceso de fermentación. Los valores fueron medidos cada 45 minutos.

Tabla 13. Resultado de acidez durante el proceso de fermentación

Tiempo (min)	Acidez			
	Control	0.50 %	1.50 %	2.50 %
0	0.18±0.02 ^l	0.21±0.01 ^{kl}	0.24±0.01 ^k	0.24±0.00 ^k
45	0.24±0.01 ^k	0.22±0.00 ^k	0.32±0.01 ^{ij}	0.31±0.00 ⁱ
90	0.36±0.02 ⁱ	0.5±0.00 ^g	0.42±0.01 ^h	0.51±0.02 ^g
135	0.58±0.02 ^f	0.77±0.01 ^c	0.76±0.01 ^c	0.63±0.02 ^f
180	0.70±0.01 ^d	0.89±0.01 ^a	0.76±0.01 ^c	0.74±0.01 ^c
225	0.74±0.02 ^c		0.82±0.01 ^b	0.77±0.01 ^c

Media ± desviación estándar (n=4)

Letras diferentes indican diferencias significativas entre sí (p<0.05)

En la Tabla 13 se puede apreciar que en los primeros 45 minutos hubo una pequeña variación de la acidez, a partir de los 90 minutos se puede ver una variación significativa entre las muestras que contienen harina de chía con la muestra control, la muestra que contiene 0.5 % de harina de chía tuvo un aumento mayor que las demás muestras. Se observa que mientras menor es la concentración de harina de chía el tiempo de fermentación es menor, las muestras con mayor concentración de harina de chía necesitaron mayor tiempo durante el proceso de fermentación esto puede deberse a que la chía en concentraciones altas disminuye la capacidad de acidificación de los cultivos iniciadores, debido a la alcalinidad de la semilla (Reyes & Rodríguez, 2015)

En los estudios realizados por Cevallos (2015) los 2 tratamientos que se analizaron, muestra control y muestra óptima, se obtuvo que los niveles más altos de acidez fueron del tratamiento control. La chía en bajas concentraciones aumenta la capacidad de acidificación de la leche, y en concentraciones altas disminuyen dicha capacidad. Sin embargo, en relación a la muestra control las muestras con harina de chía tienen mayor capacidad de acidificación.

3.3 ALMACENAMIENTO

3.3.1 pH

La Tabla 14 muestra los valores de pH obtenidos durante el almacenamiento para cada formulación.

Tabla 14. Resultado de pH durante el almacenamiento

DÍAS	pH			
	Control	0.5 %	1.5 %	2.5 %
0	4.46 ± 0.02 ^b	4.48 ± 0.04 ^b	4.49 ± 0.01 ^b	4.58 ± 0.03 ^a
7	4.25 ± 0.02 ^f	4.35 ± 0.03 ^{cd}	4.30 ± 0.01 ^{ef}	4.39 ± 0.01 ^c
14	4.25 ± 0.01 ^f	4.33 ± 0.01 ^{de}	4.28 ± 0.01 ^f	4.38 ± 0.01 ^{cd}
21	4.28 ± 0.01 ^f	4.36 ± 0.02 ^{cd}	4.30 ± 0.02 ^{ef}	4.37 ± 0.01 ^{cd}

Media ± desviación estándar (n=4)

Letras diferentes indican diferencias significativas entre sí (p<0.05)

En la Tabla 14 se puede apreciar el comportamiento del pH durante el almacenamiento (21 días), el cual presentó un descenso en todos los tratamientos. A partir del día 7 de almacenamiento no presentó un cambio significativo, hubo una estabilización de pH, esto puede deberse a la inhibición de la actividad enzimática de los cultivos debido a la disminución de temperatura que existe en refrigeración, lo que indica que durante el tiempo de almacenamiento sigue produciendo una ligera acidificación, ya que la actividad enzimática no se puede detener de forma completa incluso a temperaturas entre 0 y 5 °C (Rasic & Kurmann, 1978).

Los valores obtenidos en el presente estudio tienen una tendencia similar a la investigación de Gilliland (2002) en el que analiza un yogur fermentado, utilizando *S. thermophilus*, *L. acidophilus*, *L. casei* y Bifidobacterias; durante el tiempo de almacenamiento el pH disminuyó dando valores entre 4.10 y 4.20 al cabo de los 35 días, lo que indica que la acidificación se presenta durante el almacenamiento sin importar los cultivos utilizados o el producto a elaborar (Gómez & Nader, 2012).

3.3.2 ACIDEZ

La Tabla 15 presenta los valores promedio de acidez para las diferentes formulaciones expresada en porcentaje de ácido láctico.

Tabla 15. Resultados del porcentaje de acidez durante el almacenamiento

DIAS	% acidez			
	control	0.5 %	1.5 %	2.5 %
0	0.83±0.01 ^c	0.82±0.02 ^c	0.75±0.00 ^b	0.67±0.02 ^a
7	0.90±0.01 ^d	0.90±0.01 ^d	0.94±0.01 ^e	0.93±0.01 ^{de}
14	0.99±0.01 ^{fg}	1.03±0.01 ^h	0.95±0.02 ^e	0.94±0.02 ^e
21	1.05±0.01 ^h	1.04±0.01 ^h	0.96±0.02 ^{ef}	1.01±0.02 ^{gh}

Media ± desviación estándar (n=4)

Letras diferentes indican diferencias significativas entre sí (p<0.05)

La Tabla 15 muestra las variaciones del porcentaje de acidez, en los primeros 7 días de almacenamiento hubo un incremento mayor del porcentaje de acidez y en los días restantes hubo una estabilización de acidez. Se observa que en el día 21 de almacenamiento las muestras con 0.5 y 2.5 % de harina de chía tuvieron un comportamiento similar a la muestra control y la formulación con 1.5 % de harina tuvo una diferencia mínima entre las demás muestras. Esto sugiere que el incremento de acidez puede deberse a la acción que ejercen los microorganismos iniciadores sobre la lactosa, ya que los microorganismos presentan una actividad metabólica alta (Chila, Ancco & Choquehuanca, 2014).

En el presente trabajo la variación de pH es mayor en relación al porcentaje de ácido láctico que se presenta en las muestras, dicha diferencia puede considerarse como no significativa, estos resultados son similares a los presentados realizados por Vázquez (2008) que analiza una leche fermentada probiótica, donde el porcentaje de acidez no presenta una diferencia significativa entre las muestras.

3.3.3 ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE SINÉRESIS

En la Tabla 16 se muestra los valores promedio del porcentaje de sinéresis de las tres formulaciones y la muestra control después de los días 0, 7, 14 y 21 de almacenamiento.

Tabla 16. Resultado del % de sinéresis durante el almacenamiento

Tiempo (días)	Sinéresis (%)			
	Control	0.5 %	1.5 %	2.5 %
0	58.05±1.15 ^{cd}	57.60±1.36 ^c	49.42±0.75 ^a	49.96±1.11 ^a
7	66.54±0.90 ^{gh}	63.85±0.56 ^f	56.23±1.76 ^c	53.25±0.80 ^b
14	67.72±0.74 ^h	64.75±0.59 ^{fg}	59.75±0.57 ^{de}	57.77±0.55 ^{cd}
21	63.56±0.76 ^f	60.31±0.64 ^e	57.11±0.41 ^c	52.75±0.48 ^b

Media ± desviación estándar (n=4)

Letras diferentes indican diferencias significativas entre sí (p<0.05)

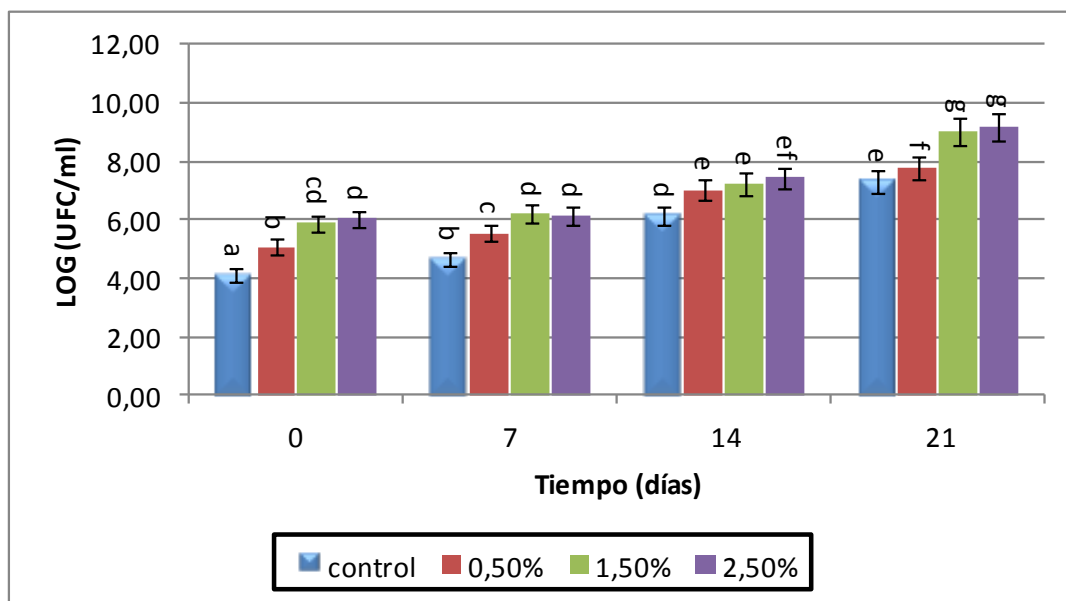
En el día 0 el porcentaje de sinéresis obtenido oscila entre 49.42 a 58.05 entre las formulaciones, y aumentó a partir del día 7 de almacenamiento, el aumento se pudo dar debido a la refrigeración a la que las muestras fueron sometidas; la muestra control tuvo un mayor aumento de sinéresis en relación a las muestras que contenían harina de chía, a medida que aumenta la cantidad de harina de chía disminuye la sinéresis. El porcentaje de sinéresis durante los demás días de almacenamiento se mantuvo constante, no hubo un aumento significativo, por el contrario, en el día 21 hubo una pequeña disminución en relación al día 14 dando como resultado valores que van entre 52.75 y 63.56. La capacidad de absorción y retención de agua de la semilla de chía influye en la sinéresis, por ello se pudo ver que las muestras con harina de chía presentaron menor porcentaje de sinéresis en relación a la muestra control como se pudo ver en la Tabla 16. El aumento de la sinéresis conforme aumenta el tiempo puede ser consecuencia de la producción de ácido láctico, que sigue existiendo durante el almacenamiento (Zambrano, 2008).

Los resultados obtenidos en la presente investigación son similares a los obtenidos por Cevallos (2015) ya que la muestra con adición de semillas de chía tiene un porcentaje de sinéresis menor a la muestra control, esto puede deberse a que la capacidad de absorción de agua de la semilla reduciría el porcentaje de sinéresis y a la vez la presencia de fibra se encargaría de la absorción de agua (Ulloa, 2015).

3.3.4 ANÁLISIS DE LOS MICROORGANISMOS INICIADORES EN LA LECHE FERMENTADA

3.3.4.1 *L. bulgaricus*

En la Figura 3 se muestra los cambios en el recuento de *L. bulgaricus* durante el tiempo de almacenamiento de las formulaciones con harina de chía y de la muestra control, en donde podemos ver que hubo un crecimiento de los microorganismos en el transcurso de los días.



Letras diferentes indican diferencias significativas entre sí ($p < 0.05$)

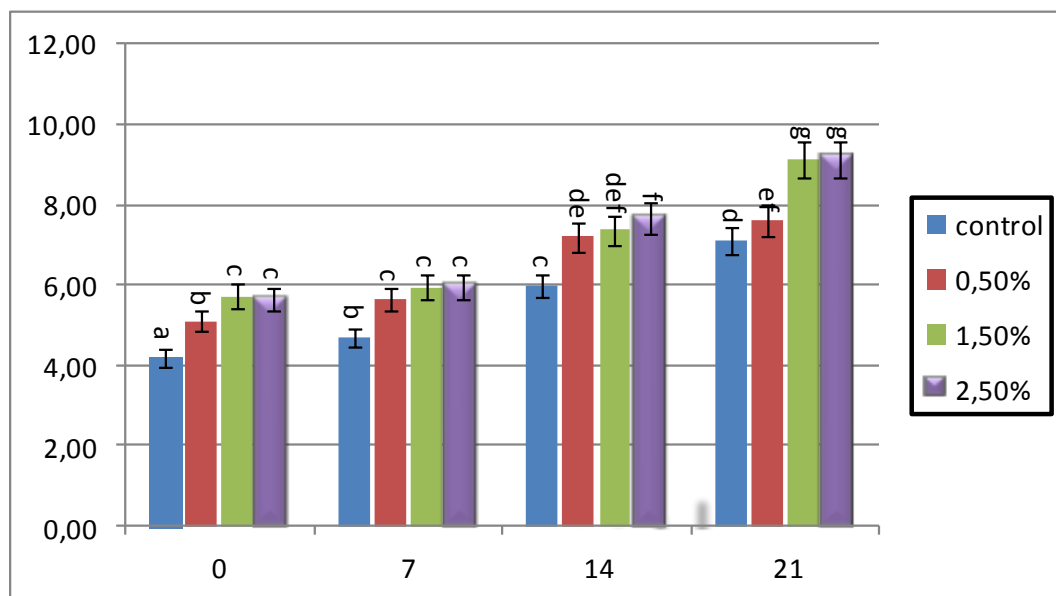
Figura 3. Análisis del crecimiento de *L. bulgaricus* durante el almacenamiento

En la Figura 3 se puede observar que existió una diferencia significativa en el crecimiento de la población de *L. bulgaricus* entre la muestra control y las muestras con adición de harina de chía a partir del día 14 de almacenamiento. Entre días 0 y 7 no existe una diferencia significativa ya que el crecimiento de la población de *L. bulgaricus* se mantuvo constante, el aumento de la población se evidenció a partir del día 14, los resultados obtenidos durante el tiempo de almacenamiento variaron de 4.12 a 7.32 log UFC/ml en la muestra control y de 5.07 a 7.75; 5.88 a 9.01; 6.03 a 9.16 log UFC/ml en las muestras con 0.5 %, 1.5 % y 2.5 % de harina de chía, estos resultados pueden deberse a que la semilla de chía contiene nutrientes favorables para el crecimiento de *L. bulgaricus*, es por ello que se evidencia que el crecimiento de microorganismos es proporcional a la cantidad de chía presente en la leche fermentada siendo la formulación con 2.5 % de harina de chía la que tiene mayor crecimiento de microorganismos (Béal, Spinnler & Corrieu, 1993).

Los resultados obtenidos en el crecimiento de *L. bulgaricus* varía entre 7 a 9 UFC/ml lo cual se consideran valores aceptables según la Norma INEN 2395 (2011), ya que señala que la leche fermentada debe cumplir con el contenido mínimo de microorganismos específicos que es de 7 log UFC/ml hasta la fecha de expiración.

3.3.4.2 *S. thermophilus*

En la Figura 4 se muestra el recuento de *S. thermophilus* durante el tiempo de almacenamiento, en donde podemos ver que hubo un crecimiento de *S. thermophilus* en el transcurso de los días.



Letras diferentes indican diferencias significativas entre sí ($p < 0.05$)

Figura 4. Análisis del crecimiento de *S. thermophilus* durante el almacenamiento

En los días 0 y 7 no hubo una diferencia significativa en el crecimiento de microorganismos, a partir del día 14 hubo un crecimiento mayor. Las muestras con adición de harina de chía tuvieron un mayor crecimiento de microorganismos en relación a la muestra control, la población de *S. thermophilus* varió de 4.18 a 7.11 log UFC/ml en la muestra control y 5.09 a 7.62; 5.73 a 9.14; 5.65 a 9.14 log UFC/ml en las muestras con 0.5 %, 1.5 % y 2.5 % de harina de chía respectivamente, evidenciando que la harina de chía ayuda al crecimiento de la población de *S. thermophilus*.

El crecimiento de *S. thermophilus* tuvo mayor incremento con la presencia de la harina de chía debido a los nutrientes que esta semilla presenta, mientras mayor es el porcentaje de harina de chía mayor es el crecimiento de microorganismos, por ello el tratamiento que presenta mayor población de microorganismos fue la muestra con 2.5 % de harina de chía (Loop, 2015).

3.4 EVALUACIÓN SENSORIAL

En las siguientes figuras se muestra el promedio de la evaluación sensorial para las diferentes formulaciones y su análisis estadístico.

3.4.1 APARIENCIA

En la Figura 5 se observa que existe una diferencia significativa en la apariencia entre las muestras.

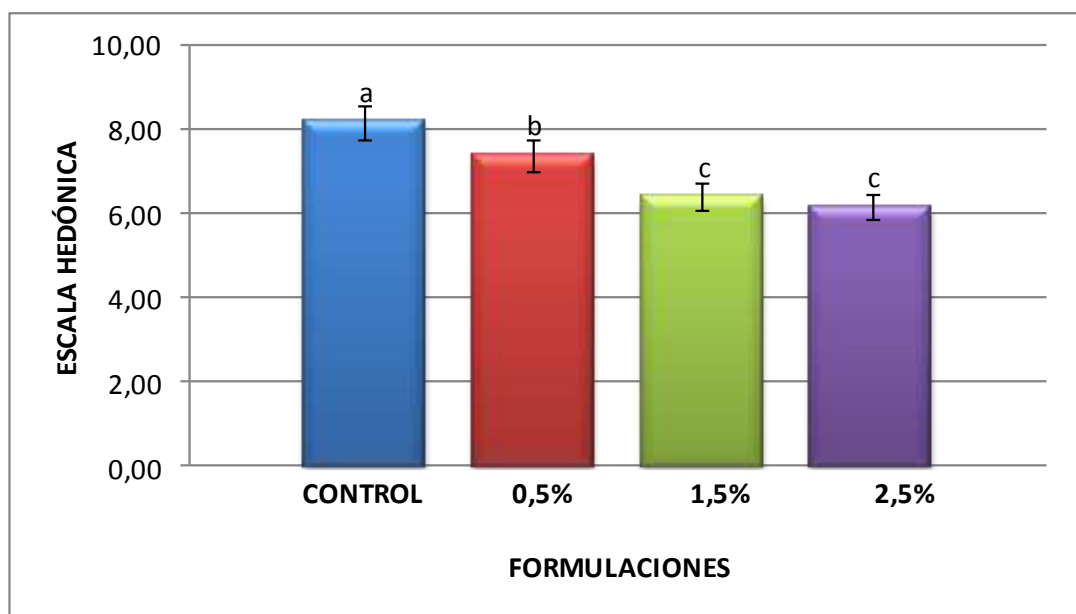


Figura 5. Evaluación de la apariencia

La muestra con mayor puntuación es la muestra control seguida de la muestra con 0.5 % de harina de chía, las muestras con mayor cantidad de harina (formulaciones con 1.5 % y 2.5 % de harina) no tuvieron una aceptación favorable, esto pudo deberse a que la harina no se disolvió completamente en la leche debido al alto contenido de ácidos grasos presentes en la semilla y se podían visualizar partículas de harina no muy agradables a la percepción del consumidor (Cevallos, 2015).

En el estudio realizado por Reyes & Rodríguez (2015) el yogur que tuvo mayor aceptabilidad fue el que contenía 0.5 % de chía y 15 % de pasas, en este producto favorece la presencia de pasas, ingrediente que favorece en la apariencia del yogur.

3.4.2 OLOR

En la Figura 6 se observan diferencias significativas entre las muestras, la muestra con mayor puntuación es la muestra control seguida de la muestra con 0.5 % de harina de chía, sin embargo no existe diferencia significativa entre las formulaciones con 1.5 % y 2.5 % de harina de chía, esto puede deberse a que los aceites presentes en las semillas le dieron un olor característico al producto.

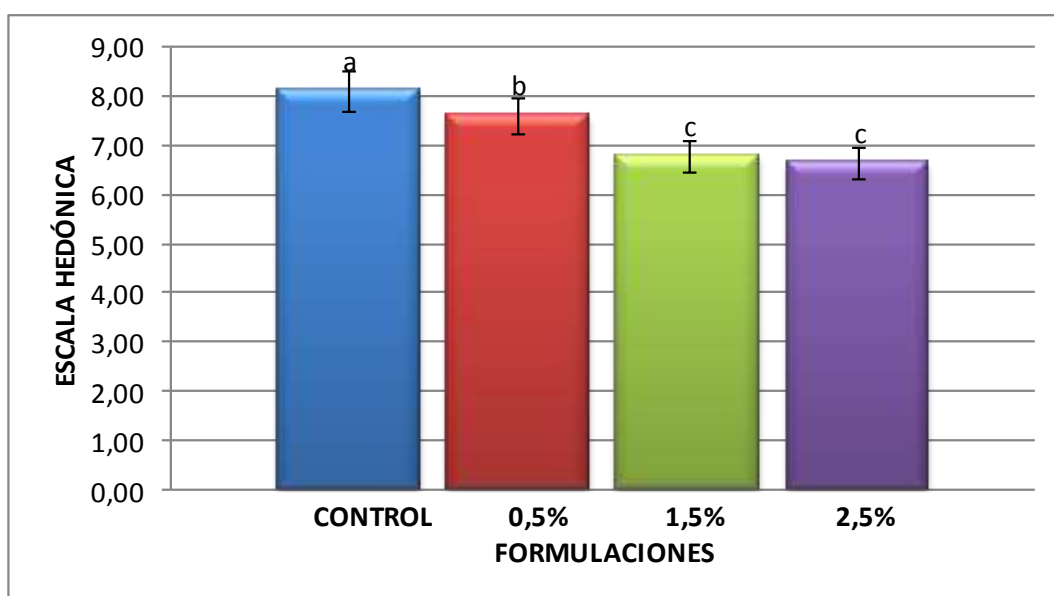


Figura 6. Evaluación del olor

La cantidad de harina de chía no es un factor importante en la evaluación del olor a pesar de la presencia de aceites como el linoleico y el linolénico, sin embargo en el producto predomina el olor propio de la leche fermentada, resultados similares obtuvo Cevallos (2015) donde las muestras no presentaron diferencias significativas, esto se debe a que la composición de la semilla de chía no tuvo efecto en la evaluación sensorial del atributo olor.

3.4.3 COLOR

En la Figura 7 se observa que existe diferencia significativa entre las muestras, la formulación con mayor puntuación es la muestra control seguida de la muestra con 0.5 % de harina de chía. Las formulaciones con el 1.5 % y 2.5 % de harina de chía no tuvieron una diferencia significativa pronunciada entre sí, ya que el color de la semilla no tuvo mayor efecto en el color del producto final.

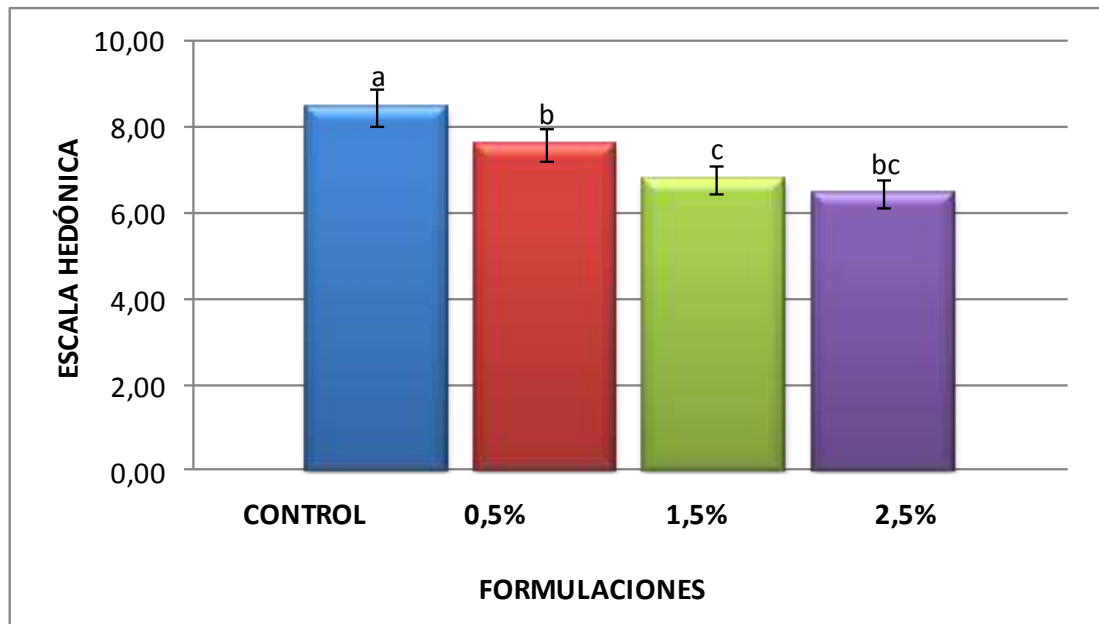


Figura 7. Evaluación del color

La semilla de chía que se utilizó en la elaboración de la leche fermentada fue de color café el cual le dió una tonalidad característica al producto. La cantidad de harina de chía presente en las formulaciones no fue un factor relevante en la evaluación del color ya que no presenta diferencia significativa en relación a la muestra control, esto puede deberse a que la harina no se disolvió completamente en la leche por la presencia de partículas de mayor tamaño que pasaron en el proceso de cernido y debido a que el tratamiento al que fue sometido el producto no consistió de temperaturas muy elevadas (Arias & Delgado, 2016).

En los estudios realizados por Zaldumbide (2014) el color depende de la cantidad de harina de chía utilizada, provocando un oscurecimiento del producto, esto puede deberse a que fue sometido a temperaturas elevadas de horneado.

3.4.4 CONSISTENCIA

En la Figura 8 se observa que existe una diferencia significativa entre la formulación 0.5 %, 1.5 % y 2.5 % siendo la de mayor puntuación la formulación 0.5 % debido a que la consistencia se asemeja a la de un yogur.

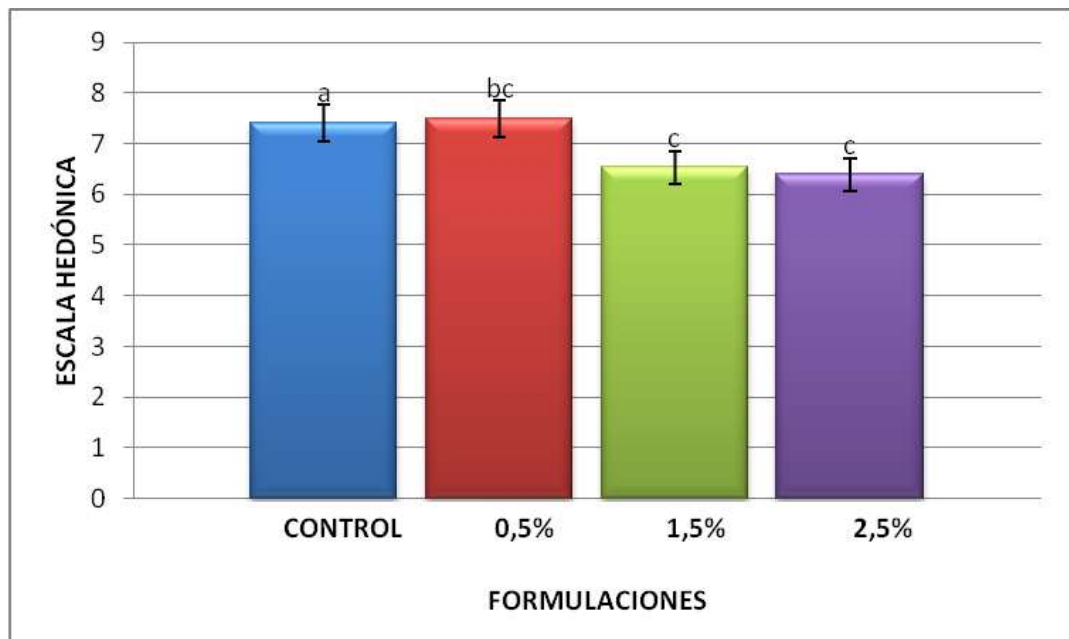


Figura 8. Evaluación de la consistencia

Las formulaciones con mayor cantidad de chía no tuvieron una aceptación favorable, esto puede deberse a la consistencia espesa que le brindó la harina de chía por la presencia del mucílago, según Arias & Delgado (2016) el mucílago le brinda una propiedad estabilizante, factor importante para conseguir una consistencia agradable para el consumidor, al igual que la cantidad de harina de chía que se utilizó, mientras más cantidad de harina de chía la consistencia resultaba más espesa, estos resultados se asemejan a los reportados por Reyes & Rodríguez (2015) que concluye que a medida que aumentaba los porcentajes de chía y pasas aumentaba la consistencia.

3.4.5 SABOR

En la Figura 9 se observa que no existe una diferencia significativa entre la muestra control y la formulación 0.5 %, formulaciones que tuvieron mayor aceptación, debido a que el sabor se asemeja al de un yogur natural.

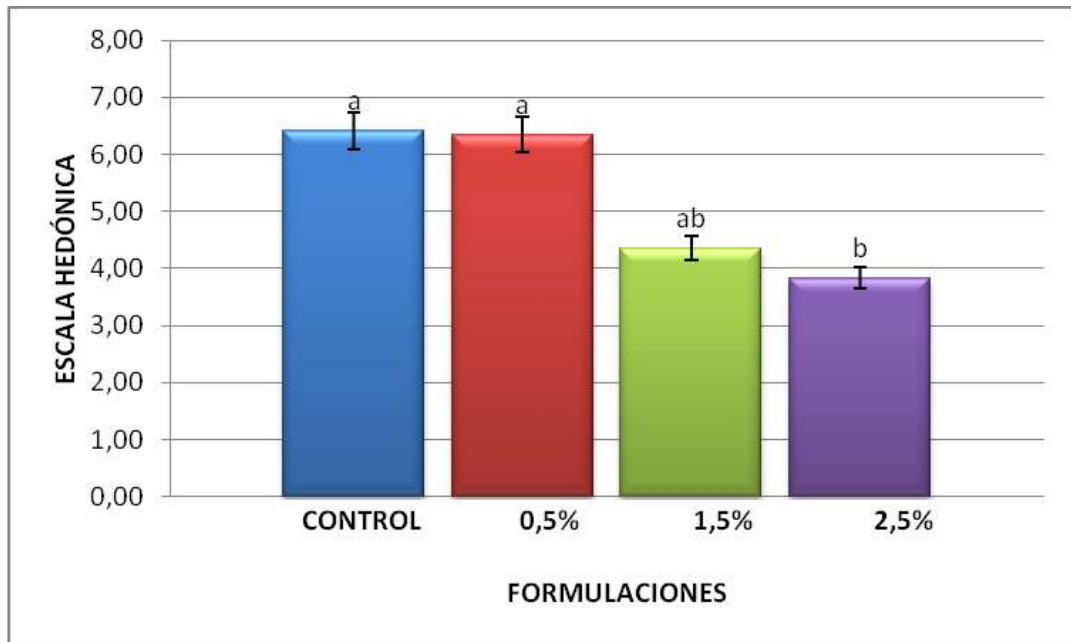


Figura 9. Evaluación del sabor

Estos resultados indican que la leche fermentada se ve influenciada positivamente en bajos porcentajes de harina de chí a. Las formulaciones con mayor cantidad de chí a no tuvieron una aceptación favorable ya que la adición excesiva de harina de chí a afectó el sabor de la leche fermentada por su alto contenido de ácidos grasos el cual proporcionó un sabor característico al producto (Arias & Delgado, 2016).

Según Zaldumbide (2014) la presencia de chí a influye en el sabor del producto debido a la presencia de ácidos grasos, el porcentaje alto de ácidos grasos presentes es el responsable de dar el sabor característico a la semilla y por ende al producto.

3.4.6 ACEPTABILIDAD GLOBAL

En la Figura 10 se observa que existe diferencia significativa entre las muestras, siendo la muestra control la que tiene mayor puntuación seguida de la formulación 0.5 %, en la cual se añadió menor cantidad de harina de chí a.

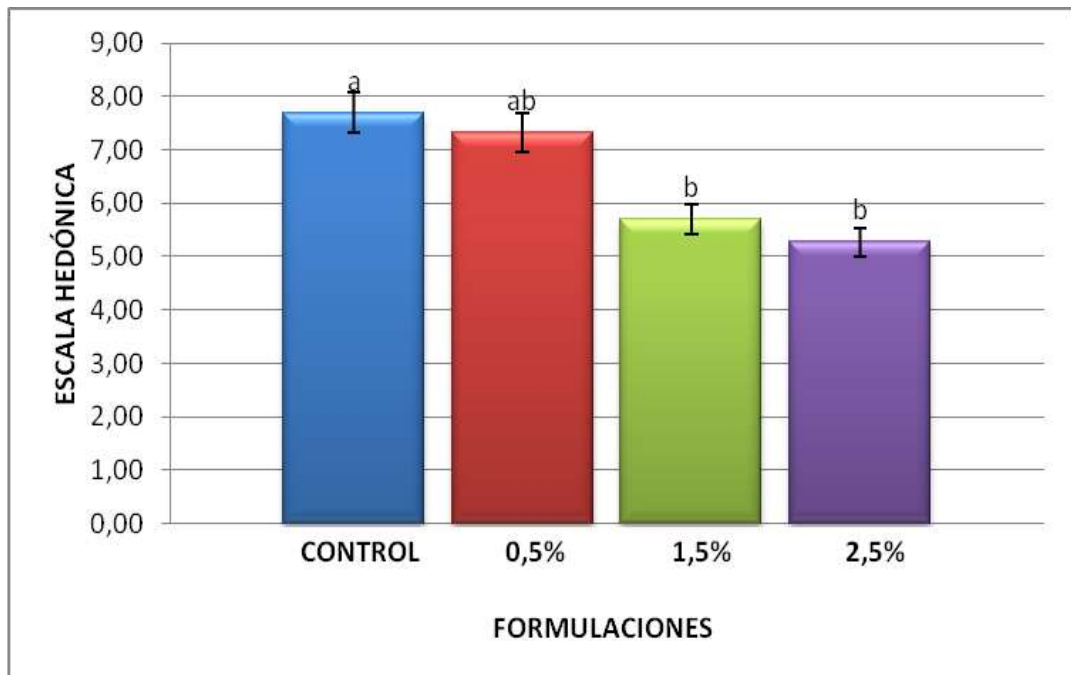


Figura 10. Evaluación de la aceptabilidad global

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis se puede considerar al producto elaborado como aceptable. El sabor y la consistencia fueron parámetros determinantes en el análisis, la muestra control tuvo mayor aceptación y la muestra con 0.5 % de harina de chía fue la segunda muestra con mayor aceptación, se pudo ver que el incremento de harina de chía tuvo influencia en la calificación de los consumidores, ya que la chía le dio un aspecto diferente en relación a las leches fermentadas consumidas comúnmente, debido a que puede ser utilizada como agente espesante en concentraciones bajas, los resultados son similares a los obtenidos en el estudio de Cevallos (2015) donde la muestra con mayor cantidad de chía tuvo menor aceptación, ya que la presencia de ácidos grasos tuvo un efecto poco favorable en la aceptación del producto.

3.5 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA LECHE FERMENTADA

3.5.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

En la Tabla 17 se observa los resultados del análisis fisicoquímico de la leche fermentada con 0.5 % de harina de chía donde se analizó el porcentaje de humedad, grasa y proteína. En comparación con la Norma INEN 2395, la leche fermentada sobrepasa el porcentaje de grasa, esto se puede deber a la adición de harina de chía que tiene un alto contenido de aceites grasos (Arroyo, 2011).

Tabla 17. Resultados del análisis fisicoquímico de la leche fermentada con 0.5 % de harina de chía

ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO	NORMA INEN 2395	
			MIN.	MAX.
HUMEDAD	(%)	13.34		
E.E. ^Ω	(%)	12.53	1.0	<2.5
PROTEÍNA ^Ω	(%)	29.86	2.7	-

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca

El contenido de proteína se encuentra dentro de los estándares establecidos por la norma, el valor mínimo es de 2.7 % de proteína y la leche con harina de chía tiene un 29.86 % de proteína. La adición de harina de chía aumentó el valor nutricional de la leche fermentada, debido a las propiedades nutricionales que contiene la chía.

3.5.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

En la Tabla 18, se detallan los resultados obtenidos en el análisis microbiológico de la leche fermentada con 0.5 % de harina de chía en los días 0 y 21 de almacenamiento.

Tabla 18. Resultados del análisis microbiológico de la leche fermentada con 0.5 % de harina de chía

Parámetro	Unidad	Tiempo de almacenamiento (días)	
		0	21
<i>Escherichia coli</i>	UFC/ml	Ausencia	Ausencia
<i>Coliformes totales</i>	UFC/ml	<10	<10
<i>Mohos y levaduras</i>	UFC/ml	2.10 x10 ²	3.25 x10 ²

No se registra presencia de *E. coli* tanto en el día 0 como en el día 21 de almacenamiento, los microorganismos no pudieron ser detectados en el análisis a consecuencia del “estrés” al que están sometidos en pH bajos (Forsythe, 2002). En relación a Coliformes totales, se obtuvo valores menores a 10 UFC/ml, valores que nos indica que el producto fue elaborado en base a buenas prácticas de manufactura.

En el recuento de mohos y levaduras se obtuvo valores 210 UFC/ml y 325 UFC/ml para los días 0 y 21 respectivamente, según la norma el valor máximo permitido es de 500 UFC/ml. El incremento de mohos y levaduras puede deberse a la presencia de harina de chía.

De acuerdo a los datos obtenidos se puede demostrar que la leche fermentada con harina de chía cumple con los requisitos microbiológicos establecidos por la Norma INEN 2395 (2011), señalando que el producto se encuentra en un nivel óptimo de calidad.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- La materia prima que se utilizó en la elaboración de la leche fermentada con adición de harina de chía cumple con los parámetros establecidos en las normas de referencia.
- En el proceso de fermentación se evidenció que el incremento de harina de chía disminuye la capacidad de acidificación debido a la alcalinidad de la semilla.
- En el almacenamiento se observó que la reducción del pH y el aumento del porcentaje de acidez presentaron diferencias significativas debido a la acción de los microorganismos iniciadores.
- El porcentaje de sinéresis aumento durante los días de almacenamiento, sin embargo la cantidad de harina de chía fue un factor importante debido al poder de absorción que la semilla tiene, a mayor cantidad de harina menor será el porcentaje de sinéresis.
- Durante el tiempo de almacenamiento la población de *S. thermophilus* y *L. bulgaricus* tuvo mayor incremento en las formulaciones que contenían harina de chía siendo la formulación con 2.5 % de harina la que obtuvo mayor población de microorganismos iniciadores.
- Estadísticamente las tres formulaciones con adición de harina de chía tuvieron aceptación favorable en el análisis sensorial.
- Las muestras con adición de harina de chía cumplen con los requisitos microbiológicos establecidos por la norma INEN 2395, siendo este un producto apto para el consumo.
- La adición de harina de chía en la elaboración de una leche fermentada aumentó el valor nutricional del producto final.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se debería realizar un estudio de la propiedad coagulante que tiene la semilla de chía y analizar si puede sustituir el uso pectina en la elaboración de algunos productos alimenticios.
- Usar fruta natural en la elaboración de leche fermentada con harina de chía y determinar cómo la fruta influye en la composición nutricional y química, y la aceptación sensorial del producto final.

5. BIBLIOGRAFÍA

5. BIBLIOGRAFÍA

- ANMAT (2009). Código alimentario argentino. Capítulo XVII: Alimentos de régimen o dietéticos.
- Anderson, R. et al. *Gelatinization of corn grifts by roll and extrusion cooking*. Cereal Science Today, v. 14, p. 4-12, 1969.
- A.O.A.C.(1984). *Oficial Methods of Analysis*, Association of Official Analytical Chemists. E.U.A. 14^a Ed. Washington, D.C.
- A.O.A.C.(1990). *Oficial Methods of Analysis*, Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. p.1213.
- Arenas, C.; Zapata, R. & Gutiérrez, C. (2012). *Evaluación de la fermentación láctica de leche con adición de quinua*. Redalyc, 4.
- Arias, A.; Delgado, D.(2016). *Efecto de tres condiciones de extracción en las propiedades físico-químicas del mucílago de chía (Salvia hispánica L.)*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad de las Américas; Quito; Ecuador.
- Arrigoni, E. (2014). *Efecto de la adición de harina de maca (Lepidium meyenii) y del tiempo de almacenamiento sobre la acidez, sinéresis, viscosidad aparente y aceptabilidad general del yogurt batido simbiótico*. (Tesis pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego; Trujillo; Perú.
- Arroyo, D (2011). *Estudio investigativo de la chía y su aplicación a la gastronomía*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial; Quito; Ecuador.
- Ayerza, R.; Coates, W. (2004). *Chía*. Primera edición. Editorial Nuevo Extremo S.A. Buenos Aires – Argentina
- Béal, C., Spinnler, H. & Corrieu, G. (1993). *Comparison of growth, acidification and productivity of pure and mixed cultures of Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus and Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*. Applied Microbiology and Biotechnology, volumen 41, pag 95-98.
- Beldarraín, T., Cepero, Y., & Bruselas, A. S. (2008). *Caracterización de cultivos iniciadores en productos cárnicos*. Ciencia y Tecnología de Alimentos, 9-15.
- Bueno, M., Di sapio, O., Barolo, M., Busilacchi, H., Quiroga, M., & Severin, C. (2010). *Análisis de la calidad de los frutos de Salvia hispánica L. (Lamiaceae) comercializados en la ciudad de Rosario (Santa Fe, Argentina)*. Redalyc, 221-227.

- Capitani, M. (2013). *Caracterización y funcionalidad de subproductos de chía (Salvia hispánica L.) Aplicación en tecnología de alimentos*. Tesis doctoral. Buenos Aires, Argentina.
- Carmona, I., García, P., Quiroz, F., & Romero, I. (2011). *Fermentación láctica*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cevallos, N. (2015). *Efecto de la adición de semillas de chía (Salvia hispánica L.) en las características físicas, químicas y sensoriales del yogurt natural*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.
- Chila, E., Ancco, T. & Choquehuanca, F. (2014). *Influencia de la temperatura, porcentaje de grasa y sólidos no grasos en el incremento cinético de bacterias acidolácticas del yogur*. Ciencia & desarrollo.
- Coates, W.(2013). *Chía. El increíble supernutriente*. Primera edición. Editorial edaf.
- Di Sapia, O; Bueno, M; Busilacchi, H; Severin, C (2008). *Chia: importante antioxidante vegetal*.
- Fernández, M. (2010). *Semillas de chía. Un alimento completo*. Recuperado el 04 de diciembre de 2016 de <http://www.semillasdechia.com/index.html>
- Franca, C. (2014). *Lactobacillus bulgaricus*. Viafarma.
- Gilliland, S., Reilly, S., Kim, G. & Kim, H. (2002). *Viability during storage of selected probiotic Lactobacilli and Bifidobacteria in a yogurt-like product*. Journal of Food Science. 67, pag 3091-3095
- Gómez, L. & Nader, M. (2012). *Productos elaborados con semillas de chía y sésamo: composición química, aceptabilidad, satisfacción y conocimiento sobre sus propiedades nutricionales*. Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino. San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Guiotto, E. (2014). *Aplicación de subproductos de chía (Salvia hispánica L.) y girasol (Helianthus annuus L.) en alimentos*. SEDICI.
- Iglesias, E (2013). *Mejora del valor nutricional y tecnológico de productos de panadería por incorporación de ingredientes a base de chía (Salvia hispánica L.)*. Valencia-España. Tesina de postgrado Maestría. Universidad Politécnica de Valencia.
- INEN 2395 (2011). *Norma Técnica Ecuatoriana. Leches fermentadas*. Requisitos. Quito – Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- INEN 10 (2012). *Norma Técnica Ecuatoriana. Leche pasteurizada*. Requisitos. Quito – Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Normalización.

- Ixtaina, V. (2010). *Caraterización de la semilla y el aceite de chía (Salvia hispánica L.) obtenido mediante distintos procesos*. Universidad Nacional de La Plata.
- Ixtaina, V., Nolasco, S., & Tomás, M. (2008). *Propiedades Físicas de las semillas de chia (Salvia hispanica L.)*. ELSEVIER, 286-293.
- Jaramillo, Y (2013). *La chía (Salvia hispánica L.), una fuente de nutrientes para el desarrollo de alimentos saludables*. Caldas-Antioquía. Tesis de grado. Corporación Universitaria Lasallista
- Jimenez, P.; Masson, L.; Quitral, V.(2013). *Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3*. Revista chilena de nutrición. Scielo.
- Loop, E. (2015). *Streptococcus thermophilus: A healthy probiotic strain*. Recuperado el 10 de marzo de 2017, de Global Healing Center: <http://www.globalhealingcenter.com/natural-health/streptococcus-thermophilus-the-health-benefits-of-probiotics/>
- Mi planeta salud (2015). *Harina de chía: buenos motivos para incluirla en nuestra alimentación*. Recuperado el 27 de febrero de 2107 de <http://www.miplanetasalud.com/2015/01/02/harina-de-chia-buenos-motivos-para-incluirla-en-nuestra-alimentacion/>
- Muñoz, L. (2012). *Mucilage from chia seeds (Salvia hispanica): Microestructure, physico-chemical characterization and applications in food industry*. Santiago de Chile: Pontificia Universidad católica de Chile.
- Nootriment. (2013). *Lactobacillus bulgaricus and Streptococcus thermophilus yogurt benefits*. Recuperado el 10 de marzo de 2017, de <https://nootriment.com/lactobacillus-bulgaricus-streptococcus-thermophilus/>
- Olguin, S (2016). *Usos medicinales y aplicaciones curativas de la chía*. Recuperado el 26 de febrero de 2017 de <http://www.plantasparacurar.com/usos-medicinales-y-aplicaciones-curativas-de-la-chia/>
- Pérez, D., & Sánchez, L. (2014). *Leches fermentadas: aspectos nutritivos, tecnológicos y probióticos más relevantes*. Zaragoza-España.
- Ramírez, P., García, B., Moreno, E., Río, J., & Rodríguez, C. (2009). *Morfología y diferenciación de colonias de tres tipos de Bacterias Lácticas*. Revista Agraria - Nueva Época, 14-18.
- Rasic J., & Kurmann J. (1978). *Yogurt: scientific grounds, technology, manufacture and preparations*. technical Dairy Publishing. Copenhagen. 466 p.

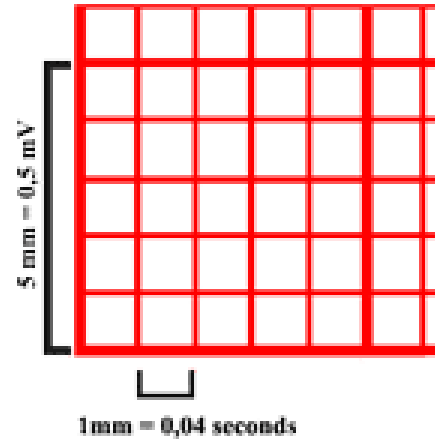
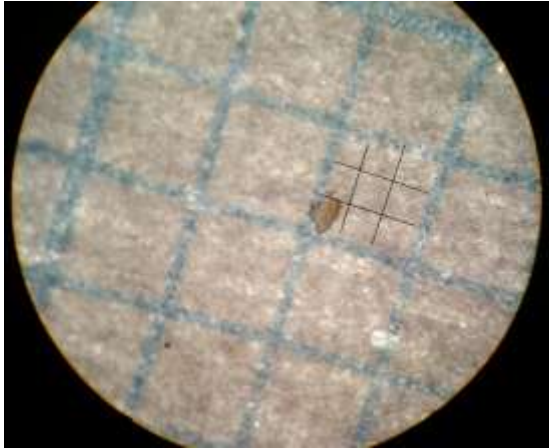
- Reyes, A. & Rodríguez A. (2015). *Efecto de la adición de la chía (Salvia Hispánica L.) y pasas sobre la sinéresis, acidez, firmeza, viscosidad aparente y aceptabilidad general del yogur aflonado frutado*. Pueblo Cont. Vol 26. Pag. 467-473
- Reyes, E., Tecante A., & Valdivia, M. (2008). *Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds presents in Mexican chia (Salvia hispanica L.) seeds*. Food chemistry 107, 656-663
- Romero, R., & Mestres, J. (2004). *Productos lácteos: Tecnología*. Cataluña-España: UPC.
- Rovati, A., Escobar, E. & Prado, C. (2012). *Particularidades de la semilla de chía (Salvia hispanica L.)*. EEAOC - Avance Agroindustrial, 39-43.
- Sandoval, M. & Paredes, O. (2012). *Isolation and characterization of proteins from chia (Salvia hispanica L)*, Journal of agricultural and food chemistry.
- Sánchez, J. (2005). *Potencial Biotecnológico de Bacterias Lácticas Silvestres en productos lácteos fermentados: actividad metabólica y producción de exopolisacáridos*. Villaviciosa: Universidad de Oviedo.
- Sánchez, M. (2015). *Propiedades de la leche fermentada y beneficios para la salud*. Recuperado el 22 de enero de 2017, de: <http://vivirsanos.com/propiedades-de-la-leche-fermentada/>
- Severín, C. (2009). *La chía, un noble alimento y medicina de América*. Buena siembra. La revista de Acuario.
- Silva, C. (2015). *Evaluación técnica comercial del aprovechamiento de la semilla de chia (Salvia hispánica) para la elaboración de productos alternos*. Trabajo de titulación. Quito-Ecuador
- Ulloa Florencia, S. (2015). *Ingesta de lácteos enteros y alimentos ricos en fibra (chía) y su influencia sobre los niveles de la glucemia sanguínea en los pacientes con diabetes mellitus tipo II que acuden a la asociación de voluntariado hospitalario del Guayas en el período 2014-2015*. Universidad católica de Santiago de Guayaquil. Repositorio UCSG.
- Vázquez, J.; Rosado, J.; Chel, L. (2009). *Procesamiento en seco de harina de chía (Salvia hispanica L.): caracterización química de fibra y proteína*. Artículo de CyTA- Journal of food.
- Vázquez, M. (2008). *Viabilidad y propiedades fisicoquímicas de leche fermentada probiótica*. (Tesis de postgrado). Universidad de las Américas Puebla; Puebla; México.

- Yunga, C.V. (2015). *Desarrollo de yogur batido a partir de una mezcla de leche semidescremada y harina de quinua (Chenopodium quinoa wild) cocida*. (Tesis inédita de pregrado). Quito-Ecuador. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Zaldumbide, M (2014). *Utilización de la semilla de chía (Salvia hispánica L.) en galletas*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial; Quito; Ecuador.
- Zambrano, L (2008). *Evaluación de la Calidad de Yogur tipo II Elaborado con Leche Concentrada por Micro filtración Tangencial utilizando diferentes tipos de grasas y estabilizantes*. Tesis de pregrado. Ibarra-Ecuador.
- Zuñiga, H. (2014). *Biología de chía (Salvia hispánica L.)*. Trabajo de titulación. Santiago, Chile: Universidad de Chile.

6. ANEXOS


ANEXO I

OBSERVACIÓN DEL GRANO EN EL MICROSCOPIO




ANEXO II

RESULTADO DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA LECHE SEMIDESCREMADA UHT



Multianalityca Cia. Ltda.
Laboratorio de Análisis y Aseguramiento de Calidad



cae
LABORATORIO DE ENSAYOS
No. OAC 05 C 09-006

INFORME DE RESULTADOS

INF-DIV-FQ-19378


SA 22072a

Cliente:	FUNGA CATOLINA	Lote:	50301
Dirección:	MEDIA Y VENEZUELA	Fecha Elaboración:	01/02/2015
		Fecha Vencimiento:	01/09/2015
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Recepción:	11/03/2015
Muestra de:	ALIMENTO	Hora Recepción:	12:07
Descripción:	LECHE SEMIDESCREMADA ULTRA PASTEURIZADA LARGA VIDA UHT	Fecha Análisis:	10/03/2015
		Fecha Entrega:	18/03/2015
		Código:	---


Características Muestra	
Color:	Característica
Olor:	Característica
Estado:	Líquido
Cantidad Declarado:	1l
Contenido Encontrado:	---
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO FÍSICO-QUÍMICO				
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
*SOLIDOS TOTALES	%	10.39	MFO-110	AOAC 920.151
*SOLIDOS TOTALES	%	10.39	MFO-110	AOAC 920.151
CEMISA	%	0.78	MFO-03	AOAC 923.03
CEMISA	%	0.83	MFO-03	AOAC 923.03
GRASA	%	2.15	MFO-02	AOAC 2003.06
GRASA	%	2.21	MFO-02	AOAC 2003.06
PROTEINA	%	2.85	MFO-01	AOAC 2001.11
PROTEINA	%	2.86	MFO-01	AOAC 2001.11
ACIDEZ	% (ac. LACTICO)	0.13	MFO-07	AOAC 947.05
ACIDEZ	% (ac. LACTICO)	0.13	MFO-07	AOAC 947.05
*SOLIDOS LACTEOS NO GRASOS	%	8.24	CALCULO	CALCULO
*SOLIDOS LACTEOS NO GRASOS	%	8.18	CALCULO	CALCULO
*DENSIDAD DE LACTEOS	g/ml	1.029	MFO-47	INEN 11
*DENSIDAD DE LACTEOS	g/ml	1.029	MFO-47	INEN 11

Nota 1: Los ensayos marcados con * no están incluidos en el alcance de acreditación del OAC



Dra. Pamela Jácome
GERENTE TÉCNICO




Multianalityca Cia. Ltda.

Dirección: Cap. Edmundo Chiriboga N47-154 y Anibal Pérez - Tel: 2267895 - 2269743 - 0999441402 - 0996281144 - 0987371084 - www.multianalityca.com
EDICION RG: 05 Quito - Ecuador RFQ-4.1-6 Página 1/1

ANEXO III

RESULTADO DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA HARINA DE CHÍA

MOLSAJA 2016A



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS


ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD

LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

Financiamos Sur Km. 1, Calaguanilla 2899001, 3007134 Fax: 2007134

Castilla Postal 17-201-349



INFORME DE ENSAYO No.: 16-0187

NOMBRE PETICIONARIO: Sra. Carla Cruz

DIRECCION: Quito

FECHA DE EMISION: 19/08/2016

FECHA DE ANALISIS: Del 26 de julio al 15 de agosto de 2016

INSTITUCION: Particular

ATENCION: Sra. Carla Cruz

FECHA DE RECEPCION: 25/07/2016

HORA DE RECEPCION: 09H:00

ANÁLISIS SOLICITADO: Proximal

ANÁLISIS	HUMEDAD	CENIZAS ¹	E.E. ²	PROTEÍNA ³	FIBRA ⁴	E.L.N. ⁵	IDENTIFICACION
METODO REF.	MOLSAJA-01	MOLSAJA-02	MOLSAJA-03	MOLSAJA-04	MOLSAJA-05	MOLSAJA-06	
UNIDAD	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	
16-1018*	13.24	%	12.53	29.86	%	%	Yogurtin con chía
16-1019	4.40	%	28.36	17.54	36.07	11.60	Chía molida

Los ensayos marcados con Q se reportan en base seca.
OBSERVACIONES: *Muestra liofilizada entregada por el cliente

RESPONSABLE DEL INFORME

Dr. Juan Sarmiento
Dr. Juan Sarmiento, MSc.
RESPONSABLE TÉCNICO



Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.

Los resultados entre muestreos solo están relacionados con el objeto de ensayo.

NOTA DE DESCARGA: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este informe electrónico o físico no es el destinatario del mismo, se le solicita que cualquier copia o distribución de este se encuentre fuertemente prohibida. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

ANEXO IV

ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD SENSORIAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
 INGENIERÍA DE ALIMENTOS

ACEPTABILIDAD DEL CONSUMIDOR PARA LECHE FERMENTADA CON HARINA DE CHÍA

Género: F()

Edad: 20 años

M()

Fecha: 13/07/16

Usted está recibiendo 4 muestras de yogur con su respectiva codificación, la cual le facilitará al momento de anotar el grado de aceptación, el mismo que estará en escala de 1 al 9, donde 1 significa "Me disgusta mucho" y 9 "Me gusta mucho". Tenga en cuenta que la aceptabilidad global se refiere al producto final.

ATRIBUTOS	CODIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
	203	303	403	503
Apariencia	8	7	5	6
Olor	8	8	8	7
Color	9	8	6	7
Consistencia	9	8	8	7
Sabor	9	7	9	6
Aceptabilidad global	8	7	8	6

Comentarios

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO V

RESULTADO DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA LECHE FERMENTADA CON 0.5 % DE HARINA DE CHÍA

MOLSAIA 2016



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS
Financiamos Sur Km. 1, Calaguanilla 3890001, SANTIAGO Fm. 200734
 Casilla Postal 17-201-349



INFORME DE ENSAYO No.: 16-0187

NOMBRE PETICIONARIO: Sra. Carla Cruz
DIRECCION: Quito
FECHA DE EMISION: 19/08/2016
FECHA DE ANALISIS: Del 26 de julio al 15 de agosto de 2016

INSTITUCION: Particular
ATENCION: Sra. Carla Cruz
FECHA DE RECEPCION: 25/07/2016
HORA DE RECEPCION: 09H:00
ANALISIS SOLICITADO: Proximal

ANALISIS	HUMEDAD	CENIZAS ¹	E.E. ²	PROTEINA ³	FIBRA ⁴	E.L.N. ⁵	IDENTIFICACION
METODO REF.	MOLSAIA-01	MOLSAIA-02	MOLSAIA-03	MOLSAIA-04	MOLSAIA-05	MOLSAIA-06	
UNIDAD	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	
16-1018 ⁶	13.24	%	12.53	29.86	%	%	Yogurt con Chia
16-1019	4.40	%	28.36	17.54	36.07	11.60	Chia molida

Los ensayos marcados con Q se reportan en base seca.
 OBSERVACIONES: *Muestra liofilizada entregada por el cliente

RESPONSABLE DEL INFORME
 Dra. Tatiana Sánchez
 RESPONSABLE TÉCNICO



Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.
 Los resultados entre muestreos solo están relacionados con el objeto de ensayo.
NOTA DE DESCARGA: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este informe electrónico o físico no es el destinatario del mismo, se le solicita que cualquier copia o distribución de este se encuentre fuertemente prohibida. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y a través de referencias.