



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

**UTILIZACIÓN DE LA SEMILLA DE CHÍA (*Salvia hispánica L.*)
EN GALLETAS**

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

MARÍA JOSÉ ZALDUMBIDE ZAMORA

DIRECTORA: ING. MARÍA GABRIELA VERNAZA LEORO

Quito, abril 2014

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2014
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo **MARÍA JOSÉ ZALDUMBIDE ZAMORA**, 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.

MARÍA JOSÉ ZALDUMBIDE ZAMORA

C.I. 171746782-1

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Utilización de la semilla de Chía (*Salvia hispánica L.*) en galletas**”, que, para aspirar al título de **Ingeniera en Alimentos** fue desarrollado por **MARÍA JOSÉ ZALDUMBIDE ZAMORA**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

ING. MARÍA GABRIELA VERNAZA LEORO PhD

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1711111243

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres siempre ser la fuente de inspiración, mi mayor ejemplo de lucha, perseverancia y amor. Siempre han estado apoyándome, sosteniendo mi mano, levantándome en cada caída, sobrepasando cualquier adversidad y manteniendo el cariño y amor que me tienen. Los amo por ser las personas que son, por inculcar siempre valores que han hecho de mí una gran persona.

A mis hermanas, Daniela y Mercedes porque siempre ser un pilar importante en mi formación como persona, que los problemas y la distancia no han cambiado ni el amor ni el respeto que les tengo. A mi sobrina Vida, por llegar a este mundo para llenarme el corazón de alegría, para desbordarlo de amor e infinito cariño, por sacarme sonrisas en los momentos menos esperados, te amo hermosa.

A mis amigos, que más que eso se han convertido en familia Katherine y Jefferson, por siempre estar en los momentos más duros y difíciles de mi vida, han sabido entregar amor sin pedir nada a cambio, son las personas más bellas que pude conocer en mi vida, los amo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | PÁGINA |
|---------------------------------------|-------------|
| RESUMEN | viii |
| ABSTRACT | x |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 3 |
| 2.1. CHÍA, <i>Salvia hispánica L.</i> | 3 |
| 2.1.1. DEFINICIÓN | 3 |
| 2.1.2. ORIGEN | 3 |
| 2.1.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA | 4 |
| 2.1.3.1. Aspectos agronómicos | 6 |
| 2.1.4. TAXONOMÍA | 6 |
| 2.1.5. ASPECTOS NUTRICIONALES | 7 |
| 2.1.5.1. Contenido de lípidos | 7 |
| 2.1.5.2. Contenido de proteínas | 8 |
| 2.1.5.3. Vitaminas y minerales | 10 |
| 2.1.5.4. Antioxidantes | 10 |
| 2.1.5.5. Fibra dietética | 10 |
| 2.1.6. USOS Y APLICACIONES | 11 |
| 2.1.6.1. Aceite | 11 |
| 2.1.6.2. Semillas y Harina | 11 |
| 2.1.7. LA CHÍA EN ECUADOR | 12 |
| 2.2. HARINA DE TRIGO | 12 |
| 2.2.1. DEFINICIÓN | 12 |
| 2.2.2. ASPECTO NUTRICIONAL | 13 |
| 2.2.3. PROCESO | 14 |
| 2.2.4. CLASIFICACIÓN | 14 |

| | PÁGINA |
|--|---------------|
| 2.2.4.1. Harinas panificables | 14 |
| 2.2.5. USOS Y APLICACIONES | 16 |
| 2.3. CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS | 16 |
| 2.3.1. PROTEÍNAS | 17 |
| 2.3.2. ALMIDÓN | 18 |
| 2.3.2.1. Gelatinización del Almidón | 18 |
| 2.3.2.2. Retrogradación del Almidón | 19 |
| 2.3.3. HERRAMIENTAS REOLÓGICAS | 19 |
| 2.3.3.1. Farinógrafo | 19 |
| 2.3.3.2. Alveógrafo | 20 |
| 2.3.3.3. Extensógrafo | 21 |
| 2.3.3.4. Mixolab | 21 |
| 2.4. GALLETAS | 22 |
| 2.4.1. CLASIFICACIÓN | 23 |
| 2.5. ANÁLISIS PROXIMAL | 24 |
| 2.6. ANÁLISIS SENSORIAL | 24 |
| 2.6.1. CAMPO DE APLICACIÓN | 25 |
| 2.7. COLORIMETRÍA | 26 |
| 2.7.1. COLOR | 26 |
| 2.7.2. COLOR EN LOS ALIMENTOS | 26 |
| 2.7.3. ESCALA CIELAB | 26 |
| 3. METODOLOGÍA | 28 |
| 3.1. MATERIAS PRIMAS | 28 |
| 3.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS | 28 |
| 3.2.1. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL | 28 |
| 3.2.2. PROPIEDADES FUNCIONALES | 29 |
| 3.2.3. PROPIEDADES REOLÓGICAS | 30 |
| 3.2.4. FORMULACIÓN DE GALLETAS CON SEMILLA DE CHÍA | 31 |
| 3.3. CARACTERIZACIÓN PRODUCTOS OBTENIDOS | 32 |

| | PÁGINA |
|--|---------------|
| 3.3.1. MEDICIÓN DEL COLOR | 32 |
| 3.3.2. VOLUMEN ESPECÍFICO | 33 |
| 3.3.3. ANÁLISIS SENSORIAL | 33 |
| 3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS | 34 |
| | |
| 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS | 35 |
| 4.1. CARACTERIZACIÓN DE MATERIA PRIMA | 35 |
| 4.1.1. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL | 35 |
| 4.1.2. ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA (IAA) E ÍNDICE DE | 36 |
| 4.2. PRUEBAS REOLÓGICAS MIXOLAB | 38 |
| 4.2.1. CARACTERIZACIÓN DE MASAS MEDIANTE LAS CURVAS DEL MIXOLAB | 38 |
| 4.3. CARACTERIZACIÓN PRODUCTOS OBTENIDOS | 41 |
| 4.3.1. PRUEBAS DE COLOR | 41 |
| 4.3.1.1. Luminosidad | 41 |
| 4.3.1.2. Hue | 43 |
| 4.3.1.3. Croma | 44 |
| 4.3.2. DETERMINACIÓN DE VOLUMEN ESPECÍFICO | 45 |
| 4.4. ANÁLISIS SENSORIAL | 47 |
| | |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 50 |
| 5.1. CONCLUSIONES | 50 |
| 5.2. RECOMENDACIONES | 52 |
| | |
| BIBLIOGRAFÍA | 53 |
| | |
| ANEXOS | 59 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | PÁGINA |
|--|--------|
| Tabla 1. Taxonomía de la semilla de chía | 6 |
| Tabla 2. Comparación nutricional entre chía, cebada, arroz, avena, trigo y maíz | 7 |
| Tabla 3. Fuente de Ácidos grasos en semilla de chía | 8 |
| Tabla 4. Contenido de aminoácidos del hidrolizado de proteínas de la semilla de chía | 9 |
| Tabla 5. Composición nutricional de las harinas según su uso | 16 |
| Tabla 6. Clasificación de galletas | 23 |
| Tabla 7. Parámetro y metodología usada para la realización del análisis físico-químico de harina de trigo y semilla de chía | 29 |
| Tabla 8. Formulación aplicada para la elaboración de galletas en base al 100% de harina de trigo | 31 |
| Tabla 9. Análisis proximal realizado a la harina de trigo y semilla de chía | 35 |
| Tabla 10. Resultados obtenidos del ISA e IAA realizados a la harina de trigo y semilla de chía | 37 |
| Tabla 11. Valores obtenidos de las curvas MIXOLAB para cada formulación | 39 |
| Tabla 12. Valores de L*, a*, b*, chorma y hue obtenidos en la prueba de color aplicadas al producto obtenido | 41 |
| Tabla 13. Volumen específico de galletas elaboradas con harina de trigo y semilla de chía | 46 |

Tabla 14. Aspectos evaluados en el análisis sensorial

47

ÍNDICE DE FIGURAS

| | PÁGINA |
|--|---------------|
| Figura 1. Planta de Chía | 5 |
| Figura 2. Semilla de chía | 5 |
| Figura 3. Semilla de trigo | 13 |
| Figura 4. Proceso de obtención de la harina de trigo | 14 |
| Figura 5. Representación de la curva Mixolab | 22 |
| Figura 6. Representación de la idea como medida de la calidad sensorial | 25 |
| Figura 7. Escala CIELAB | 27 |
| Figura 8. Comparación de los valores obtenidos de L* en las diferentes formulaciones de galletas | 43 |
| Figura 9. Comparación de los valores de Hue obtenidos en cada uno de las formulaciones realizadas | 44 |
| Figura 10. Comparación de los valores de Croma obtenidos en cada uno de las formulaciones realizadas | 45 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | PÁGINA |
|--|---------------|
| ANEXO 1. | |
| Análisis Proximal de Semilla de Chía y Harina de Trigo | 66 |
| ANEXO 2. | |
| Resultados de Análisis MIXOLAB | 67 |
| ANEXO 3. | |
| Modelo de Encuesta Análisis Sensorial | 71 |

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue la utilización de la semilla de chía (*Salvia hispánica L.*) en galletas. La variedad usada fue la semilla de chía gris debido a que en Ecuador es la única producida. Para la elaboración de las galletas se establecieron cuatro tipos de formulaciones, las cuales reemplazaban en diferentes porcentajes a la harina de trigo. Las formulaciones fueron las siguientes: harina de trigo – semilla de chía 100%-0%, 85%-15%, 70%-30% y 55%-45%. Se realizaron análisis en las materias primas y en el producto final; primero para las materias primas se realizó un análisis proximal, seguido de propiedades funcionales Índice de solubilidad de agua (ISA) e Índice de absorción de agua (IAA) y finalmente la determinación de propiedades reológicas a través de Mixolab. Para el producto final se realizó la determinación de volumen específico, color y análisis sensorial. En el análisis proximal se encontró que la semilla de chía tiene una riqueza lipídica y proteica; y se halló un elevado contenido de fibra en comparación a la harina de trigo. El índice de solubilidad en agua (ISA) para la semilla de chía fue 0%, por el contrario el valor obtenido en IAA fue superior al obtenido en la harina de trigo debido a la presencia de fibra e hidrocoloides (mucílago). Los análisis mediante el sistema Mixolab determinaron que la adición y las cantidades de chía provocan que las características reológicas de las masas disminuyan en comparación con la masa de 100% de harina de trigo; pero el factor donde se notó que la semilla de chía genera una actividad beneficiosa fue en la retrogradación de las masas, ayudando a disminuir la misma. En el color se obtuvieron mayores valores en L*, donde las galletas tenían menor presencia de chía y en h* los valores disminuyen con mayor presencia de chía. Las diferencias de color fueron evidentes, teniendo relación directa con la cantidad de semilla de chía presente en las galletas. De la misma forma, la presencia de chía provocó volúmenes más bajos a medida que la cantidad aumentaba en comparación con el volumen presentado en la galleta con 100% harina de trigo. Los

resultados del análisis sensorial (aceptabilidad global, color, textura y sabor) determinaron que la galleta con mayor aceptabilidad fue la de 15% con semilla de chía.

ABSTRACT

The purpose for this project was to use the Chia seed (*Salvia hispánica L.*) in cookies. The variety of chia that was used is Gray Chia, because is the only kind that grows in Ecuador. During the production of the cookies were established four types of formulations which replaced in different percentages to wheat flour, such as: Wheat flour – chia seed 100%-0%, 85%-15%, 70%-30% and 55%-45%. The analyses were made to the raw material and to the final product. First, to raw material was made a proximal analysis. Second, functional properties water solubility index (WSI) and water absorption index (IAA). Finally, the determination of rheological properties through of Mixolab. For the final product were made determination of specific volume, color and sensory analysis. In the proximal analysis was found that chia seed has a great wealth lipid and protein, and it was found a high fiber compared to the wheat flour. The water solubility index (WSI) in chia seed was 0%, but the value obtained of IAA was higher than the value in wheat flour for the presence of fiber and hydrocolloids (mucilage). The analysis by Mixolab system determined that the addition and quantities of chia provoke that the rheological characteristics of the masses decrease, compared with the masses of 100% wheat flour; but the factor where it was noticed that chia seed generates a beneficial activity was in the retrogradation of the masses, helping to reduce it. In the color analysis were obtained higher L* values, where the cookies had less presence of chia and the h* values decrease with increased presence of chia seed. Differences in the color were evident, having a direct relation with the quantities of chia seed present in the cookies. In the same time, the presence of chia seed formed lower volumes with the increase of chia seed quantities, compared with the volume of the cookies with 100% wheat flour. The results of sensory analysis (global acceptability, color, texture and flavor) determined that the cookie with major acceptability was the 15% with chia seed.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La semilla de Chía (*Salvia Hispánica L.*) es un alimento endémico de México que había sido utilizado desde épocas prehispánicas por mayas y aztecas. En años recientes el interés por esta semilla ha resurgido, y algunos estudios han reportado que podría ser una buena fuente de fibra dietética, proteína, antioxidantes, etc. (Beltrán & Romero, 2012).

En Ecuador la semilla de Chía no se conoce y es la cultivada por pequeños productores, lo que hace más difícil hallar información detallada de su producción, siembra, cosecha y comercialización y por ende el desconocimiento de la misma no permite que sus beneficios sean explotados al máximo.

Diversos estudios recientes sobre la composición química de la semilla de chía han mostrado algunas de sus notables características. Esta composición refleja un alto contenido de proteína y de grasas (omega 3), superior en cantidad a muchos de los alimentos de origen agrícola actualmente consumidos (Solís, 2006).

Uno de los problemas en cuanto al consumo de alimentos ricos en omega 3 es que los productos son de origen animal; una fuente de este ácido graso esencial es el pescado cuyo consumo se ve afectado directamente por razones de sabor, textura, aroma, etc. Por ésta razón el poder obtener el mismo compuesto a través de un producto de origen vegetal, es una alternativa interesante.

El utilizar la semilla de chía en productos de panificación como galletas, es importante para determinar cuáles serían sus incidencias en cuanto a textura, sabor y el color de las galletas como propiedad física del alimento, además siendo importante para determinar la aceptabilidad del mismo.

El objetivo principal del presente trabajo de investigación fue la utilización de semilla de chía en la elaboración de galletas. Y sus objetivos específicos fueron los siguientes:

- Caracterizar físico-químicamente las materias primas (harina de trigo y semilla de chía).
- Estudiar las características reológicas de la masa con las variaciones de porcentaje de chía
- Establecer las propiedades volumen específico y color de las galletas con las variaciones de porcentaje de chía.
- Determinar la aceptabilidad sensorial del producto final.

2. MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. CHÍA, *Salvia hispánica L.*

2.1.1. DEFINICIÓN

La Chía (*Salvia hispánica L.*), es una planta anual de verano que pertenece a la familia de las Labiadas (*Labiatae*). Fue uno de los cultivos principales de las sociedades precolombinas, superado sólo por el maíz y el frijol en cuanto a relevancia. En medio acuoso, la semilla queda envuelta en un polisacárido mucilaginoso copioso, el cual es excelente para la digestión que, junto con el grano en sí mismo forma un alimento nutritivo (Salgado, Cedillo, & Beltrán, 2008).

2.1.2. ORIGEN

La semilla es comúnmente conocida como chía, siendo ésta palabra una adaptación española al término nahua *chian* o *chien* (plural), término que en idioma náhuatl significa “semilla de la que se obtiene aceite” (Ixtaina, 2010).

La chía fue uno de los principales componentes de la dieta de los aztecas junto con la quínoa, el amaranto y el maíz. La chía era utilizada como materia prima para la elaboración de medicinas, alimentos y pinturas, así como en ofrendas a los dioses durante las ceremonias religiosas (Ixtaina, 2010; Beltrán et al., 2012).

Con la llegada de los españoles, las tradiciones de los nativos fueron suprimidas y la mayor parte de su agricultura intensiva y de su sistema de comercialización destruidos. Muchos cultivos que habían tenido la mayor preferencia en las dietas precolombinas fueron prohibidos por los españoles

debido a su estrecha asociación con los cultos religiosos y sustituidos por especies exóticas (trigo, cebada, arroz, entre otras) exigidas por los conquistadores (Ixtaina, 2010).

Este alimento milenario cuyo uso cayó en el olvido, se ha encontrado que es una fuente de ácidos grasos omega 3, proteínas y fibra dietética. El mucílago de la semilla puede ser utilizado como aditivo alimenticio (Beltrán et al., 2012).

La chía fue usada por los aztecas, pura, como alimento o mezclada con otros, en agua, como bebida, molida, como harina, incluida en medicinas, como alimentos para aves, prensada para obtener su aceite que se utilizaba como base para pinturas faciales y corporales y para proteger estatuas y pinturas religiosas de los elementos climáticos. Los aztecas también ofrecían la chía a los dioses durante las ceremonias religiosas (Ayerza & Coates, 2006).

2.1.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Según Ixtaina (2010), la *Salvia hispánica* L. pertenece a la familia de las Lamiaceae (familia de la menta). Siendo una hierba anual de verano que mide entre un metro y un metro y medio. En la Figura 1 se puede observar la planta de chía en crecimiento.



Figura 1. Planta de Chía.

(Castañeda, 2009)

Los tallos son ramificados, de sección cuadrangular con pubescencias cortas y blancas. Las hojas opuestas, con sus bordes aserrados, tienen un peciolo de hasta cuarenta milímetros de largo, poca pubescencia blancuzca y muy corta, y miden de ochenta a cien milímetros de longitud y cuarenta a sesenta milímetros de anchura. Las flores se producen en espigas terminales o axilares, en grupos por pequeñas brácteas con largas extremidades puntiagudas (Ayerza et al., 2006).

Las semillas, ovales, suaves y brillantes, de un color grisáceo con manchas irregulares tirando a un color rojo oscuro, se presentan en grupos de cuatro y miden entre uno y medio y dos milímetros (Ixtaina, 2010).

En la Figura 2 se puede observar como las semillas presentan pigmentaciones negras.



Figura 2. Semilla de chía

(Di Sapia, Bueno, Busilacchi, & Severin, 2008)

2.1.3.1. Aspectos agronómicos

La semilla de chía crece en suelos arcillosos o arenosos que estén bien drenados incluso en zonas áridas, no toleran las heladas ni crecen en la sombra. Esta planta requiere climas tropicales y subtropicales para crecer, es resistente a enfermedades, plagas y sequías (Beltrán et al., 2012).

Para Ayerza et al. (2006), varias observaciones de campo indican que la chía crece bien en suelos que contengan una alta variedad de nutrientes. Un factor muy importante para el crecimiento de la planta es la profundidad en la que debe ser plantada, no más de 10 milímetros de profundidad. Por estas razones su crecimiento y cuidado debe ser con cantidades limitadas de agua, de lo contrario el exceso podría inhibir su crecimiento.

2.1.4. TAXONOMÍA

En la Tabla 1 se presenta la clasificación taxonómica propuesta por Ixtaina (2010), la posición sistemática de la chía (*Salvia hispanica* L.) es la siguiente:

Tabla 1. Taxonomía de la semilla de chía

| | |
|---------------------------|--------------------------------|
| Reino: | Vegetal o Plantae |
| División: | Magnoliophyta o Angiospermae |
| Clase: | Magnoliopsida o Dicotyledoneae |
| Orden: | Lamiales |
| Familia: | Lamiaceae |
| Subfamilia: | Nepetoideae |
| Tribu: | Mentheae |
| Género: | Salvia |
| Especie: | Hispánica |
| Nombre Científico: | Salvia hispánica |

(Ixtaina, 2006)

2.1.5. ASPECTOS NUTRICIONALES

En la Tabla 2 se detalla la comparación entre los cinco principales cereales del mundo arroz, cebada, avena, trigo maíz y chía donde se observa su aspecto nutricional. La semilla de chía presenta un alto contenido de proteína, lípidos, fibra y ceniza en comparación con el contenido de los cereales descritos, siendo la semilla de chía un alimento de alto valor nutricional (Ayerza et al., 2006).

Tabla 2. Comparación nutricional entre chía, cebada, arroz, avena, trigo y maíz

| Granos | Energía Kcal/100 g | % | | | | |
|--------|--------------------|-----------|---------|---------------|--------|---------|
| | | Proteínas | Lípidos | Carbohidratos | Fibras | Cenizas |
| Arroz | 358 | 6.5 | 0.5 | 79.2 | 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 |
| Chía | 550 | 20.7 | 30.4 | 40.3 | 27.5 | 4.6 |

(Ayerza et al., 2006)

2.1.5.1. Contenido de lípidos

El contenido de aceite de la semilla de chía oscila entre 29% y 33%. El aceite tiene el mayor porcentaje conocido (62%-64%) de ácidos grasos.

La chía posee el mayor porcentaje (82.3%) combinado de ácidos grasos esenciales (alfa-linolénico y linoleico) de todos los cultivos. Le siguen el

cártamo, el lino y el girasol con 75%, 72%, y 67%, respectivamente (Ayerza et al., 2006).

De todas las fuentes de ácido grasos omega 3, sólo el lino (*Linum usitatissimum L.*) y la chía tiene su origen en cultivos agrícolas. Ambas son especies vegetales con la mayor concentración de ácido graso - linoléico conocida hasta la fecha en la Tabla 4 se puede comparar distintas fuentes de ácidos grasos y la semilla de chía (Di Sapio et al., 2008).

Tabla 3. Fuente de Ácidos grasos en semilla de chía

| Ácidos grasos | Ácidos Monoinsaturados Oleico | W-6 Linoleico | W-3 Linoléico |
|---------------------|-----------------------------------|---------------|---------------|
| Aceite | % de ácidos grasos totales | | |
| Pez Menhaden | 25.0 | 2.2 | 29.8 |
| Chía | 6.5 | 19.0 | 63.8 |
| Lino | 19.5 | 15.0 | 57.5 |

(Di Sapio et al., 2008)

2.1.5.2. Contenido de proteínas

Más allá de su excelente perfil lipídico, la chía tiene buena dosis de proteína entre el 19% y 23%, aminoácidos esenciales, entre ellos la lisina, limitante en los cereales. La chía no posee gluten, o sea que puede ser consumida por los celíacos (Di Sapio et al., 2008).

La metionina y la cisteína se comparan favorablemente con otras oleaginosas, los aminoácidos de la chía descritos en la Tabla 5, no tienen factores limitantes en una dieta para adultos lo que significa que ésta puede ser incorporada en la dieta humana y mezclada con otros granos, con el fin de producir una fuente equilibrada de proteínas (Coates, 2012).

Tabla 4. Contenido de aminoácidos del hidrolizado de proteínas de la semilla de chía

| Aminoácidos | Chía (extracción por solventes) | Chía (extracción por prensa) |
|---------------------|---------------------------------|------------------------------|
| | (g/16 g N) | |
| Ácido | | |
| Aspártico | 7.6 | 7.4 |
| Treonina | 3.4 | 3.3 |
| Serina | 4.9 | 4.4 |
| Ácido | | |
| glutámico | 12.4 | 13.7 |
| Glicina | 4.2 | 4.0 |
| Alanina | 4.3 | 4.4 |
| Valina | 5.1 | 5.3 |
| Cisteína | 1.5 | 1.0 |
| Metionina | 0.4 | 0.4 |
| Isoleucina | 3.2 | 3.4 |
| Leucina | 5.9 | 6.0 |
| Triptófano | --- | 1.3 |
| Tirosina | 2.8 | 2.7 |
| Fenilalanina | 4.7 | 4.8 |
| Lisina | 4.4 | 3.6 |
| Histidina | 2.6 | 2.5 |
| Arginina | 8.9 | 8.6 |
| Prolina | 4.4 | 3.9 |
| Total | 80.7 | 80.7 |

(Ayerza et al., 2006)

2.1.5.3. Vitaminas y minerales

Según Coates (2012) la chía es una gran fuente de vitamina B y la comparación del contenido de vitaminas de la chía y otros cultivos tradicionales muestra que tienen más niacina que el maíz, la soja, el arroz y el cártamo, pero menos vitamina A que el maíz.

La semilla de chía es una fuente excelente de calcio, fósforo, magnesio, potasio, hierro, zinc y cobre.

2.1.5.4. Antioxidantes

Las semillas de chía contienen una elevada cantidad de compuestos con potente actividad antioxidante (principalmente flavonoides), eliminando la necesidad de utilizar antioxidantes artificiales como las vitaminas (Di Sapio et al., 2008).

2.1.5.5. Fibra dietética

El alto contenido de fibra con un 27% y la calidad de la misma, sobre todo en forma de fibra soluble (mucílagos). El mucílago de la chía permanece fuertemente adherido a la semilla y tiene un alto peso molecular. La gran viscosidad del mucílago de la chía la hace más adecuada para producir efectos metabólicos deseados que fibras de poca viscosidad como la guar o beta-glucan. Debido a esto la chía es útil como fibra dietética y por esta razón puede tener aplicaciones en la industria alimenticia (Di Sapio et al., 2008).

2.1.6. USOS Y APLICACIONES

La semilla de la chía posee un gran potencial para ser empleada en la industria de los alimentos. La utilización de dicha semilla en el desarrollo de productos alimenticios, podría estar jugando una doble función: como aditivo alimentario al funcionar como un espesante y emulsificante, y como alimento funcional incrementando el valor nutricional de los productos (Bernáldez, 2008).

2.1.6.1. Aceite

En el trabajo de Di Sapia et al. (2008) la chía puede utilizarse a través del aceite de sus semillas, cultivadas en forma orgánica, prensadas en frío y sin proceso de refinado. El aceite obtenido de la semilla de chía no tiene ni produce olor a pescado por lo que el consumo de los productos obtenidos o realizados con la semilla de chía no necesitan un empaque y condiciones de almacenamiento especiales.

2.1.6.2. Semillas y Harina

La riqueza nutricional de la chía, la convierte en ingrediente ideal para adicionar a productos de panificación y a un sinnúmero de preparaciones culinarias y bebidas. Se la utiliza como ingrediente para hacer pan, barras energéticas, suplementos dietéticos, para Ayerza et al. (2006) es utilizada en dietas de aves para producción de huevos y carne y en dietas de vacas lecheras, entre otros con la finalidad de enriquecer los productos con omega 3, mejorando la calidad nutricional.

En el caso de consumir la semilla entera, conviene ingerirla molida (harina) o muy bien masticada, para permitir su correcta metabolización (Di Sapio et al., 2008).

2.1.7. LA CHÍA EN ECUADOR

Hoy en día, la chía se cultivada en México, Bolivia, Argentina, Ecuador y Guatemala con fines comerciales. (Iglesias, 2012). Sin embargo en Ecuador la producción de chía es reducida y pequeños agricultores han logrado generar la producción de semilla de chía en nuestro país. Por ésta razón en Ecuador el desconocimiento de la semilla de chía, sus beneficios y valor nutricional es muy grande. Sin embargo Coates (2012) afirma que Ecuador es un país con excelentes condiciones climáticas y agronómicas para cultivar la chía. Las investigaciones en Ecuador no son extensas, lo que la hace la razón por la que la información de su cultivo y producción sea limitada.

2.2. HARINA DE TRIGO

2.2.1. DEFINICIÓN

En el Codex Alimentarium se entiende por harina de trigo al producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura.

En los estudios de Saltos (2010) el grano de trigo contiene una composición de endospermo 85%, salvado 12.5%, y germen 2.5% esto puede variar dependiendo del origen y el tipo de trigo. En la Figura 3 se ve una ilustración de la semilla de trigo y sus partes.

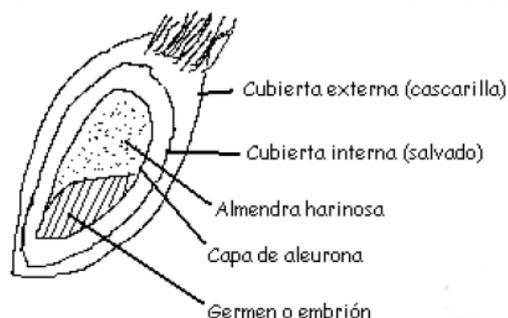


Figura 3. Semilla de trigo

(Saltos, 2010)

2.2.2. ASPECTO NUTRICIONAL

Para De la Vega (2009), los principales componentes de la harina de trigo son: almidón (70 – 75 %), agua (14 %) y proteínas (10 - 12 %) este contenido es relativamente bajo a comparación de otros cereales como el arroz. Su perfil de aminoácidos indispensables revela deficiencia en lisina y en treonina nos afirma López (2007), particularmente lípidos (2.9%).

El valor nutricional siempre ha sido una fuente importante, ya que aporta con hidratos de carbono (fibra cruda, almidón, maltosa, glucosa, rafinosa,), compuestos nitrogenados principalmente proteínas (Albumina, globulina, prolamina y gluteínas), lípidos, como ácidos grasos (mirístico, palmítico, oleico, linolénico, linoléico), sustancias minerales (Potasio, fósforo, azufre) presentan pequeñas cantidades pero no menos importantes vitaminas (colina y del complejo B) y enzimas (β -amilasa, celulasa, glicosidasas) (Lascano, 2010).

2.2.3. PROCESO

De acuerdo a Suárez (2005) la secuencia del proceso de obtención de harina de trigo tiene doce importantes pasos a seguir. En la Figura 4 se detallan los pasos de obtención.



Figura 4. Proceso de obtención de la harina de trigo

(Suárez, 2005)

2.2.4. CLASIFICACIÓN

2.2.4.1. Harinas panificables

Extras

De acuerdo a la Norma INEN (2006) es la harina elaborada hasta un grado de extracción determinado, que puede ser tratado con blanqueadores, mejoradores y fortificadas con vitaminas y minerales.

Harina integral

Es la harina obtenida de la molienda de granos limpios de trigo y que contiene todas las partes de la misma (INEN, 2006).

Harinas especiales

La Norma NTE INEN 616:2006 son harinas con un grado de extracción bajo, bajo parámetros de industrialización y destinadas a la fabricación de productos de pastificio, galletería y derivados de harinas autoleudantes.

Harina para pastificio

Según la Norma INEN (2006) es el producto elaborado de trigo apto para estos productos que pueden ser mejorados y fortificados.

Harinas para galletas

La Norma INEN (2006) hace referencia a esta harina como un producto elaborado a partir de trigos blandos y suaves o con trigos aptos para su elaboración y que pueden ser mejorados y fortificados.

Harinas autoleudantes

Es el producto que contiene agentes leudantes que pueden ser mejorados y fortificados.

En la Tabla 5 se presenta la composición nutricional para los tipos de harinas según el uso al que está destinada.

Tabla 5. Composición nutricional de las harinas según su uso

| REQUISITOS | Unid. | Harinas panificables | | Integral | | Harinas especiales | | | | | |
|----------------------------------|-------|----------------------|------|----------|------|--------------------|------|----------|------|-----------|------|
| | | Extra | | | | Pastificios | | Galletas | | Autoleud. | |
| | | Min. | Máx. | Min. | Máx. | Min. | Máx. | Min. | Máx. | Min. | Máx. |
| Humedad | % | - | 14.5 | - | 15 | - | 14.5 | - | 14.5 | - | 14.5 |
| Proteína (base seca) | % | 10 | - | 11 | - | 10 | - | 9 | - | 9 | - |
| Cenizas (base seca) | % | - | 0.7 | - | 2 | - | 0.8 | - | 0.75 | - | 3.5 |
| Acidez (Exp. En ácido sulfúrico) | % | - | 0.1 | - | 0.1 | - | 0.1 | - | 0.1 | - | 0.1 |
| Gluten húmedo | % | 25 | - | - | - | 23 | - | 23 | - | 23 | - |

(INEN, 2006)

2.2.5. USOS Y APLICACIONES

De acuerdo con López (2007), el trigo tiene usos diversos en la industria de alimentos, como principal ingrediente en la elaboración de pan, galletas, productos de repostería y pastas alimenticias (fideos).

2.3. CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS

La viscosidad, la elasticidad y la fuerza tensil son factores determinantes del comportamiento de las masas. Las propiedades viscoelásticas de una masa dependen principalmente de la temperatura, de la humedad, del estrés mecánico y de la naturaleza del material (Pepe, 2012).

La harina de trigo tiene propiedades reológicas únicas que la hacen muy apropiada para la fabricación de diferentes productos. Durante este

procedimiento se originan numerosos cambios físico-químicos que afectan a todos los componentes de la harina, en primer lugar a las proteínas y el almidón (CHOPIN, 2012).

Según Almade, Pérez, & Arrazola (2011), para caracterizar los productos obtenidos con las mezclas de harina de trigo, es de gran utilidad estudiar sus propiedades mecánicas y reológicas ya que sus resultados pueden ser útiles para obtener información fundamental acerca de los aspectos básicos de la textura y su relación con la estructura y con atributos sensoriales.

2.3.1. PROTEÍNAS

En el trigo las proteínas de reserva comprenden de 80 a 85 % del total de proteínas presentes en el grano. Estas proteínas de reserva ya hidratadas y orientadas forman una red insoluble llamada gluten. Las propiedades viscoelásticas del gluten dependen de factores como el genotipo (composición de gliadinas y gluteninas) y la distribución de las principales fracciones de proteínas de gluten (gliadinas y gluteninas) (Hernández et al., 2013).

Las gliadinas y gluteninas se encuentran normalmente en una relación 50/50 en el trigo. Las gliadinas representan un grupo sumamente polimórfico de proteínas monoméricas. Por otra parte, las gluteninas son una mezcla heterogénea de polímeros de alto APM y bajo peso molecular BPM.

En la red de gluten, la elasticidad está determinada por los enlaces disulfuro intermoleculares entre las gluteninas, mientras que la viscosidad está determinada por la fracción monomérica de gliadinas, teniendo solamente enlaces disulfuro intramoleculares. El número y cantidad de subunidades de glutenina de bajo peso molecular, están significativamente relacionadas con la extensibilidad de la masa (De la Vega, 2009).

2.3.2. ALMIDÓN

El almidón es un polisacárido vegetal que se lo encuentra en distintas fuentes como granos de cereal: maíz, trigo o arroz. El almidón está constituido por dos moléculas, amilosa y amilopectina (Guízar, 2009).

- **Amilosa**

Es una cadenal lineal compuesta de miles de unidades de glucosa, constituida por uniones glicosídicas. La amilosa forma una red tridimensional cuando las moléculas se enfrían y es el responsable de la verificación de pastas cocidas frías. Los almidones ricos en amilosa gelifican pero los almidones sin amilosa espesa pero no gelifican (Guízar, 2009).

- **Amilopectina**

Las moléculas de amilopectina tienen aproximadamente tres cuartos de los polímeros en un gránulo de almidón. Como se menciona antes solo la amilosa es formadora de gel, los almidones con un porcentaje alto de amilopectina tiene la capacidad de espesar una mezcla, las moléculas no se asocian y forman enlaces químicos (Guízar, 2009).

2.3.2.1. Gelatinización del Almidón

El mecanismo de la gelatinización se produce cuando se disuelve el almidón en agua y se aumenta gradualmente la temperatura de esta solución. Este

proceso hace que la estructura cristalina de las moléculas de amilosa y amilopectina se pierda y se hidraten, formando el gel. Si éste se enfría o si se deja a temperatura ambiente por suficiente tiempo, las moléculas se reordenan, disponiéndose las cadenas lineales de forma paralela y formando puentes de hidrógeno. Luego de este reordenamiento, el agua retenida es expulsada fuera de la red (sinéresis) y se separa la fase sólida (cristales de amilosa y amilopectina) de la fase acuosa (agua líquida) (Vásquez, 2008).

2.3.2.2. Retrogradación del Almidón

En el proceso de retrogradación, se produce una transformación en la que las moléculas gelatinizadas de almidón se reasocian para formar una estructura cristalina de dobles hélices. Por tanto el almidón que está en un estado muy inestable, empieza a ceder parte del agua; las celdillas se encogen, se endurecen, se hacen menos elásticas y más secas, lo que es desfavorable para los productos de panificación. Aunque este proceso es reversible, puesto que el almidón tiene la capacidad de reabsorber agua al ser sometido a calentamiento; un pan de buena calidad siempre se conservará tierno durante un periodo de tiempo mayor que el pan que desde el inicio presenta calidad desmejorada (Álvares, 2012).

2.3.3. HERRAMIENTAS REOLÓGICAS

2.3.3.1. Farinógrafo

Dada la importancia que se tiene por conocer las propiedades reológicas de la harina de trigo, se describe la información que se obtiene de los reómetros

De acuerdo con De la Vega (2009) el farinógrafo mide las propiedades dinámicas de la masa a través de la resistencia que ésta le opone al amasado mecánico en condiciones controladas.

Permitiendo visualizar las tres etapas del proceso de mezclado: 1. Hidratación de los componentes de la harina, 2. Desarrollo del gluten y 3. Colapso de la masa, con respecto al tiempo. De esta manera podemos saber el tiempo de trabajo mecánico que se le puede aplicar a la masa hasta antes de colapsar su malla de gluten (De la Vega, 2009).

2.3.3.2. Alveógrafo

Con este equipo se evalúa la capacidad que tiene el gluten para resistir un determinado trabajo mecánico. Esto se mide mediante la inyección de aire a una muestra de forma circular. Dicha muestra comienza a expandirse hasta que la presión interna es mayor y revienta la masa, en ese momento la curva del alveograma cae, la información que se obtiene es el trabajo de deformación (W) de la masa hasta la ruptura del alveolo, en el alveograma representa el área bajo la curva (De la Vega, 2009).

En el estudio sobre proteína de la harina de trigo (De la Vega, 2009) con el alveógrafo se miden también otros parámetros:

- P (tenacidad de la masa, indica la resistencia a ser estirada o deformada)
- L (extensibilidad de la masa, indica capacidad para permitir estiramiento)
- P/L (relación de equilibrio tenacidad/extensibilidad).

Las harinas que presentan una mayor proporción de gluteninas son más fuertes y tenaces, mientras que las harinas que presentan una mayor proporción de gliadinas son más viscosas y extensibles, las harinas con una relación balanceada de gliadinas y gluteninas presentan una fuerza media y son utilizadas para panadería, las harinas que presentan una mayor

proporción de gluteninas se utilizan para elaborar pastas y las harinas que presentan una mayor proporción de gliadinas se utilizan para elaborar galletas (De la Vega, 2009).

2.3.3.3. Extensógrafo

Determina los cambios en la tenacidad y elasticidad de la masa con respecto al tiempo, principalmente en la etapa de fermentación. Al igual que en el alveógrafo se mide la tenacidad (T) y la extensibilidad de la masa (L). Y se tiene la relación T/L. El área bajo la curva representa la fuerza de la masa (De la Vega, 2009).

2.3.3.4. Mixolab

El Mixolab determina las propiedades reológicas de las harinas sometidas a las condiciones de amasado y temperatura. Durante una prueba Mixolab, los efectos del amasado y la temperatura sobre el gluten y el almidón se evalúan mediante la medición del par (fuerza) producido entre los mezcladores en función del tiempo y la temperatura (CHOPIN, 2012).

Según Dubat (2013) el Mixolab proporciona información sobre:

1. El comportamiento de la mezcla (C1): se toman en cuenta parámetros como absorción de agua, tiempo de amasado, estabilidad y fuerza.
2. La calidad de la proteína (C2): si C2 es bajo la masa será inestable y por el contrario si C2 es alto la masa será dura.
3. La gelatinización del almidón (C3): este parámetro depende de la actividad amilásica y almidón dañado.
4. La actividad de la amilasa (C4): la actividad amilásica es fuerte si el C3 y C4 es bajo.

5. La retrogradación del almidón (C5): la vida útil es baja si el índice C5 es bajo.

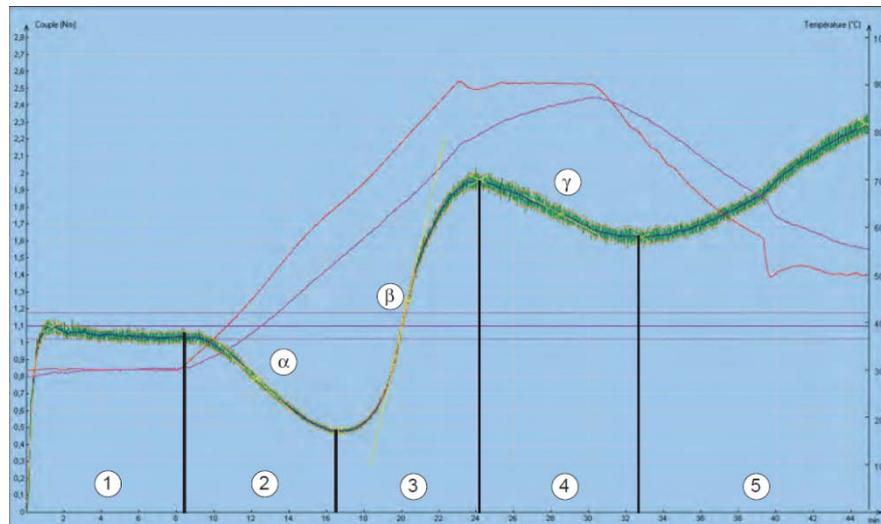


Figura 5. Representación de la curva Mixolab

(CHOPIN, 2008)

En la Figura 5 se presenta la curva Mixolab con la ubicación de los 5 aspectos antes mencionados. Mixolab también permite tener una idea del comportamiento de ciertos productos, el comportamiento de las harinas así también como determinar el tiempo de vida de un producto (CHOPIN, 2008).

2.4. GALLETAS

La Norma NTE INEN 2085:2005 define a las galletas como aquel producto obtenido mediante el horneado apropiado de las figuras por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano. De acuerdo a Álvares (2012) estos ingredientes pueden ser grasas comestibles, agua o leche y adición de aromas, huevo, azúcar y especias.

2.4.1. CLASIFICACIÓN

Según la norma NTE INEN 2085:2005 las galletas se les puede adicionar productos tales como: azúcares naturales, sal, productos lácteos y sus derivados, lecitina, huevos, frutas, pasta o masa de cacao, grasa, aceites, levadura y cualquier otro ingrediente apto para consumo humano.

En la Tabla 6 se presenta la clasificación de galletas donde se puede encontrar la descripción detallada, de las diferencias que existen entre los tipos de galletas.

Tabla 6. Clasificación de galletas.

| CLASIFICACIÓN | DESCRIPCIÓN |
|--|--|
| Galletas Simples | Galletas sin ningún agregado posterior al horneado. |
| Galletas Saladas | Galletas que tienen connotación salada. |
| Galletas Dulces | Galletas que tienen connotación dulce. |
| Galletas Wafer | Son aquellas obtenidas a partir del horneado de una masa líquida. |
| Galletas con relleno | Galletas a las que se les añade un relleno específico. |
| Galletas revestidas o recubiertas | Galletas que exteriormente presentan un baño o revestimiento pueden ser simples o rellenas. |
| Galletas bajas en calorías | Aquellas que se ha reducido su contenido calórico en por lo menos el 35% comparado con el alimento normal correspondiente. |

(INEN, 2005)

2.5. ANÁLISIS PROXIMAL

Para Greenfield & Southgate (2003) el sistema proximal de análisis se diseñó a mediados del siglo XIX en la estación experimental de Weende, en Alemania. Creado para obtener una clasificación muy amplia y con un nivel máximo de los componentes de alimentos.

Para Barrera, Tapia, & Monteros (2004) el análisis proximal, probablemente ha sido el método más usado de todos los tiempos, para expresar la calidad nutritiva global de un alimento, mide la cantidad de nutrientes presentes divididos en 6 diferentes grupos:

- Contenido de humedad (agua)
- Proteína bruta
- Fibra cruda
- Cenizas
- Extracto etéreo
- Elementos libres de nitrógeno.

2.6. ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial se lo puede definir como un conjunto de técnicas de medida y evaluación de determinadas propiedades de cierto alimento con ayuda de uno o más de los sentidos humanos (Sancho, Bota, & Castro, 1999).

La valoración sensorial es una función que la persona realiza de manera consciente o inconsciente, el aceptar o rechazar los alimentos de acuerdo con la sensación al observarlos o ingerirlos. La aceptación o rechazo varía con el tiempo u momento a si vez depende de la persona y del entorno.

Se toman en cuenta atributos que integran la calidad sensorial: Aspecto (tamaño, color, forma, etc.) Sabor (aroma, gusto), Textura y el desarrollo y adaptación de las pruebas sensoriales al control de la calidad de los alimentos (Sancho et al., 1999). En la Figura 6 se observa una representación de la calidad sensorial de acuerdo a diferentes aspectos.

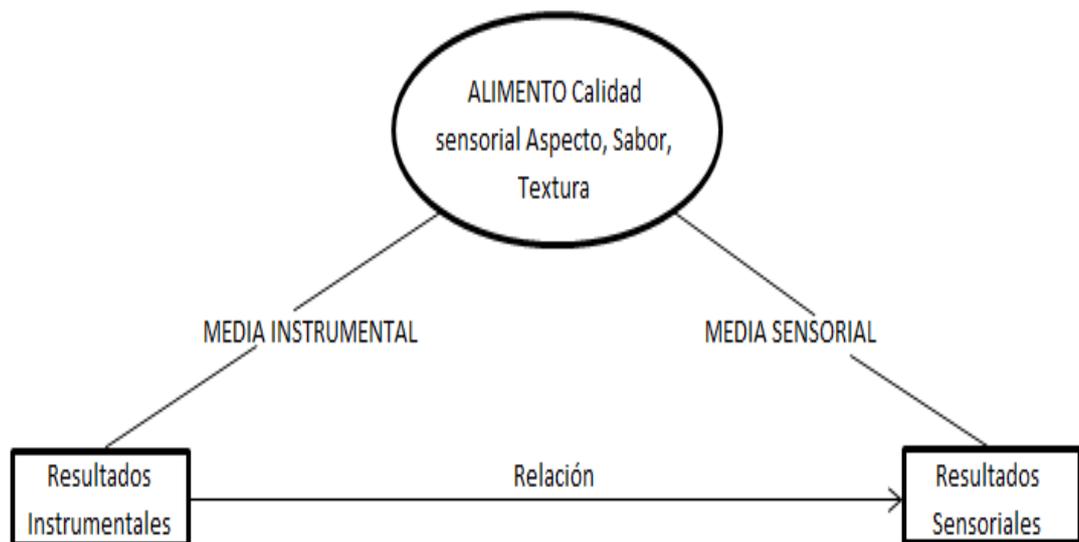


Figura 6. Representación de la idea como medida de la calidad sensorial

(Sancho et al., 1999)

2.6.1. CAMPO DE APLICACIÓN

El análisis sensorial funciona como una herramienta de Control de Calidad, que pretende prevenir los defectos que pueden surgir en un producto final. A su vez es usado como un análisis de aceptación que procura determinar el grado de aceptación que tendrá cierto producto y puede ser ejecutado por personas poco expertas en el análisis sensorial (Sancho et al., 1999).

2.7. COLORIMETRÍA

2.7.1. COLOR

El color es una impresión visual que tiene el sujeto del objeto cuando hay luz. La luz es constituida por ondas electromagnéticas que se propagan a unos 300.000 kilómetros por segundo. Esto significa que nuestros ojos reaccionan a la incidencia de la energía y no a la materia en sí. En consecuencia, es el resultado de un proceso múltiple donde intervienen distintos elementos, factores y procesos (EcuRed, 2012; Fonostra, 2012).

2.7.2. COLOR EN LOS ALIMENTOS

El color de un alimento aporta mucha información, ya que es uno de los indicadores de varios parámetros como su composición, el estado del alimento, visualmente es uno de los atributos que el consumidor toma en cuenta para percibir la calidad de un producto alimenticio. Existen varios factores que determinan o modificar el color de un alimento. Los más importantes pueden ser Deshidratación, Evaporación, Ahumado. Este análisis sensorial permite tener un parametro de la vida útil de los alimentos ya que el color está relacionado con las cualidades sensoriales, la composición química y, por tanto permite definir la calidad de un producto alimenticio (Aguascalientes, 2011).

2.7.3. ESCALA CIELAB

La escala de color de CIELAB es una escala aproximadamente uniforme en color. En una escala uniforme en color, las diferencias entre puntos trazados

en el espacio en color corresponden a diferencias visuales entre los colores trazados. El espacio de color de CIELAB es organizado en una forma de cilindro, donde, la coordenada a^* corresponde a rojo cuando a^* es mayor a 0, o a verde cuando a^* es menor a 0. La coordenada b^* corresponde al amarillo cuando b^* es mayor a 0, y al azul cuando b^* es menor a 0 (Carvajal, Aristizábal, Oliveros, & Mejía, 2011). El eje L^* se extiende de forma vertical, donde el máximo para L^* es 100 y el mínimo 0, donde 100 se interpreta como blanco y 0 como negro (Lewis, 2010; Hunterlab, 2008). En la Figura 7 se presenta un diagrama de escala CIELAB.

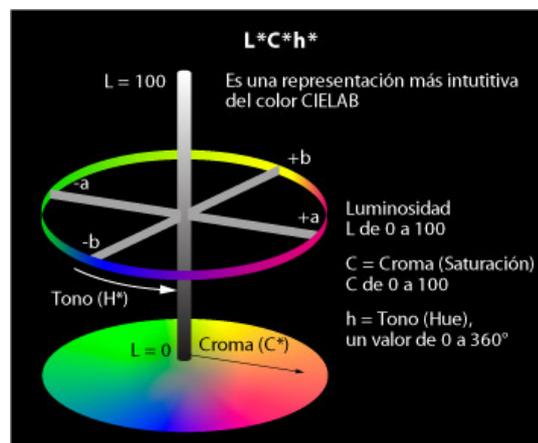


Figura 7. Escala CIELAB

(Boscarol, 2007)

Los valores de C^* y h^* se corresponden respectivamente con cromancia (chroma) y tono o matiz (hue).

El valor de h^* es el ángulo del tono, conocido también como tono angular, se expresa en grados que van de 0° a 360° (Boscarol, 2007). Los tonos se describen a lo largo de la circunferencia de máxima saturación, donde se localizan las cuatro tonalidades en ángulos específicos: rojo (a 30°), amarillo (a 90°), verde (a 150°) y azul (a 270°) (X-Riter, 2002).

El cromancia C^* también se conoce como saturación y expresa la separación al centro del eje de claridad L^* en el sistema tridimensional de color (Carvajal et al., 2011).

3. METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

3.1. MATERIAS PRIMAS

Para los ensayos del presente estudio se realizó semilla de chía cultivada y cosechada de la parroquia de Pifo en la provincia de Pichincha. Se utilizó la semilla de chía gris conocida como *Salvia hispánica L.* ya que en Ecuador es la única variedad que se produce. La harina de trigo galletera se obtuvo de la Panificadora Moderna de la ciudad de Quito.

3.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS

Se caracterizó la materia prima semilla de chía (*Salvia hispánica L.*) y harina de trigo galletera con el fin de determinar características importantes que favorecen a la elaboración de galletas simples.

3.2.1. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

El análisis físico químico de la semilla de chía y de la harina de trigo fue realizado en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP Anexo 1, donde se determinó el contenido de proteína, humedad, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda y elementos libres de nitrógeno. Los análisis y metodología se observa en la Tabla 7.

Tabla 7. Parámetro y metodología usada para la realización del análisis físico químico de harina de trigo y semilla de chía.

| ANÁLISIS | MÉTODO | MÉTODO REF |
|-----------------|----------------|-------------------|
| Humedad (%) | MO-LSAIA-01.01 | U. Florida (1970) |
| Proteína (%) | MO-LSAIA-01.02 | U. Florida (1970) |
| Extracto E. (%) | MO-LSAIA-01.03 | U. Florida (1970) |
| Ceniza (%) | MO-LSAIA-01.04 | U. Florida (1970) |
| Fibra (%) | MO-LSAIA-01.05 | U. Florida (1970) |
| E.L.N | MO-LSAIA-01.06 | U. Florida (1970) |

3.2.2. PROPIEDADES FUNCIONALES

Las propiedades funcionales se evaluaron a la semilla de chía entera, así como para la harina de trigo galletera.

- **ÍNDICE DE SOLUBILIDAD DE AGUA (ISA) E ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA (IAA)**

Se determinó utilizando el método propuesto por Anderson, Conway, & Peplinski (1969) con modificaciones, tanto en la harina de trigo y la semilla de chía por triplicado. En un tubo falcon de 50 ml previamente pesado, se colocó 2,5 g de muestra en base seca, se agregó 30 ml de agua destilada a temperatura ambiente, esta fue sometida a agitación durante 30 minutos; después de transcurrido este tiempo la muestra se sometió a centrifugación a 2500 g por minuto, durante 15 minutos. El sobrenadante obtenido fue colocado en una placa de aluminio y llevado a evaporación en estufa a 105°C por 4 horas.

Los resultados obtenidos de este análisis se expresaron en porcentaje para el ISA usando la ecuación [3.1], mientras que los resultados obtenidos para IAA se expresaron en g de agua/ g de materia seca, usando la ecuación [3.2]

$$ISA = \frac{M_{re}}{M_a (bs)} \times 100 \quad [3.1]$$

$$IAA = \frac{M_{rc}}{(M_a - M_{re}) (bs)} \quad [3.2]$$

Dónde:

ISA= Índice de solubilidad de agua (%)

IAA= Índice de absorción de agua (g agua/ g materia seca)

M_{re}= Masa de residuo de la evaporación (g)

M_a= Masa de la muestra (g); en base seca

M_{rc}= Masa del residuo de la centrifugación (g).

3.2.3. PROPIEDADES REOLÓGICAS

Las propiedades reológicas de las cuatro formulaciones propuestas: (harina de trigo (HT) – semilla de chía (CHI), 100%-0%, 85%-15%, 70%-30% y 55-45%, se realizaron por medio del uso de Mixolab. Los análisis fueron realizados por la empresa GRANOTEC siguiendo la metodología descrita por la AACC 54-60-01 (Anexo 2).

3.2.4. FORMULACIÓN DE GALLETAS CON SEMILLA DE CHÍA

Las galletas fueron elaboradas, en las instalaciones del Gremio de Panificadores de Pichincha. Se usó formulaciones básicas en función al 100% de harina. La formulación principal se presenta en la Tabla 8.

Tabla 8. Formulación aplicada para la elaboración de galletas en base al 100% de harina de trigo.

| INGREDIENTES | PORCENTAJE PANADERO (%) |
|------------------|-------------------------|
| Harina de Trigo | 100% |
| Margarina | 50 |
| Sal | 0.3 |
| Azúcar | 50 |
| Huevos | 20 |
| Leche | 30 |
| Polvo de hornear | 1 |

Se elaboraron 4 formulaciones distintas en donde el porcentaje de harina de trigo varió con la adición de la semilla de chía. La semilla de chía fue sustituida en harina de trigo en los siguientes porcentajes: (harina de trigo (HT) – semilla de chía (CHI), 100%-0%, 85%-15%, 70%-30% y 55-45%.

Para el proceso de preparación de las galletas es muy importante el orden de los ingredientes, los que a su vez deben estar previamente pesados. En este caso ingredientes fueron adicionados en mezcladora eléctrica, comenzando por la margarina y el azúcar, hasta lograr una buena esponjosidad. Se incorporaron los huevos y la leche, finalmente la harina y la chía con el polvo de hornear. Todos los ingredientes fueron mezclados durante 5 minutos.

La masa obtenida se colocó en una manga pastelera con la finalidad de obtener una forma homogénea de las galletas y un peso similar entre ellas.

En las latas para hornear se colocaron las galletas con un peso de 10 gramos aproximadamente.

Previamente el horno industrial fue precalentado a 180°C, las latas que contenían las galletas con cada una de las formulaciones, fueron introducidas en el horno durante 15 minutos.

3.3. CARACTERIZACIÓN PRODUCTOS OBTENIDOS

3.3.1. MEDICIÓN DEL COLOR

La medición del color se realizó sobre la corteza de las galletas mediante el sistema de coordenadas CIE L*a*b*, con el colorímetro Konica Minolta Chroma Meter CR-400. El equipo se empleó para obtener el valor de los parámetros de color: coeficiente de luminosidad o claridad (L*), componente de color que varía de tono verde al rojo (a*) y componente de color que varía de tono azul al amarillo (b*); de donde se calcularon los valores de la escala CIE L*C*h*: ángulo de tono (h*) usando la ecuación [3.3] y croma-saturación de color (C*) usando la ecuación [3.4]; los mismos que se definen empleando las siguientes ecuaciones (Sanz & Gallego, 2001).

$$h^* = \arctg (b^*/a^*) \quad [3.3]$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad [3.4]$$

Dónde:

h^* = Ángulo de tono

C^* = Croma-saturación de color

a^* = valor rojo/verde

b^* = valor amarillo/azul

3.3.2. VOLUMEN ESPECÍFICO

Fue evaluado usando el método 10-05.01 de la AACC (2000). Las evaluaciones se hicieron por triplicado en galletas horneadas con semilla de chía previamente pesadas (g). El volumen se determinó por desplazamiento de semillas de quinua a una velocidad constante colocadas en un recipiente cilíndrico el cual tenía un volumen conocido.

Este cilindro se aforó y el exceso de semillas fue retirado con una regla, hasta obtener una superficie lisa, después se retiró todas las semillas de quinua en otro recipiente; En el recipiente cilíndrico las galletas fueron colocadas de forma horizontal y se repitió el proceso dejando caer las semillas de quinua, se elimina el exceso y por diferencia de peso se determinó el volumen de la galleta.

Una vez obtenido el volumen en (cm³). Se calculó el volumen específico con la siguiente ecuación [3.5]:

$$V = \frac{\text{Volumen (cm}^3\text{)}}{\text{Masa (g)}} \quad [3.5]$$

3.3.3. ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial de las galletas desarrollado con los diferentes porcentajes de concentración de chía, se llevó a cabo con la participación de 101 posibles consumidores no entrenados a través de encuestas. La aceptabilidad de los consumidores se evaluó mediante una escala hedónica de 10 puntos donde se reflejaba el grado de aceptación general del producto (10. Me gusta mucho a 1. Me disgusta mucho) Anexo 3.

A los participantes se les entregó cuatro muestras correspondientes a las cuatro formulaciones utilizadas para el presente trabajo, en diferente orden

con la finalidad de que los panelistas no asocien las cantidades de cada una de las formulaciones.

Además fue entregada una encuesta en la que se evaluó los parámetros de color, textura, color y aceptabilidad global del producto mediante la escala hedónica propuesta.

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS

Para el análisis de datos se utilizó la herramienta estadística Statgraphics Centurión XV, versión 15.2.05; se utilizó un análisis de varianza simple para el análisis de resultados con pruebas de múltiples rangos con Tukey con una significancia de 0.05.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. CARACTERIZACIÓN DE MATERIA PRIMA

4.1.1. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

En el Tabla 9 se presenta los resultados obtenidos del análisis proximal de la materia prima utilizada en el presente trabajo.

Tabla 9. Análisis proximal realizado a la harina de trigo y semilla de chía.

| ANÁLISIS | UNIDAD | H. TRIGO | SEMILLA DE CHÍA |
|------------------|--------|----------|-----------------|
| HUMENDAD | % | 11.3 | 4.8 |
| CENIZA* | % | 0.5 | 5.0 |
| EXTRACTO ETÉREO* | % | 1.7 | 30.2 |
| PROTEÍNA * | % | 13.4 | 18.0 |
| FIBRA* | % | 0.6 | 23.5 |
| CARBOHIDRATOS* | % | 83.8 | 23.3 |

Análisis marcados con * reportan en base seca

Estudios realizados por Salgado et al. (2008) y Mera (2009) para la semilla de chía reportaron valores de humedad (5.2%, 9.4%), ceniza (3.7%, 3.4%), proteína (18.9%, 18.7%), fibra (21.7%) y carbohidratos (24.5%), mientras que se reportaron valores menores de extracto etéreo (25.9%-19.5%); los estudios mencionan que estos valores dependen directamente de las condiciones climáticas, condiciones de cultivo, lugar donde se siembra y del riego, podría decirse que los factores antes mencionados son diferentes en los cultivos de chía en México con los cultivos de chía en Ecuador.

Los estudios elaborados por Iglesias (2012) y Benítez, Archiles, Rangel, Ferrer, Barboza & Márquez (2008) obtuvieron resultados en la harina de trigo: humedad (14.3%, 8.5%), ceniza (0.64%, 2.5%), extracto etéreo (0.79%, 0.53%), proteína (10.1% 12.0%) y fibra (5.3%, 0.8%); en cuanto a carbohidratos Benítez et al., (2008) reportaron un valor de 75.7%. Podría decirse que las diferencias en los valores reportados se deben a la calidad y el tipo de la harina utilizada en el proceso.

La comparación del análisis proximal aplicado a las dos principales materias primas. Como se observa en la Tabla 9, la semilla de chía tiene riqueza lipídica y proteica en comparación a la harina de trigo, además de tener un alto contenido de fibra y ceniza. Por otra parte, se pueden observar las diferencias en cuanto a humedad y carbohidratos, siendo mayores en la harina de trigo. Iglesias (2012) menciona en su estudio que el contenido en carbohidratos disminuye en el caso de la semilla de chía respecto al caso de la harina de trigo debido a que se trata de una oleaginosa, mostrando concordancia con los resultados del presente estudio.

4.1.2. ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA (IAA) E ÍNDICE DE SOLUBILIDAD DE AGUA (ISA)

En la Tabla 10 se observan los resultados obtenidos en IAA e ISA aplicados a las dos materias primas.

Tabla 10. Resultados obtenidos del ISA e IAA realizados a la harina de trigo y semilla de chía.

| Materia Prima | Resultado ¹ | |
|-----------------|------------------------|--------------------------|
| | ISA (%) | IAA (g de gel/g muestra) |
| Harina de Trigo | 5.8 ± 0.2 ^a | 2.2 ± 0.01 ^b |
| Semilla de Chía | 0 ± 0 ^b | 12.8 ± 0.2 ^a |

¹media ± desviación estándar (n=3)

Letras minúsculas distintas en la misma columna indican diferencias significativas a Tuckey $p=0.05$

Coates (2012) menciona que la semilla de chía es fuente rica en fibra dietética (soluble e insoluble), la soluble se hincha en contacto con el agua formando un gel y la insoluble no se hincha ni se disuelve en agua sin formar un gel; la fibra soluble de la semilla de chía en contacto con el agua forma mucilago y tiene la capacidad de absorber toda el agua con la que está en contacto; en este estudio la semilla de chía alcanzó un índice de absorción de 12.8 g gel/g muestra, mientras que el índice de absorción en la harina de trigo fue de 2.2 g gel/g muestra, siendo mayor el índice de la chía.

En cuanto a la harina de trigo se obtuvieron valores superiores, IAA de 2.2 e ISA de 5.8. Lescano (2010) reportó valores similares, IAA de 2.1 pero un valor menor en ISA de 1.9, advirtiendo que las harinas con altos índices de solubilidad de agua pueden evidenciar un mayor porcentaje de almidón dañado generando efectos beneficiosos, así también como el tamaño del gránulo. Podría decirse que el porcentaje de almidón dañado en la harina de trigo utilizada en el presente estudio fue elevado provocando el aumento del índice de solubilidad de agua.

4.2. PRUEBAS REOLÓGICAS MIXOLAB

4.2.1. CARACTERIZACIÓN DE MASAS MEDIANTE LAS CURVAS DEL MIXOLAB

Los parámetros manejados en Mixolab son utilizados principalmente para evaluar el comportamiento de la masa en la elaboración de pan, sin embargo, en el presente trabajo se utilizó como una forma de caracterización de harina de trigo para galletas.

En el presente estudio el parámetro C1 (comportamiento de la mezcla, hidratación y estabilidad) mostró que la estabilidad de la masa fue aumentando directamente con el incremento de chía en las diferentes formulaciones, de 8.0 min en la formulación sin chía, a 13.3 min en la formulación con mayor cantidad de chía (45%). Lascano (2010) también menciona que la sustitución de harina de trigo por harinas de maíz, quinua y papa forman masas débiles, disminuyendo su estabilidad y reduciendo el gluten, ya que estas harinas no poseen gluten; en el caso de la semilla de chía, ésta no posee gluten en su estructura pero puede ser utilizada como un sustituto de harina de trigo por su alto contenido de proteínas e hidrocoloides (Coates, 2012).

La Tabla 11 expone los valores para C1 en cada una de las formulaciones; los tiempos varían con las diferentes cantidades de semilla de chía, el Par (Nm) obtenido al 100% de harina de trigo es el mismo obtenido en la formulación con un 30% de chía. Según Lascano (2010) el tiempo de C1 al momento de llegar a 1,1 no debe ser menor a 4 min, si este tiempo es menor las masas son débiles y de menos tolerantes al amasado.

La formulación con un 45% de semilla de chía presentó un tiempo menor por lo que se podría decir que una elevada cantidad de semilla de chía provoca que la masa sea más débil y menos resistente al amasado debido a la

presencia de lípidos de la semilla, mientras que la formulación con un 15% de semilla de chía presentó un tiempo de 5 minutos, con lo que se definió que es una masa tolerante al amasado.

Tabla 11. Valores obtenidos de las curvas MIXOLAB para cada formulación.

| CURVA | 100% Harina de trigo | | 15% semilla de chía | | 30% semilla de chía | | 45% semilla de chía | |
|-------|----------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | %Hidratación | Estabilidad | %Hidratación | Estabilidad | %Hidratación | Estabilidad | %Hidratación | Estabilidad |
| | 55.9 | 8.0 | 55.9 | 8.0 | 52.6 | 10.4 | 52.6 | 13.3 |
| | TIEMPO (min) | PAR (Nm) | TIEMPO (min) | PAR (Nm) | TIEMPO (min) | PAR (Nm) | TIEMPO (min) | PAR (Nm) |
| C1 | 4.1 | 1.1 | 5.0 | 1.1 | 4.5 | 1.1 | 3.2 | 1.1 |
| C2 | 16.6 | 0.5 | 15.9 | 0.5 | 15.7 | 0.8 | 14.7 | 0.9 |
| C3 | 26.1 | 1.9 | 24.3 | 2.4 | 22.2 | 2.9 | 21.9 | 3.0 |
| C4 | 29.8 | 1.6 | 31.4 | 2.9 | 31.4 | 2.5 | 33.6 | 2.5 |
| C5 | 45.1 | 2.9 | 45.1 | 2.9 | 45.0 | 2.8 | 45.1 | 2.7 |

En el caso del parámetro C2 (calidad de la proteína) las harinas con un C2 inferior a 0.5 Nm proporcionan una masa de consistencia adecuada y productos con mayor volumen, un C2 superior a 0.6 Nm proporcionan una masa de consistencia elevada pero con un volumen muy bajo (CHOPIN, 2008). Dicho lo anterior, se notó que a partir de una gran cantidad de chía como es el caso del 30% y 45% el índice de C2 se eleva de un 0.8 a 0.9, siendo estas dos formulaciones las que presentaron un menor volumen específico debido a la presencia de lípidos en la semilla. Para Garda, Álvarez, Lattanzio, Ferrario & Colombio (2012) la semilla de chía al contener mucílago y al estar exenta de gluten no general volúmenes altos sin embargo es un gran sustituto para elaboración de productos libres de gluten.

En el parámetro C3 (gelatinización del almidón) se observó que con un aumento de la temperatura y de la cantidad de semilla de chía produce un incremento de C3. Para Sandoval et al., (2012) en su estudio reológico de las mezclas de harinas: trigo (*Triticum vulgare*), cebada (*Hordeum vulgare*) y papas (*Solanum tuberosum*) un trigo con una calidad superior de almidón y una actividad amilásica más baja tendrá un C3 más elevado. Por otro lado, la presencia de lípidos (contenido de grasa en la semilla de chía) interfiere

en la gelatinización del almidón debido a la formación del complejo lípido-amilosa, confiriendo una mayor estabilidad granular del almidón que se traduce en una mayor entalpía de gelatinización (Iglesias, 2012), entonces podría decirse que la presencia de semilla de chía favorece a la calidad del almidón presente en la harina de trigo, aumentando los valores encontrados de C3 a medida que se aumentan la cantidad de semilla de chía, como se observa en la Tabla 11.

En el parámetro C4 (acción de enzimas, estabilidad del gel) se observó que los índices van aumentando, por ende, se presentó una actividad amilásica menor en las formulaciones con presencia de chía (valores más altos), presentando un volumen más bajo en comparación con las galletas al 100% de harina de trigo, concordando con Lascano (2010) donde expone que al presentar gran cantidad de esta enzima la masa se desbordará y tendrá consistencia casi líquida, por lo contrario si la actividad es muy baja no habrá volumen en las galletas y la miga será muy rígida.

En cuanto al índice C5 (retrogradación), los valores obtenidos en el presente estudio van disminuyendo a medida que la cantidad de chía aumenta, por lo que podemos decir que la adición de semilla de chía disminuye su retrogradación debido a la presencia de lípidos favorables, que de acuerdo al estudio realizado por Iglesias (2012) la chía constituye el ingrediente con mayor contenido de aceite accesible pudiendo interferir en la recristalización de la amilopectina. Este ingrediente también posee alta concentración de mucílagos lo que afecta el equilibrio del agua en la masa pudiendo inhibir la retrogradación.

4.3. CARACTERIZACIÓN PRODUCTOS OBTENIDOS

4.3.1. PRUEBAS DE COLOR

La Tabla 12 muestra los resultados obtenidos en las pruebas de color que se aplicaron a cada una de las formulaciones elaboradas.

Tabla 12. Valores de L*, a*, b*, croma y *hue* obtenidos en la prueba de color aplicada al producto obtenido.

| TRATAMIENTOS | L* | a* | b* | CROMA | HUE |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 100% Harina de trigo | 61.2±2.5 b | 7.3±0.4 a | 34.5±0.8 a | 35.3±0.9 a | 78.1±0.4 d |
| 15% Semilla de Chía | 67.2±3.3 a | 1.0±0.1 c | 32.4±1.7 a | 32.4±1.7 a | 89.4±0.8 a |
| 30% Semilla de Chía | 60.7±0.9 b | 1.4±0.3 bc | 26.6±2.9 b | 26.6±2.9 b | 87.1±0.4 b |
| 45% Semilla de Chía | 58.8±1.7 b | 1.9±0.2 b | 24.3±0.2 b | 24.4±0.2 b | 85.6±0.5 c |

Media ± desviación estándar (n=3)

Letras minúsculas distintas en la misma columna indican diferencias significativas usando Tuckey p=0.05

En la Tabla 12 se observa que los valores obtenidos en a* para cada uno de los tratamientos presentan diferencias significativas y que sus valores son mayores a 0, es decir, presentan una coloración rojiza. Así también podemos notar que los valores que se obtuvieron en b* son mayores a 0 presentando una coloración amarillenta notándose menor intensidad en los tratamientos con 30% y 45% de semilla de chía.

4.3.1.1. Luminosidad

La galleta que contiene un 15% de semilla de chía presentó valores superiores de L* existiendo diferencia significativa con las demás

formulaciones 100% harina de trigo, 30% y 45% semilla de chía, este valor muestra que las galletas presentan una coloración gris, acercándose a una coloración blanca. En cuanto a la formulación con 30% y 45% de semillas de chía, el valor L^* es más bajo que los valores obtenidos en las diferentes formulaciones con menor contenido de semillas de chía; en este caso se puede decir que la disminución en la luminosidad de la galleta se debió a existe una mayor cantidad de semillas de chía.

De acuerdo al estudio de Qaisrani, Butt, Anjum, & Sheikh (2013), en los tratamientos realizados con el cereal *Psyllium Husk*, a medida que el porcentaje aumenta las galletas obtienen valores de L^* menores, es decir, que según el sustituto que se use y la cantidad del mismo las galletas van adquiriendo un color oscuro.

En la Figura 8 se presentan los resultados de los valores de L^* mostrando que la formulación con 15% obtuvo el valor más elevado de L^* , por el contrario las formulaciones de 30% y 45% presentan los valores más bajos, podría decirse que estos valores se deben a la cantidad de chía presente en estas formulaciones. La formulación con 100% de harina de trigo presentó un valor similar a las de 30% y 45% de semilla de chía, debido a que el color en productos horneados es determinado por la producción de pigmento marrón por la reacción de Maillard con influencia de la temperatura de horneado; tal reacción afecta a los valores de color (Yang et al., 2012).

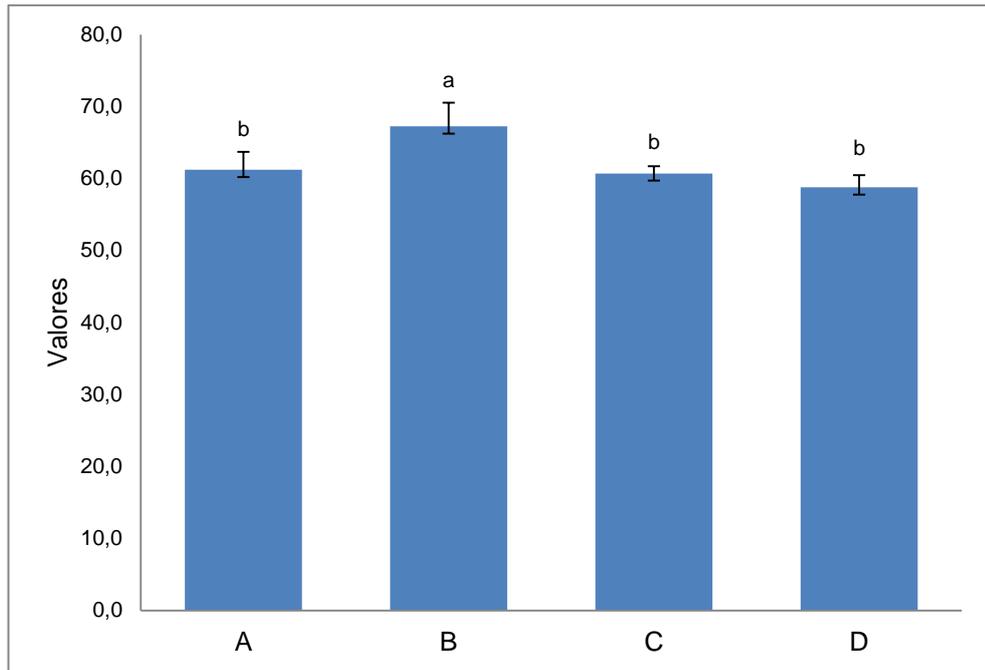


Figura 8. Comparación de los valores obtenidos de L* en las diferentes formulaciones de galletas.

Letras minúsculas distintas indican que el valor es significativamente diferente entre muestra donde A contiene 100% de harina de trigo, B 15% de semilla de chía, C 30% de semilla de chía y D 45% de semilla de chía.

4.3.1.2. Hue

La Figura 9 muestra la comparación de las medias de h* obtenidas en las diferentes formulaciones, donde se puede notar que la formulación con 100% de harina de trigo obtuvo el valor más bajo, este valor expresa que su color se encuentra entre los colores anaranjados. Por el contrario la formulación con un 15% de semilla de chía presenta un color amarillento y a medida que la cantidad de chía aumenta las demás formulaciones van variando entre colores rojos y amarillos, teniendo diferencias significativas entre cada una de las formulaciones.

Iglesias (2012) reportó que el valor de h* en el pan con 5% semilla de chía obtuvo un grado de 84.3 valor muy similar a los obtenidos en las galletas con

semilla de chía, debido a la presencia de los pigmentos propios de la oleaginosa.

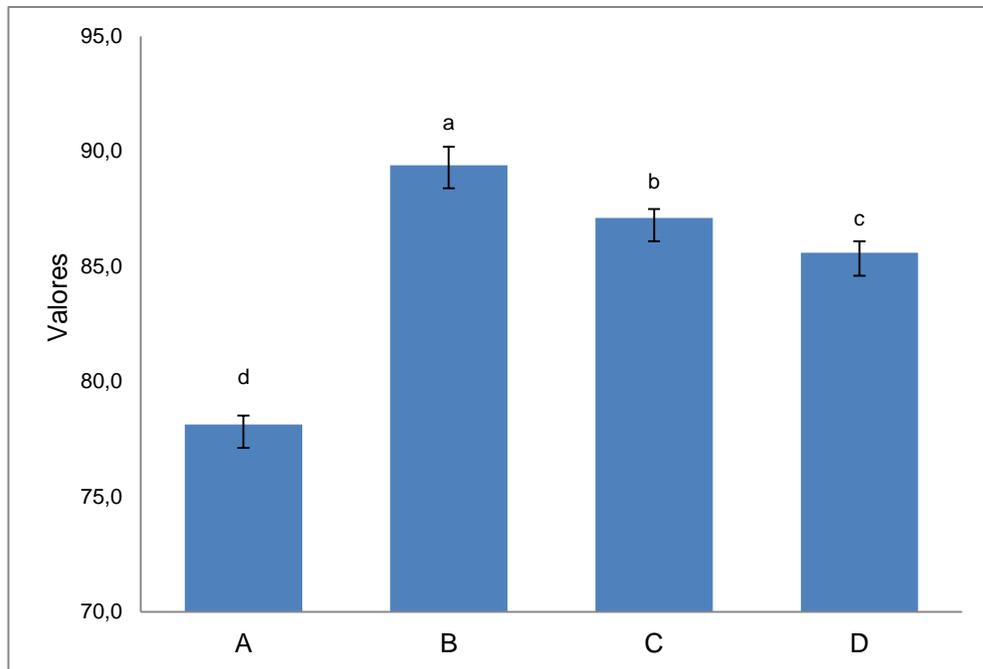


Figura 9. Comparación de los valores de Hue obtenidos en cada uno de las formulaciones realizadas.

Letras minúsculas distintas indican que el valor es significativamente diferente entre muestra donde A contiene 100% de harina de trigo, B 15% de semilla de chía, C 30% de semilla de chía y D 45% de semilla de chía.

4.3.1.3. Croma

La Figura 10 muestra que no existen diferencias significativas entre las dos primeras formulaciones con 100% harina de trigo y 15% semilla de chía, estos valores de 35.3 y 32.4 para 15% respectivamente. Las formulaciones 30% y 45% de semilla de chía presentan diferencias significativas con las formulaciones 100% de harina de trigo y 15% de semilla de chía. Se observa claramente que las coordenadas cromáticas van descendiendo a medida que la cantidad de chía aumenta, este podría ser el factor más relevante que genera un cambio en todos los aspectos de color, es decir, que el aumento

de semilla de chía genera colores más insaturados entre gris, negro y blanco, sin llegar a obtener un color totalmente puro.

Según Iglesias (2012) en su estudio el pan elaborado con un 5% de semilla de chía presenta un valor en C* de 32.9, similar al obtenido en las galletas con 15% de semilla de chía.

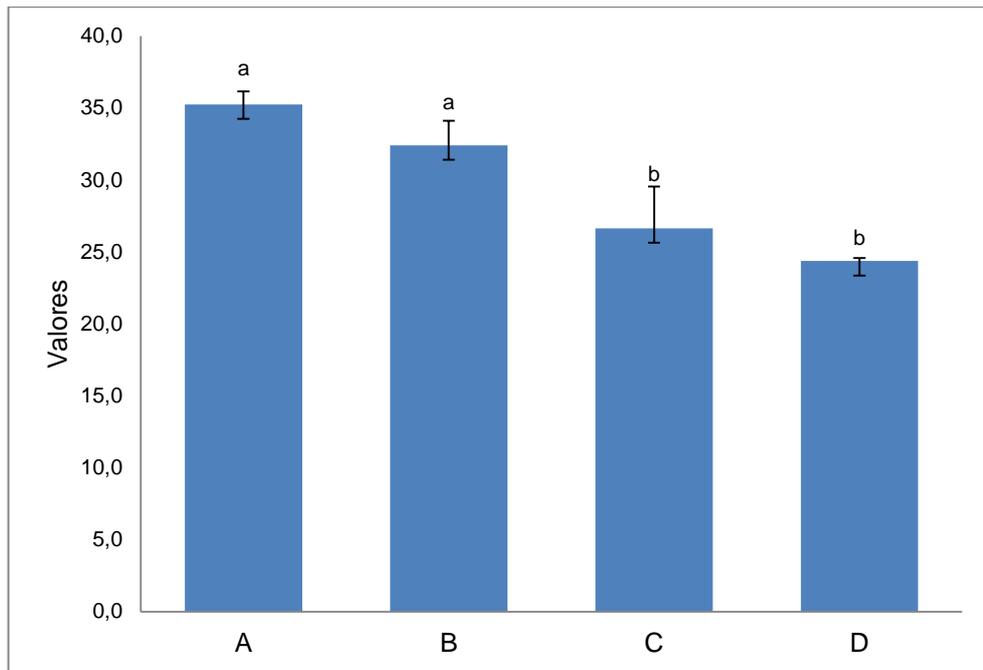


Figura 10. Comparación de los valores de Cromo obtenidos en cada uno de las formulaciones realizadas.

Letras minúsculas distintas indican que el valor es significativamente diferente entre muestra donde A contiene 100% de harina de trigo, B 15% de semilla de chía, C 30% de semilla de chía y D 45% de semilla de chía.

4.3.2. DETERMINACIÓN DE VOLUMEN ESPECÍFICO

La Tabla 13 muestra los valores obtenidos de volumen específico en las diferentes formulaciones aplicadas. La primera formulación obtuvo mayor volumen ya que no utilizó semilla de chía permitiendo tener un volumen más grande en la galleta.

Tabla 13. Volumen específico de galletas elaboradas con harina de trigo y semilla de chía.

| Formulaciones | Volumen Específico¹ (cm³/g) |
|-----------------------------|--|
| 100% Harina de trigo | 5.2 ± 0.2 ^a |
| 15% Semilla de Chía | 4.5 ± 0.2 ^b |
| 30% Semilla de Chía | 4.5 ± 0.1 ^b |
| 45% Semilla de Chía | 4.4 ± 0.2 ^b |

¹media ± desviación estándar (n=3).

Letras minúsculas distintas en la misma columna indican diferencias significativas usando Tuckey p=0.05

Como se observa en la Tabla 13 los valores obtenidos de volumen específico de las galletas baja considerablemente en todas las formulaciones con semilla de chía, a excepción de la formulación 100% de harina de trigo, esto debido al aumento de semilla de chía en las demás formulaciones, como se observó en el parámetro C4 del análisis Mixolab antes descrito en donde la presencia de una actividad amilásica menor genera volúmenes bajos en las formulaciones con semilla de chía.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras 100% harina de trigo y 15% semilla de chía, 100% harina de trigo y 30% semilla de chía, 100% harina de trigo y 45% semilla de chía, mientras que entre las muestras 15% semilla de chía, 30% semilla de chía y 45% semilla de chía no se encontraron diferencias significativas. Según Cabeza (2009) los ácidos grasos desempeñan una misión antiglutinante en las masas, contribuyen a su plasticidad y su adición suaviza la masa, y actúan como lubricante, además juegan un papel importante en la textura de las galletas, ya que disminuyen su dureza característica. La grasa contribuye a un aumento de la longitud, una reducción en grosor y peso de las galletas,

caracterizada por una estructura fácil de romper. Podría decirse que la razón principal para la disminución del tamaño de la galleta 15% semilla de chía, 30% semilla de chía y 45% semilla de chía es la presencia de ácidos grasos (omega-3 y omega-6) aportados por la semilla de chía (Coates, 2012).

De acuerdo al estudio de Henao & Aristizábal (2009) en los productos horneados elaborados con 15% de semilla de chía presentaron menor volumen específico que aquellos elaborados únicamente con harina de trigo. El presente estudio encontró concordancia con lo expuesto por Henao & Aristizábal (2009) al reportar una reducción del volumen específico con la adición de semilla de chía en las formulaciones 15% semilla de chía, 30% semilla de chía y 45% semilla de chía.

4.4. ANÁLISIS SENSORIAL

En el análisis sensorial de las galletas con semilla de chía se evaluaron cuatro aspectos fundamentales: aceptabilidad global, color, sabor y textura. La Tabla 14 presenta los resultados obtenidos en este análisis.

Tabla 14. Aspectos evaluados en el Análisis sensorial.

| | ACEPTABILIDAD GLOBAL | SABOR | COLOR | TEXTURA |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| 100% Harina de Trigo | 8.2±1.5 ^a | 7.8±1.8 ^a | 8.5±1.6 ^a | 8.34±1.8 ^a |
| 15% Semilla de Chía | 7.4±1.6 ^b | 6.9±1.9 ^b | 7.4±2.0 ^b | 7.6±2.0 ^{ab} |
| 30% Semilla de Chía | 7.1±1.9 ^{bc} | 7.4±2.0 ^{ab} | 6.7 ±2.1 ^{bc} | 7.4±5.5 ^{ab} |
| 45% Semilla de Chía | 6.7±1.9 ^c | 7.1±2.1 ^{ab} | 6.1 ±2.1 ^c | 6.6±2.1 ^b |

Letras minúsculas distintas en la misma columna indican diferencias significativas usando Tuckey p=0.05

Las pruebas de aceptabilidad global mostraron que existen diferencias significativas entre las galletas 100% harina de trigo y las galletas con sustitución de semilla de chía de 15%, 30% y 45%; mientras que las galletas con el 15% y el 30% de sustitución reportaron una aceptabilidad global similar, así como la de 30% y 45%. Se encontró que la formulación de galleta con sustitución de semilla de chía con mayor aceptación global fue la de 15%.

La evaluación de sabor presentó diferencias significativas entre las galletas con 100% de harina de trigo y las galletas con sustitución de 15% de semilla de chía, además se reportó una aceptación similar en cuanto al sabor para las formulaciones de 15%, 30% y 45% de semilla de chía. Se consideró que la cantidad de semilla de chía afecta al sabor debido a su elevado contenido de ácidos grasos, dándole un sabor totalmente distinto de la galleta que no contenía semillas.

Los resultados obtenidos de color reportaron que existen diferencias significativas entre las galletas con 100% de harina de trigo y las que contenían semilla de chía en 15%, 30% y 45%. Gutiérrez (2007) en su estudio de elaboración de galletas con semilla de chía encontró que la diferencia de color en las galletas está directamente relacionado con la cantidad de materia grasa presente en la formulación, ya que al tener mayor contenido de materia grasa aportado por la semilla de chía, el producto presenta un menor tostado en la superficie; es importante destacar que en el presente trabajo, el consumidor prefiere un producto más tostado, y en este estudio las galletas con semilla de chía se caracterizaban por un color más pálido, teniendo una menor aceptación.

En la textura no se presentaron diferencias significativas entre las formulaciones con 15%, 30% y 45% de semilla de chía, mientras que si se encontraron diferencias significativas entre la formulación 100% de harina de trigo y 45% con semilla de chía.

Iglesias (2012) reportó en su estudio que el pan con semilla de chía tuvo la más alta aceptación por parte de los consumidores que eligieron entre el pan con semilla de chía y pan con harina de chía. Los resultados del análisis sensorial de las galletas con semilla de chía en cuanto a aceptación global, color, sabor y textura se vieron influenciadas por las cantidades adicionadas de chía, y la aceptación disminuye a medida que las cantidades aumentan.

Como se observa en la Tabla 14 los aspectos tomados en cuenta para el análisis sensorial en cada una de las formulaciones se evidencia que la mejor formulación después de la muestra patrón fue la galleta con un 15% de semilla de chía. Además se puede notar que el aumento de semilla de chía perjudica a la aceptación de las galletas con mayor contenido de la misma.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación se estudió la influencia de las cantidades de semilla de chía en la elaboración de galletas, aplicando cuatro diferentes formulaciones donde se sustituye la harina de trigo por la semilla de chía, encontrándose que:

- Se concluye que existe gran diferencia en cuanto al valor nutricional de la harina de trigo y la semilla de chía a través del análisis proximal, se encuentra que la semilla de chía es una gran fuente de proteínas, lípidos, fibra y ceniza en comparación a la harina de trigo; en cenizas la semilla de chía presenta un 4.5% más, en fibra con un 22.8% más que en la harina, los porcentajes para grasa con una diferencia mayor de 28.5% y de proteína con 4.6%, la presencia de altos contenidos en estos componentes causó diferentes cambios en la elaboración de galletas.
- Hubo diferencias significativas para los Índices de Absorción de Agua e Índice de Solubilidad de Agua donde la semilla de chía reportó un IAA mayor que la harina de trigo debido a su alto contenido de fibra y proteínas. Por el contrario el ISA en agua en la semilla de chía fue del 0% dado por la presencia de fibra insoluble, por otra parte, la harina de trigo si presentó un valor de 5.8%. Se concluyó que la semilla de chía se perfila como una fuente alternativa excelente de fibra en comparación a la harina de trigo.
- En los análisis reológicos por el sistema Mixolab, se determinó que la presencia de semilla de chía y el aumento de su cantidad afecta en la capacidad de la masa disminuyendo de manera notable su fuerza e

índice de amilasas, haciéndola más viscosa y afectando por ende el producto final en cuanto a volumen, color y textura. Sin embargo un aspecto favorable que se distinguió, fue que la semilla de chía ayudó a disminuir los índices de retrogradación a medida que ésta aumentó dicho índice se redujo, haciendo una masa menos propensa a un envejecimiento rápido. Finalmente, el estudio Mixolab determinó que la mejor formulación se obtuvo con un 45% de semilla de chía de acuerdo a los índices descritos.

- En cuanto a color los valores obtenidos en L^* fueron disminuyendo de forma progresiva a medida que en las formulaciones propuestas con semilla de chía aumentaban, por otro lado el mayor valor de h^* se presentó en la formulación de 15% y el menor valor en la formulación de 100% de harina de trigo. Para C^* los valores disminuyen con la cantidad de chía y el mayor valor fue en la muestra con 100% de harina de trigo. Se dedujo que la presencia de chía en las galletas generó cambios en la coloración de su corteza debido a la presencia de grasa que contiene la semilla.
- Los valores obtenidos en cuanto volumen específico de las galletas elaboradas fueron decreciendo a medida que la cantidad de chía aumentaba. Esto debido a que la cantidad de grasa aumenta según la cantidad de semilla de chía, reduciendo así la fortaleza de la estructura en galletas, por esta razón la formulación con un 45% de semilla de chía es la que presentó un menor volumen específico.
- Se evaluó la aceptación del producto final con consumidores donde se tomaron en cuenta cuatro aspectos, aceptabilidad global, color, sabor y textura. Y se determinó que la adición de semilla de chía en galletas con un 15% tuvieron una aceptabilidad mayor a las otras formulaciones con chía.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para posteriores trabajos se podría realizar formulaciones que no sobrepasen el 15% de semilla de chía para una mejor elaboración y mejor obtención de resultados de los análisis propuestos en el presente trabajo además de obtener un producto nutritivo para los consumidores.
- Se debería realizar posteriores estudios en harina de chía aplicando el método Mixolab, la finalidad de evaluar el comportamiento de la misma, de tal manera que permita conocer cómo actúan las propiedades físico-químicas en la elaboración de otros productos de panificación.
- Un aporte interesante que ratificaría los beneficios de la semilla de chía sería realizar un análisis proximal del producto final, con el objetivo de determinar el valor nutricional que se ve afectado con la adición de semilla de chía y a su vez determinar cuál es el aporte que la semilla de chía brinda a un producto como es el caso de las galletas con semilla de chía.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- AACC International Approved Methods. Determination of Rheological Behavior as a Function of Mixing and Temperature Increase in Wheat Flour and Whole Wheat Meal by Mixolab, method 54-60.01.
- AACC International Approved Methods. Guidelines for Measurement of Volume by Rapeseed Displacement, method 10-05.01.
- Aguascalientes, I. (2011). Color en los alimentos e inocuidad. Recuperado el 2 de julio del 2013 de <http://www.isea.gob.mx/Formatos/Cuida%20tu%20Salud/Color%20en%20los%20Alimentos%20e%20Inocuidad.pdf>
- Almado, A., Pérez, L., & Arrazola, G. (2011). Estudio de Propiedades Físicas y Viscoelásticas de Panes Elaborados con Mezclas de Harina de Trigo y de Arroz Integral. Grupo de Investigación Procesos y Agroindustria de vegetales, 22 (10).
- Álvarez, M. (2012). Utilización de mejoradores en la harina de trigo nacional (*Triticum aestivum*) para la elaboración de pan. Facultad de Ciencia e Ingeniería de alimentos. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Anderson, R., Conway, H., & Peplinski, A. (1969). Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking and steaming. *Cereal Science Today* 22 (14).
- Ayerza, R., & Coates, W. (2006). Chía, redescubriendo un olvidado alimento de los aztecas. Buenos Aires, Argentina: Del Nuevo Extremo.
- Barrera, V., Tapia, C., & Monteros, A. (2004). Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito, Ecuador.

- Beltrán, M., & Romero, M. (2012). La chía, alimento milenario. Departamento de graduados e investigación en alimentos. Recuperado el 2 de julio del 2013 de <http://es.scribd.com/doc/419687/CHIA-ALIMENTO-MILENARIO>
- Benítez, B., Archiles, A., Rangel, L., Ferrer, K., Barboza, Y., & Márquez, E. (2008). Composición proximal, evaluación microbiológica y sensorial de una galleta formulada a base de harina de yuca y plasma de bovino. Escuela de Bioanálisis. Facultad de Medicina, Caracas, Venezuela.
- Bernáldez, A. (2008). Representa la Chía fuente de proteína y antioxidantes. Recuperado el 4 de mayo del 2013 de http://www.poderedomex.com/notas.asp?nota_id=36857
- Boscarol, M. (2007). El espacio de color L*C*h. Recuperado el 22 de agosto del 2013 de http://www.gusgsm.com/espacio_color_lch
- Cabezas, S. (2009). Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas. Departamento de Biotecnología y Ciencia de los alimentos-Facultad de Ciencias. Universidad de Burgos, Burgos, España.
- Carvajal, J., Aristizábal, I., Oliveros, C., & Mejía, J. (2011). Colorimetría del fruto de café (*Coffea arabica* L.) durante su desarrollo y maduración. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, 64(2), 6229-6240.
- Castañeda, N. (2009). Propiedades medicinales de la chía (*Salvia hispanica* L.). Recuperado el 23 de agosto del 2013 de http://www.tlahui.com/medic/medic29/chia_salvia.htm
- CHOPIN. (2008). Mixolab, Modo de empleo. Chopin Technologies.
- CHOPIN. (2012). Comprender mejor las curva Mixolab. Chopin Technologies 4.

- De la Vega, G. (2009). Proteína de la harina de trigo: Clasificación y propiedades funcionales. *Universidad Tecnológica de la Mixteca*, 13 (38), 27 - 32. Recuperado el 2 de julio del 2013 de http://www.utm.mx/edi_anteriores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf
- Di Sapio, O., Bueno, M., Busilacchi, H., & Severin, C. (2008). Chía: importante antioxidante vegetal. Facultad de Ciencias Bioquímicas. Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina.
- Dubat, A. (2013). *El Mixolab: herramientas completa para el control de la calidad en molinería e industrias*.
- EcuRed. (2012). Teoría del color. Recuperado el 2 de julio del 2013 de http://www.ecured.cu/index.php/Teor%C3%ADa_del_color
- Fotonostra. (2012). Teoría del color y sus propiedades. Recuperado el 2 de julio del 2013 de <http://www.fotonostra.com/grafico/teoriacolor.htm>
- Gutierrez, P. (2007). Elaboración de galletas con semilla de chía (Salvia Hispánica) como alimento funcional con aporte de ácidos grasos omega-3. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Guízar, A. (2009). Obtención y Caracterización física y química del almidón de "Camote de cerro". Instituto Politécnico Nacional, Michoacán, México.
- Greenfield, H., & Southgate, D. (2003). *Datos de composición de alimentos: Obtención, gestión y utilización (2a ed.)*. Roma: FAO.
- Hernández, N., Posadas, G., Cervantes, F., González, H., Santacruz, A., Benítez, I., & Peña, R. (2013). Distribución de fracciones de proteína y su contribución a las características de calidad de trigo. *Revista Fitotec*, 36 (137).
- Henao, S., & Aristizábal, J. (2009). Influencia de la variedad de yuca y nivel de sustitución de harinas compuestas sobre el comportamiento

reológico en panificación. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Hunterlab. (2008). CIE L*a*b* Color Scale. Applications Note, 8 (4). Recuperado el 3 de Julio del 2013 de http://www.hunterlab.com/appnotes/an07_96a.pdf

Iglesias, E. (2012). Mejora del valor nutricional y tecnológico de productos de panadería por incorporación de ingredientes a base de chía (Salvia Hispánica L.). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

INEN. (2006). Requisitos. Harina de trigo. Recuperado el 7 de Julio del 2013 de http://www.inen.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=206&Itemid=62

INEN. (2005). Requisitos. Galletas. Recuperado el 7 de Julio del 2013 de http://www.inen.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=206&Itemid=62

Ixtaina, V. (2010). Caracterización de la semilla y el aceite de chía (Salvia Hispánica L.) obtenido mediante distintos procesos. Aplicación en tecnología de alimentos. Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Lascano, A. (2010). Estudio reológico de mezclas de harinas de cereales: cebada (*Hordeum vulgare*), maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*), trigo (*Triticum vulgare*) y tubérculo: papa (*Solanum tuberosum*) nacionales con trigo (*Triticum vulgare*) importado para orientar su uso en la elaboración de pan y pastas alimenticias. Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

Lescano, L. (2010). Caracterización de las harinas de trigo nacional (Cojitambo), maíz (INIAP 122), cebada (Cañicapa), quinua, papa (Gabriela), destinadas a panificación mediante la determinación de las

propiedades funcionales de sus almidones. Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

Lewis, D. (2010). The incorporation of chia (*Salvia Hispanica* Lamiaceae) seeds into baked food products. University of Florida, Unites Estates.

López, H. (2007). Elaboración de galletas de trigo fortificadas con harina, aislado y concentrado de *Lupinus mutabilis*. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

Mera, M. (2009). Caracterización bromatológica de semillas de tres especies de oleaginosas (girasol, higuierilla y chía). *Cultivos Energéticos Alternativos*, 89 - 98.

Pepe, F. (2012). Comparación de las mezclas de harina de trigo (*Triticum* spp) y chocho (*Lupinus mutabilis*) en la evaluación sensorial de pastas. Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

Qaisrani, T., Butt, M., Anjum, F., & Sheikh, M. (2013). Color Tonality and Sensory Response of Psyllium Husk Based Cookies. National Institute of Food Science and Technology. University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.

Salgado, M., Cedillo, D., & Beltrán, M. (2008). Estudio de las Propiedades Funcionales de la Semilla de Chía (*Salvia hispánica*) y de la Fibra Dietaria Obtenida de la Misma. Universidad Autónoma de Nuevo León, México D.F.

Saltos, L. (2010). Comportamiento reológico de pastas con sémola y pastas con harina de trigo utilizando lipasa como mejorador enzimático. Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.

- Sancho, J., Bota, E., & Castro, J. (1999). Introducción al análisis sensorial de los alimentos (1a ed.). España: Universitat de Barcelona.
- Sandoval, G., Álvarez, M., Paredes, M., & Lascano, A. (2012). Estudio reológico de las mezclas de harinas: trigo (*Triticum vulgare*), cebada (*Hordeum vulgare*) y papas (*Solanum tuberosum*) para la utilización en la elaboración de pan. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Sanz, J., & Gallego, R. (2001). Diccionario akal del color. Madrid.
- Solís, J. (2006). Al rescate de la chíá, una planta alimenticia prehispánica casi olvidada. Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana, 19 (3).
- Suárez, D. (2005). Guía de procesos para la elaboración de harinas almidones, hojuelas deshidratadas y compotas (1a ed.). Colombia: Convenio Andres Bello.
- Vásquez, H. (2008) El alimento para peces, Gelificación y Calidad estructurante de almidones. Recuperado el 2 de septiembre del 2013 de <http://www.tahona.cl/estudio.pdf>
- X-Riter. (2002). Guía para entender la Comunicación del Color. Recuperado el 9 de septiembre del 2013 de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/comunicacion-del-color-artes-graficas/comunicacion-del-color-artes-graficas.pdf>
- Yang, J., Park, H., Kim, Y., Choi, I., Kim, S., & Choi, H. (2012). Quality Characteristics of Vacuum-fried Snacks Prepared from Various Sweet Potato Cultivars.

ANEXOS

ANEXO 1

ANÁLISIS PROXIMAL DE SEMILLA DE CHÍA Y HARINA DE TRIGO

M.C-LSAIA-2201-103



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
 ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
 DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS
Paramericana Sur Km. 1, Cutigagua Tlfs. 2890981-3007134. Fax 3007134
 Casilla postal 17-01-340



INFORME DE ENSAYO No: 13-194

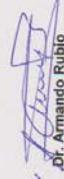
NOMBRE PETICIONARIO: María José Zaldumbide
DIRECCIÓN: Canaúá No. 17-100
FECHA DE EMISIÓN: 27 de junio del 2013
FECHA DE ANÁLISIS: Del 18 al 26 de junio del 2013

INSTITUCIÓN: Universidad Tecnológica Equinoccial
ATENCIÓN: María José Zaldumbide
FECHA DE RECEPCIÓN: 13 de junio del 2013
HORA DE RECEPCIÓN: 14h59
ANÁLISIS SOLICITADO: PROXIMAL

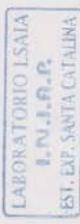
| ANÁLISIS MÉTODO | HUMEDAD MO-LSAIA-01.01 U. FLORIDA 1970 | CENIZAS ¹ MO-LSAIA-01.02 U. FLORIDA 1970 | E.E. ² MO-LSAIA-01.03 U. FLORIDA 1970 | PROTEÍNA ³ MO-LSAIA-01.04 U. FLORIDA 1970 | FIBRA ⁴ MO-LSAIA-01.05 U. FLORIDA 1970 | E.L.N. ⁵ MO-LSAIA-01.06 U. FLORIDA 1970 | IDENTIFICACIÓN |
|--------------------|--|---|--|--|---|--|------------------|
| | | | | | | | |
| UNIDAD | | | | | | | |
| 13-1189 | 11,25 | 0,53 | 1,69 | 13,37 | 0,64 | 83,77 | Harina de trigo |
| 13-1190 | 4,78 | 5,03 | 30,22 | 18,00 | 23,47 | 23,28 | Semilla de chíla |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

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

RESPONSABLES DEL INFORME



Dr. Armando Rubio
RESPONSABLE DE CALIDAD



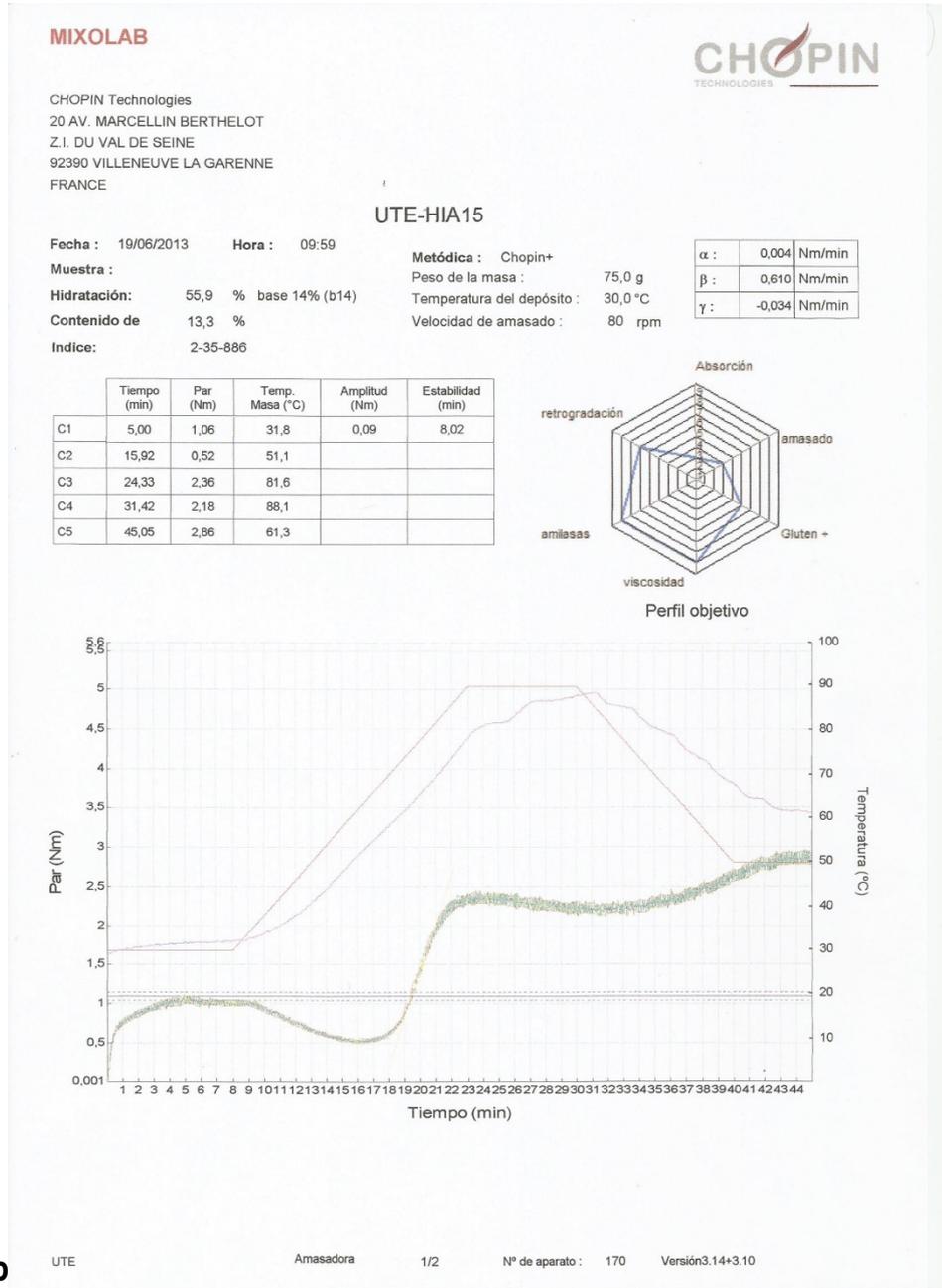


Dr. MSC. Ivan Sarmiento
RESPONSABLE TÉCNICO

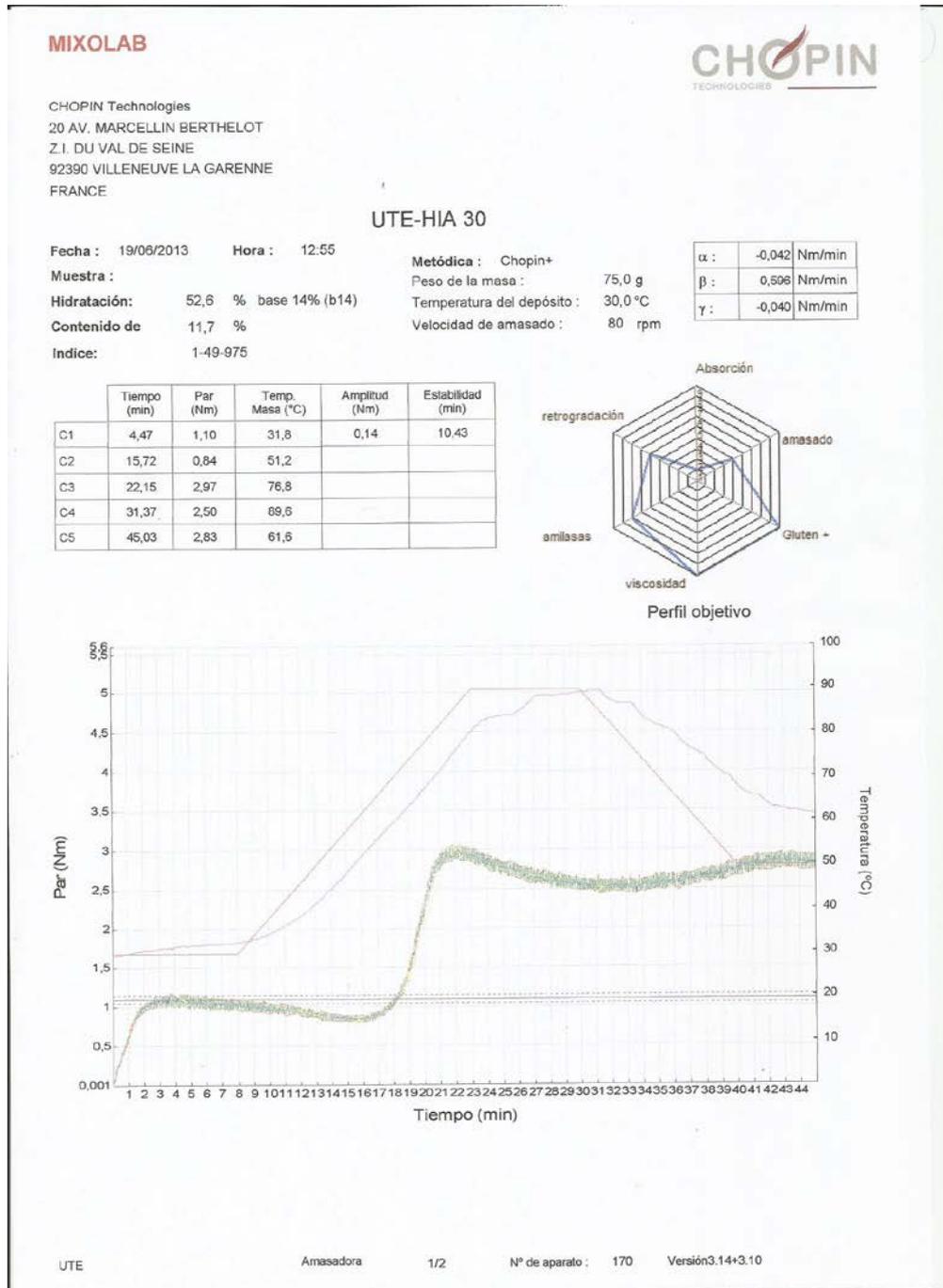
Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo
 NOTA DE DESCARGO. La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

Página 1 de 1

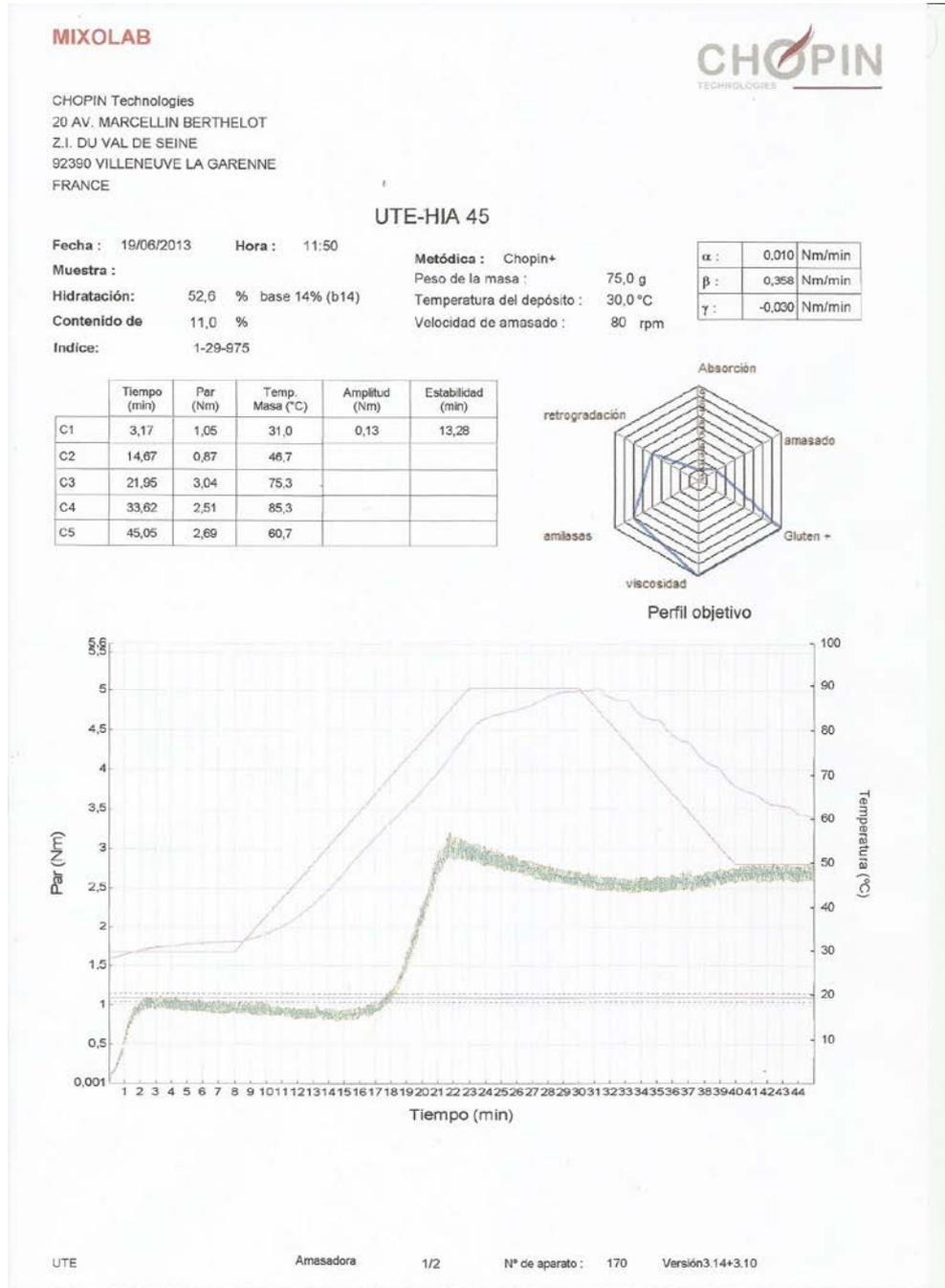
2.2. Mezcla: 85% harina de trigo – 15% semilla de chíá



2.3. Mezcla: 70% harina de trigo – 30% semilla de chíá



2.4. Mezcla: 55% harina de trigo – 45% semilla de chíá



ANEXO 3

MODELO DE ENCUESTA ANÁLISIS SENSORIAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

Aceptabilidad del consumidor

Usted está recibiendo 4 muestras de galletas, deguste y por favor anote su aceptación en una escala del 1 al 10, donde 1 corresponde a “me disgusta mucho” y 10 a “me gusta mucho”

| | Muestras | | | |
|-------------------------|---|---|---|---|
| | 896 | 578 | 726 | 984 |
| Característica | | | | |
| Sabor | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Color | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Textura | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Aceptabilidad global | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Compraría este producto | si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> |
| Sexo | F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> | | | |
| Edad | <input type="text"/> | | | |