



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
ESCUELA DE POSTGRADO**

**GALLETAS CON INCORPORACIÓN DE HARINA DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L), HARINA DE LINAZA (*Linum usitatissimum* L.), Y REEMPLAZO PARCIAL DE LA MATERIA GRASA POR INULINA**

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO Y AL GRADO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS AGROPECUARIAS CON MENCIÓN EN PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL

DENISSE ALEJANDRA FERNÁNDEZ ESCOBAR

DIRECTOR DE TESIS  
FERNANDO FIGUEROLA R

PROFESORES CONSEJEROS  
HUGO NÚÑEZ K  
CARMEN SÁENZ

SANTIAGO DE CHILE  
2012

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
ESCUELA DE POSTGRADO

**GALLETAS CON INCORPORACIÓN DE HARINA DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L), HARINA DE LINAZA (*Linum usitatissimum* L.), Y REEMPLAZO PARCIAL DE LA MATERIA GRASA POR INULINA**

**COOKIES WITH INCORPORATION OF CHICKPEA FLOUR (*Cicer arietinum* L), FLAXSEED FLOUR (*Linum usitatissimum* L.), AND PARTIAL FAT REPLACEMENT BY INULIN**

DENISSE ALEJANDRA FERNÁNDEZ ESCOBAR

SANTIAGO  
2012

**GALLETAS CON INCORPORACIÓN DE HARINA DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L), HARINA DE LINAZA (*Linum usitatissimum* L.), Y REEMPLAZO PARCIAL DE LA MATERIA GRASA POR INULINA**

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO Y AL GRADO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS AGROPECUARIAS CON MENCIÓN EN PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL

DENISSE ALEJANDRA FERNÁNDEZ ESCOBAR

	Calificaciones (Memoria de Título*)	Calificaciones (Tesis de Grado**)
<b>DIRECTOR DE TESIS</b>		
Fernando Figuerola R., Ingeniero Agrónomo M.S.	6,6	Aprobada
<b>PROFESORES CONSEJEROS</b>		
Hugo Núñez K., Ingeniero Agrónomo M.Sc	6,5	Aprobada
Carmen Sáenz H., Químico Farmacéutico, Dra.	6,5	Aprobada

\*Escala de 1 a 7; válido para alumnos de Educación Continua de la facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

\*\* Aprobado o Reprobado

Santiago, Chile  
2012

*No pido otra cosa: el cielo sobre mí y el camino  
bajo mis pies.*

*Mark Twain*

*La alegría está en la lucha, en el esfuerzo, en el  
sufrimiento que supone la lucha, y no en la  
victoria misma.*

*Mahatma Gandhi*

## **DEDICATORIA**

Al Gran Arquitecto, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de haberme premiado con mi familia y mis amigos.

A mis padres Salvador y Wilma por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, sus ejemplos de perseverancia, por el valor mostrado para salir adelante, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis hermanos, Natalia y Andrés por hacer mi vida más divertida.

A mi tía Kaco por ser como una segunda madre, igual de preocupada, cariñosa y apoyarme siempre.

A mis abuelos Salvador, María, Pedro y Olivia, por haberme consentido siempre y haberle entregado a mis padres, los valores que ellos me traspasaron. En especial a mi abuelo Salvador que ya no está conmigo, pero sé que nunca se ha olvidado de mí, al igual que mi tía María que me protege desde el mismo lugar en que está él.

A mi Rodrigo, por su amor infinito, por consentirme, cuidarme, preocuparse siempre y por los muchos años que nos quedan por delante.

Dedicada también a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo es el fruto de un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

Agradezco a la profesora. Ana María Estévez por haber confiado en mí, por la infinita paciencia, apoyo, consejos, por darme ánimo cuando lo necesité y por la dirección de este trabajo.

Al profesor Fernando Figuerola por haber sido parte fundamental en mi desarrollo como profesional y su paciencia ante mi inconsistencia.

A los profesores Hugo Núñez y Carmen Sáenz, por sus enseñanzas, apoyo y el ánimo que me brindaron.

A mis queridos amigos, que me apoyaron y me permitieron entrar en su vida durante todo el proceso, llenándola de alegría, momentos mágicos, divertidos e inolvidables. Pola, Piña, Karina, Melissa e Ishaya, gracias.

A mi familia que soportó mis cambios de humor cuando me sentía abrumada, entender mis ausencias, mis malos momentos, prestarme siempre su apoyo incondicional y su amor infinito.

A mi amor, mi Rodrigo, que sin su apoyo incondicional, todo habría sido más difícil.

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Formulación de galletas con los distintos niveles de los ingredientes en las matrices fija y variable	14
<b>Cuadro 2.</b> Tratamientos para el diseño de formulación de las galletas	15
<b>Cuadro 3.</b> Formulación de la galleta control	17
<b>Cuadro 4.</b> Composición proximal de las harinas utilizadas como materia prima	19
<b>Cuadro 5.</b> Composición de fibra dietética de las harinas de trigo, garbanzo y linaza	23
<b>Cuadro 6.</b> Contenido de lisina de las harinas de trigo, garbanzo y linaza	24
<b>Cuadro 7.</b> Contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante de la harina de trigo, garbanzo y linaza	26
<b>Cuadro 8.</b> Actividad de agua de las harinas de trigo, garbanzo y linaza	27
<b>Cuadro 9.</b> Parámetros de color de las harinas de trigo, garbanzo y linaza	28
<b>Cuadro 10.</b> Análisis proximal de los 10 tratamientos de galletas	30
<b>Cuadro 11.</b> Contenido de fibra dietética de los tratamientos	33
<b>Cuadro 12.</b> Contenido de lisina disponible de los tratamientos	34
<b>Cuadro 13.</b> Contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante por tratamiento	35
<b>Cuadro 14.</b> Actividad de agua de galletas con diferentes niveles de harinas de trigo, garbanzo y linaza	37
<b>Cuadro 15.</b> Parámetros de color para los tratamientos horneados	38
<b>Cuadro 16.</b> Dimensiones de las galletas crudas y horneadas elaboradas con distintos niveles de harina de linaza, trigo y garbanzo	40
<b>Cuadro 17.</b> Parámetros de apariencia en galletas elaboradas con distintos niveles de harina de linaza, trigo y garbanzo	42
<b>Cuadro 18.</b> Parámetros de Textura de los tratamientos	44
<b>Cuadro 19.</b> Parámetros de sabor y aroma en galletas elaboradas con distintos niveles de harina de linaza, trigo y garbanzo	45
<b>Cuadro 20.</b> Parámetros de deajo de las galletas elaboradas con distintos niveles de harina de linaza, trigo y garbanzo	46
<b>Cuadro 21.</b> Aceptabilidad de las galletas elaboradas con distintos niveles de harina de linaza, trigo y garbanzo	48
<b>Cuadro 22.</b> Análisis proximal del tratamiento control y tratamiento óptimo	51
<b>Cuadro 23.</b> Contenido de fibra dietética para tratamiento óptimo y control	53
<b>Cuadro 24.</b> Contenido de lisina de los tratamientos control y óptimo	54
<b>Cuadro 25.</b> Contenido de fenoles y capacidad antioxidante de los tratamientos control y óptimo	55
<b>Cuadro 25.</b> Actividad de agua de los tratamiento control y óptimo	55
<b>Cuadro 26.</b> Parámetros de color para tratamiento control y tratamiento óptimo	56
<b>Cuadro 28.</b> Dimensiones y rendimiento de las galletas elaboradas con mezclas de harina de linaza, trigo y garbanzo tanto crudas, como horneadas	57
<b>Cuadro 29.</b> Parámetros de apariencia para tratamientos control y óptimo	58

<b>Cuadro 30.</b> Parámetros de textura para el tratamiento óptimo y control	59
<b>Cuadro 31.</b> Parámetros de sabor y aroma para los tratamientos óptimo y control	60
<b>Cuadro 32.</b> Parámetros de deajo de los tratamientos control y óptimo	61
<b>Cuadro 33.</b> Aceptabilidad para tratamiento control y optimizado	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa conceptual de las etapas de la investigación realizada	11
<b>Figura 2.</b> Diagrama de flujo para la elaboración de galletas (distintas formulaciones)	13
<b>Figura 3.</b> Fotografía de las harinas de trigo, garbanzo y linaza utilizadas en la formulación de las galletas	28
<b>Figura 4.</b> Color de los distintos tratamientos antes del horneado	39
<b>Figura 5.</b> Color de los distintos tratamientos después del horneado	39
<b>Figura 6.</b> Análisis descriptivo de calidad sensorial de galletas elaboradas	47
<b>Figura 7.</b> Optimización de la función de conveniencia en galletas elaboradas con distintos niveles de harina de linaza, trigo y garbanzo	49
<b>Figura 8.</b> Gráfico de superficie de respuesta para la variable aceptabilidad y contenido de fibra dietética	50
<b>Figura 9.</b> Diferencias de color entre tratamiento control y optimizado	57
<b>Figura 10.</b> Análisis descriptivo de calidad sensorial de galletas óptimo y control	62

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
Hipótesis	9
Objetivos	9
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>10</b>
Materiales	
Lugar de trabajo	10
Materia prima	10
Método	
Elaboración de galletas	12
Etapa I. Caracterización de las harinas	14
Determinaciones analíticas	14
Etapa II. Diseño de formulación para la optimización de galletas	14
Diseño experimental	15
Determinaciones analíticas de la etapa II	15
Análisis estadístico de la etapa II	16
Etapa III. Comparación del tratamiento óptimo con la galleta control	16
Determinaciones analíticas de la etapa III	17
Análisis estadísticos de la etapa III	17
Análisis Sensoriales etapas II y III	17
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>19</b>
Etapa I. Caracterización de las harinas	
Composición proximal	19
Fibra dietética	23
Lisina Disponible	24
Polifenoles y capacidad antioxidante	25
Actividad de agua	27
Color	28
Etapa II. Diseño de formulación para la optimización de galletas	
Composición proximal	30
Fibra dietética	32
Lisina Disponible	34
Polifenoles y capacidad antioxidante	35
Actividad de agua	37
Color	38
Dimensiones	40
Calidad y Aceptabilidad Sensorial	41
Optimización	49

Etapa III. Comparación del tratamiento óptimo con galleta control	
Composición proximal	51
Fibra dietética	53
Lisina Disponible	54
Polifenoles y capacidad antioxidante	55
Actividad de agua	55
Color	56
Rendimientos y Dimensiones	57
Calidad y Aceptabilidad Sensorial	58
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>64</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA CITADA</b>	<b>65</b>
<b>APÉNDICE</b>	<b>71</b>

## RESUMEN

Se utilizó harina de linaza y harina de garbanzo como ingredientes funcionales e inulina como reemplazo parcial de la materia grasa aportada por la margarina. La investigación se dividió en 3 etapas, en la primera se realizó una caracterización física y química de las 3 harinas que forman parte de la matriz variable. En la segunda etapa se realizó un diseño de mezcla Simplex Lattice Cúbico que se basó en la matriz variable compuesta por los tres ingredientes (harina de linaza, harina de garbanzo y harina de trigo), el cual arrojó 10 tratamientos distintos; a estas formulaciones se les realizaron análisis físicos, químicos y sensoriales, los cuales permitieron obtener estadísticamente una formulación óptima con un nivel de optimización del 0,93, con cantidades de 20% de harina de linaza, 10% de harina de trigo y 20% de harina de garbanzo, valores que coincidieron con el tratamiento 10. En la tercera etapa, el óptimo se comparó mediante análisis físicos, químicos y sensoriales con un tratamiento control, cuya harina en un 100% correspondía a harina de trigo.

A las galletas horneadas obtenidas en la segunda y tercera etapa se les determinó humedad, contenido de proteínas, lípidos, cenizas, fibra cruda y dietética, extracto no nitrogenado, lisina disponible, polifenoles totales, capacidad antioxidante, actividad de agua, color, se determinó el aporte calórico para cada una y se evaluaron sensorialmente. Para el caso de las galletas crudas, sólo se analizó altura, diámetro y peso, con el fin de comparar estos datos con los obtenidos para las galletas horneadas, en las cuales, también se midieron estas características.

Para el tratamiento óptimo, los contenidos de cenizas, proteínas, fibra cruda, lípidos y aporte calórico aumentaron. En cambio el extracto no nitrogenado y la humedad son más bajos respecto del control. La fibra dietética de las galletas aumentó de 4,2g/100g en el control a 17,31g/100g para el óptimo en las galletas horneadas. El contenido de polifenoles aumentó de 0,024gEAG/100g para la galleta control, hasta 0,183gEAG/100g para el tratamiento optimizado. El contenido de lisina también aumentó desde 1,76mg/g de proteína hasta 5,12mg/g de proteína para tratamiento control y óptimo, respectivamente. Respecto de los parámetros físicos, en las galletas crudas hubo diferencias en diámetro y peso, siendo ambos menores en el tratamiento óptimo. Para el caso de las galletas horneadas existen sólo diferencias en el diámetro. Además, la incorporación de otras harinas diferentes a las de trigo, mejoró el rendimiento en la cocción. Referente a la evaluación sensorial, el control obtuvo mayor puntuación de aceptabilidad, sin embargo, el óptimo consiguió una puntuación de 10,37, lo cual se encuentra dentro de la aceptación del consumidor, teniendo una mejoría en su composición nutricional, y constituyendo un alimento funcional con aporte de fibra, lisina y antioxidantes.

Palabras claves:

Alimentos funcionales

Fibra dietética

Lisina disponible

## SUMMARY

Flaxseed flour and chickpea flour were used as functional ingredients with inulin as a partial replacement of fat provided by margarine. The research was divided into three stages, the first phase consisted of physical and chemical characterization of the three flours that are part of the variable matrix. In the second stage, a Cubic Simplex Lattice mixture design was created based on the variable matrix composed by three ingredients (flaxseed flour, chickpea flour and wheat flour), resulting in ten different treatments; these formulations were analyzed for physical, chemical and sensory characteristics, which allowed a statistically optimal formulation to be obtained which had an optimization level of 0,93, with amounts of 20% flaxseed flour, 10% wheat flour and 20% chickpea flour. These values coincided with the treatment 10. In the third stage, the optimum was compared by physical, chemical and sensory parameters with a control treatment whose flour was 100% wheat flour.

The baked cookies obtained in the second and third stages were analyzed for moisture, protein, lipid, ash, crude and dietary fiber, nitrogen-free extract, available lysine, total polyphenols, antioxidant capacity, water activity and color. The energy intake for each one was determined and the sensorial properties were evaluated. Raw cookies, were only analyzed for height, diameter and weight, to compare this data with data obtained for the baked cookies, which, was also measured.

For optimal treatment, the ash content, protein, crude fiber, fat and calorie intake increased. In contrast, the nitrogen free extract and humidity are lower in the control treatment. Dietary fiber of the cookies increased from 4.2g/100g in the control treatment to 17.31g/100g for optimal baked cookies. The polyphenol content increased from 0.024gEAG/100g in the control cookie to 0.183 gEAG/100g in the optimized treatment. The lysine content also increased from 1.76mg/g for the control to 5.12mg/g and optimum treatment. Regarding the physical parameters in raw cookies there were differences in diameter and weight, both being lower in the optimal treatment. For the case of baked cookies there were only differences in diameter. Furthermore, the incorporation of other flours different from wheat flour, improved cooking yield. Regarding sensory evaluation, control has a higher acceptability score, however, the optimal received a score of 10.37, which is within the consumer acceptance range, with an improvement in the nutritional composition, and forming a functional food contribution of fiber, lysine and antioxidants.

Key words:

Functional food

Dietary fiber

Available lysine

## INTRODUCCIÓN

Es de gran relevancia hoy en día comprender los cambios en las tendencias alimenticias que han ido surgiendo en todo el mundo a lo largo de estos últimos años, las cuales consisten, principalmente, en la creciente preocupación del consumidor por la salud y el medioambiente (Cicchitti y Szekieta, 2003)

Estas tendencias, además indican un interés marcado de los consumidores hacia ciertos tipos de alimentos, que además del valor nutritivo aporten beneficios a las funciones fisiológicas del organismo (Alvídrez, *et al.*, 2002).

Junto con esto, también se buscan productos con menor contenido de grasas en general y que si las poseen, sean en mayor proporción grasas insaturadas que saturadas, es decir, grasas de una mejor calidad biológica (Cicchitti y Szekieta, 2003).

Actualmente, incluso se acepta que la salud es un bien preferentemente controlable a través de la alimentación, por lo que se detecta en el mercado alimentario una marcada preferencia por aquellos alimentos que se anuncian como beneficiosos para la salud, naciendo así el concepto de alimentos funcionales que se definen como: Alimentos que se asemejan a los tradicionales, pero que se diferencian de ellos en que ofrecen beneficios más allá de su valor nutricional y energético, en la promoción y prevención de algunas enfermedades crónicas como enfermedades cardiovasculares, cáncer, desórdenes del sistema autoinmune, diabetes, artritis y arritmia” (Shahidi, 2002).

En países como Estados Unidos se tiene muy claro el objetivo de los alimentos funcionales para llegar a prevenir enfermedades en la población, por ejemplo, resulta fácil encontrar barras de cereales destinadas a mujeres de mediana edad, suplementadas con calcio para prevenir la osteoporosis, o por proteína de soya para reducir el riesgo de cáncer de mama y con ácido fólico, para un corazón más sano, panes energizantes y galletas adicionadas con proteínas, zinc y antioxidantes (Alvídrez *et al.*, 2002). Además, en Europa, según los mismos autores, se ofrecen productos adicionadas con coenzima Q<sub>10</sub> y vitamina E, yogures con omega 3 y fructooligosacáridos para fomentar el desarrollo de la flora benéfica intestinal.

De acuerdo con Rajesha *et al.*, en 2006 (citado por Figuerola *et al.*, 2008), hoy en día hay un gran interés en los componentes funcionales de los ingredientes con los que se elaboran los alimentos, por lo cual se han realizado una diversa cantidad de estudios a distintas materias primas convencionales o poco convencionales. De acuerdo a lo mencionado por Alvídrez *et al.* (2002), existe una multiplicidad de tipos de alimentos que cumplen los requisitos para ser denominados como funcionales, dentro de los cuales están aquellos que se consumen normalmente como snack. Tal es el caso de las galletas.

Según Roche (1991) las galletas son productos horneados planos, delgados y quebradizos, con o sin edulcorantes, que se elaboran principalmente con harina de trigo, pudiendo ser fortificadas y enriquecidas incrementando, de esta forma, su aporte nutricional.

La carencia de una alimentación rica en proteínas es un problema ampliamente distribuido en el mundo, que genera graves consecuencias en la salud, transformándola en la deficiencia alimentaria más común de todas, especialmente de los países en vías de desarrollo (FAO/WHO, 2001, citado por Khattab *et al.*, 2009).

La carne es una de las fuentes más importantes de proteínas alimenticias con un alto valor biológico, además es una excelente fuente de algunos nutrientes como minerales y vitaminas, incluso éstos (por ejemplo, hierro, vitamina B12 y ácido fólico) pueden no estar presentes o estar en un nivel muy bajo en otros alimentos (Arihara, 2006). Sin embargo, de acuerdo con Enujiugha y Ayodele-Oni (2003, citado por Khattab *et al.*, 2009), el alto costo y el suministro limitado de proteínas animales ha ocasionado que cada vez se amplíe más el estudio de las propiedades de las materias primas, sobretodo en lo referente a la utilización de cultivos ricos en proteínas en la elaboración de ciertos alimentos o como forma de enriquecimiento de ellos, para lo cual se están utilizando derivados de leguminosas de grano, las que complementen al aporte entregado por lo cereales.

Las proteínas constituyen macronutrientes que poseen muchas funciones, dentro de las cuales está proporcionar los aminoácidos, funciones hormonales, enzimas, etc. El organismo humano tiene la capacidad de sintetizar una serie de aminoácidos. Los que no sintetiza son denominados esenciales y deben ser aportados por las fuentes de alimentación.

Las legumbres son el grupo de alimentos del mundo vegetal con más alto contenido de proteínas y por ello se le considera una fuente proteica de bajo costo. Esta característica ha hecho que a las leguminosas se las haya denominado “carne de los pobres” (Huetos y Salas-Salvadó, 2005), ya que si bien su calidad proteica no es tan alta como la que poseen los alimentos cárnicos, es al único o mayoritario alimento rico en proteínas al que pueden acceder la mayor cantidad de personas de estrato socioeconómico bajo.

Las leguminosas ricas en almidón contienen alrededor de un 20-30% de proteínas, las que generalmente son ricas en lisina, pero limitadas en aminoácidos azufrados (Phillips, *et al.*, 2003). Sin embargo, para complementar una alimentación baja en aminoácidos azufrados, se pueden consumir cereales, ya que en ellos ocurre un perfil opuesto, es decir, son pobres en lisina y no en aminoácidos azufrados. Son un componente valioso de una dieta equilibrada, sin embargo, su consumo se ve limitado por los bajos rendimientos agronómicos, la falta de aplicaciones convenientes dentro de la industria de alimentos y los efectos físicos indeseables ocasionados al organismo (Phillips *et al.*, 2003).

En los últimos años, las leguminosas se han investigado por su potencial uso en el desarrollo de alimentos funcionales, ya que proporcionan energía, fibra dietética, proteínas, vitaminas y minerales necesarios para la salud humana. La inclusión de legumbres en la dieta diaria tiene muchos efectos fisiológicos en el control y la prevención de diversas

enfermedades metabólicas tales como diabetes mellitus, enfermedades cardíacas y el cáncer de colon. Los beneficios nutricionales aportados por las legumbres están relacionados con la reducida digestibilidad de su almidón y a su contenido de fibra dietética (Tharanathan y Mahadevamma, 2003).

A causa de sus propiedades nutritivas y promotoras de la salud, el desarrollo de productos en base a leguminosas se está incrementando, dando así nuevas oportunidades de mercado para las industrias de alimentos funcionales y nutraceuticos (Singh, 1999). Las harinas de legumbres, debido a su composición aminoacídica y contenido de fibra, son ingredientes ideales para incrementar el valor nutricional del pan y productos de repostería (Gómez *et al.*, 2008).

Una de las leguminosas de grano más importantes es el garbanzo, ya que es uno de los cultivos más antiguos y mayormente consumidos en el mundo, siendo considerado como un alimento básico en la dieta. Además es una buena fuente de aminoácidos esenciales como lisina, leucina, isoleucina y triptófano (Angulo *et al.*, 2008).

Estas tendencias saludables en cuanto a la alimentación por parte de la población, indican que éstos también han volcado sus preferencias hacia aquellos alimentos que contienen antioxidantes naturales. Los antioxidantes son compuestos que inhiben o retrasan la oxidación de otras moléculas inhibiendo la iniciación o la propagación de las reacciones de oxidación a las que pudiesen verse afectadas (Velioglu *et al.*, 1998). Según los mismos autores, existen dos categorías básicas de antioxidantes, aquellos sintéticos o artificiales y los naturales.

Los antioxidantes naturales son aquellos que se encuentran de manera endógena en el organismo como algunas enzimas y también muchas sustancias propias de las materias primas de los alimentos como los compuestos fenólicos. De acuerdo a lo señalado por Strandas *et al.* (2008) estos compuestos, tienen efectos protectores contra enfermedades degenerativas en seres humanos, tales como enfermedades cardiovasculares, cáncer y diabetes mellitus.

Dentro de estos compuestos fenólicos, se encuentran los denominados lignanos, cuyos precursores se encuentran en alta concentración en la linaza, los cuales luego de pasar por el tracto digestivo y por acción de los jugos gástricos se transforman en los llamados lignanos de los mamíferos. Estos últimos poseen mayor capacidad antioxidante que sus precursores y su método de acción es secuestrar radicales hidroxilos y suprimir las condiciones oxidantes de las especies reactivas de oxígeno (Figueroa *et al.*, 2008). La linaza o semilla de lino (*Linum usitatissimum* L.), es considerada una excelente fuente de precursores de lignanos, además es rica en fibra dietaria insoluble y, especialmente de soluble y de ácido graso alfa-linolénico (Thompson *et al.*, 1991, citado por Hu *et al.*, 2007).

Últimamente se ha puesto mucha atención a la linaza como alimento funcional, debido a su perfil nutricional y su potencialidad para disminuir el riesgo y desarrollo de enfermedades cardiovasculares y algunos cánceres, especialmente los dependientes de las hormonas tales

como el de próstata y pecho. La linaza está compuesta, en términos generales (expresado en base seca) por aproximadamente un 41% de lípidos, 28% de fibra y 21% de proteína (Turhan, 2009). En forma más específica, los componentes de la linaza que contribuyen a los beneficios a la salud incluyen a los lignanos (siendo el secoisolariciresinol diglucósido (SDG) la forma predominante), su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados (73% del total de ácidos grasos), moderado contenido de ácidos grasos monoinsaturados (18%), y bajo contenido de ácidos grasos saturados (9%). Es importante que la proporción de ácido alfa linolénico (ALA) constituya cerca de un 57% de los ácidos grasos. Por otra parte también se encuentran sus polisacáridos (gomas o fibras) (Turhan, 2009). En adición a lo anterior, existen estudios de la estabilidad de los nutrientes aportados por la linaza en alimentos, demostrando que los lignanos y el ALA son estables tanto en el procesamiento como en el almacenaje del alimento (Manthey *et al.*, 2002).

La semilla de lino o linaza (*Linum usitatissimum* L.) es un cultivo antiguo que ha sido usado como alimento y como fibra. Actualmente se recomienda que la semilla se consuma molida, ya que en este estado la digestibilidad y la biodisponibilidad de sus componentes son mayores. Sin embargo, la molienda de la semilla de linaza conlleva dificultades debido al alto contenido de aceite del grano, es así que para producir harina integral se ha utilizado con éxito, a nivel experimental, molinos cortadores centrífugos y molinos de martillos (Figuerola *et al.*, 2008).

Otra característica que es importante resaltar acerca de la linaza es su contenido de fibra dietética compuesta por celulosa, hemicelulosa, pectinas,  $\beta$ -glucanos y gommas, cuya alta viscosidad promueve la evacuación, reduce el riesgo de cáncer de colon y recto, ayuda a reducir el colesterol sérico y la obesidad y puede afectar la secreción de insulina y el mecanismo de mantención de la glucosa en el plasma (Payne, 2000; Babu and Wiesenfeld, 2003; Oomah, 2003; Stavro *et al.*, 2003; Goh *et al.*, 2006; Hall *et al.*, 2006 citados por Figuerola *et al.*, 2008).

Respecto de las características tecnológicas y sensoriales de la semilla de linaza, la investigación realizada hasta ahora se ha centrado, en su mayoría, en la caracterización de ella, y se le ha prestado menos atención al efecto de la incorporación de la harina integral de linaza a los alimentos. Se ha estudiado que la semilla tiene potencial para ser usada para la extracción de goma y para la producción de harina rica en proteínas y fibra (Daun *et al.*, 2003).

La linaza ha sido incorporada exitosamente a productos de panadería, productos lácteos y a pastas secas. En un estudio realizado por Shearer y Davies (2004) en “muffins” concluyeron que la incorporación de harina de linaza (5g por 100g de masa) genera cambios en la viscosidad, color y textura de la masa. Otros autores, con una incorporación del 10% obtuvieron el mismo producto con buena apariencia, color, sabor, textura y aceptabilidad (Ramcharitar *et al.*, 2005; Hall *et al.*, 2006, citados por Figuerola *et al.*, 2008).

Existen ingredientes, provenientes de materias primas vegetales que se utilizan para reemplazar materia grasa en los alimentos. Es importante destacar que la fibra tiene muchos beneficios a la salud, además de mejorar las propiedades tecnológicas de los productos (Besbes *et al.*, 2008). Se ha creado un interés en el aumento del consumo de todos los alimentos que pueden suministrar fibra en la ingesta diaria y en la incorporación de fibra en productos para ayudar a superar su habitual déficit, siendo la celulosa (fibra dietética insoluble) uno de los ingredientes más comunes en productos alimenticios y se ha usado como reemplazo de grasa, como aglutinante y estabilizador (Aleson-Carbonell *et al.*, 2005).

En la industria alimentaria, existe una amplia variedad de carbohidratos dietéticos, especialmente los almidones resistentes, las fibras dietéticas y los oligosacáridos no digeribles, que tienen características que los hacen sustratos disponibles para la fermentación bacteriana en el colon (Roberfroid, 2002).

Las fibras son catalogadas como prebióticos, lo que implica que son componentes de la dieta que resisten la hidrólisis por parte de las enzimas digestivas y/o no son absorbidos en la parte superior del tracto digestivo, los que posteriormente son fermentados en forma selectiva por la propia microflora del organismo. Esto ayuda a mantener un sano equilibrio de la microflora intestinal y un mejor tránsito intestinal, a la vez que mejora la absorción de calcio. La fermentación de estos carbohidratos juega un rol importante en controlar el tránsito intestinal, volumen de las heces, velocidad de deposición y producción de ácidos grasos de cadena corta, entre otras (Scantlebury, 2004).

Los fabricantes de alimentos utilizan a las fibras como estabilizantes y espesantes, en general. Sin embargo, existe un polisacárido, la inulina, que se puede usar como un reemplazante de la materia grasa y para otorgar un efecto prebiótico que estimula el crecimiento de bacterias intestinales beneficiosas como las bífidobacterias (Roberfroid, 2007, citado por Grabitske y Slavin, 2008). Según estos mismos autores, cabe destacar el hecho de que las fibras generalmente no aportan dulzor a los alimentos en que son incorporados.

La inulina, es un polvo blanco que se extrae comercialmente de la achicoria y que además es un constituyente natural de varios vegetales, y cereales tales como cebolla, ajo, puerro, espárrago y trigo (Wouters, 2005). Es considerada un prebiótico, constituido por fructosa y glucosa, no digerible, libre de sabor y con bajo aporte calórico, que se emplea en la preparación de varios alimentos para darles cuerpo, textura, consistencia, viscosidad y humedad. Además, proporciona una sensación en la boca similar a la grasa y se ha empleado con éxito para reemplazar la grasa en postres helados, aderezos, rellenos y productos lácteos, así como para añadir fibra a productos alimenticios, ya que la inulina tiene la propiedad de convertirse en partículas gelatinosas sueltas, altamente estables y de imitar a la grasa. La propiedad texturizante de la inulina se logra porque ésta actúa como un agente gelificante (Balcázar *et al.*, 2003). Además es moderadamente dispersable en agua, lo que hace que su adición a todo tipo de productos alimenticios resulte sencilla (Wouters, 2005).

Los alimentos bajos en grasa, pero con alto contenido de fibra tienden a reducir el riesgo de cáncer de colon, la obesidad, las enfermedades cardiovasculares y muchos otros desórdenes. Es importante conocer la fuente de la fibra, porque las diferencias en la estructura y constitución de las células vegetales pueden afectar las propiedades de la fibra (Aleson-Carbonell *et al.*, 2005).

Por lo anteriormente expuesto, junto con el creciente consumo de alimentos rápidos, tipo “snack” como las galletas, cuya finalidad es satisfacer el hambre de manera pronta, es conveniente diseñar un alimento funcional de fácil consumo que aumente el aporte de fibra dietética, de proteínas y de polifenoles.

## **Hipótesis**

Utilizando harina de trigo, harina de garbanzo y harina de linaza, y reemplazando parcialmente la materia grasa por inulina en la elaboración de galletas, se obtendrá un producto con contenidos de fibra dietética, proteínas y compuestos fenólicos significativamente superiores a un control, de buena calidad y aceptabilidad sensorial.

## **Objetivos**

Como objetivos se establecen:

- Determinar el efecto del reemplazo de la harina de trigo por harina de garbanzo y harina de linaza, y el uso de inulina, como reemplazante de materia grasa, sobre el contenido de proteína, de fibra dietética y compuestos fenólicos de las galletas y sobre sus características químicas, físicas y sensoriales.
- Obtener una formulación optimizada de galletas utilizando como criterios el contenido de fibra dietética y la aceptabilidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

#### Lugar de trabajo

La elaboración de las galletas y los análisis físicos y químicos se realizaron en el Laboratorio de Desarrollo de Productos del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. Los análisis sensoriales se llevaron a cabo en el Laboratorio de Evaluación Sensorial, ubicado en el mismo lugar.

#### Materia prima

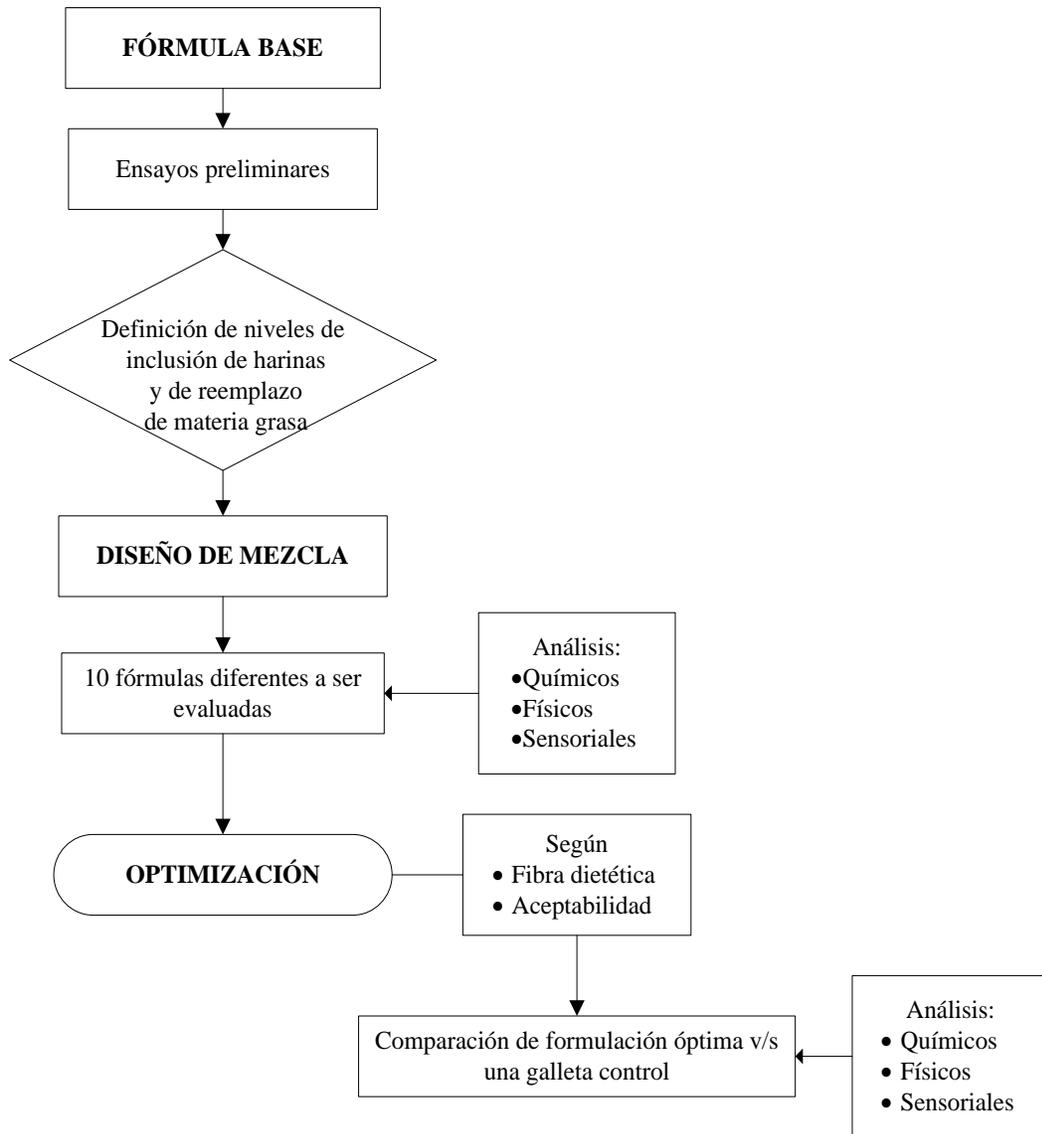
**Harina de linaza.** Para el desarrollo del trabajo, se utilizó harina de semilla de linaza de la variedad Celestina, cultivada en el Campex de la empresa Semillas Baer, ubicada en Temuco, cosechada en el año 2009. Las semillas de linaza (*Linum usitatissimum* L.) se molieron en un molinillo de cuchillos rotatorios marca Global Home, modelo 2012, hasta una granulometría de harina menor a 150  $\mu\text{m}$ , la que se lograba aproximadamente luego de 20 segundos de molienda.

**Harina precocida de garbanzo.** Para la obtención de la harina precocida de garbanzos, los granos de la temporada ya pelados, se dejaron remojando en agua por 16 horas en una relación 1:3 (granos:agua), para lograr un buen ablandamiento de ellos y la pérdida de los compuestos antinutricionales hidrosolubles. Posteriormente se cocinaron sólo con agua por 60 minutos a ebullición a presión atmosférica con el fin de desnaturalizar los inhibidores de tripsina. Posteriormente, los granos cocidos, se secaron en un secador de túnel con sistema de circulación de aire forzado a 60°C, hasta una humedad cercana al 10%. Una vez finalizado este proceso, los granos se molieron utilizando un molino marca Willey Mill, modelo N°2, hasta granulometría de harina (menor a 150  $\mu\text{m}$ ).

**Inulina.** Para este estudio se incorporó inulina con el fin de reducir un poco el aporte calórico proveniente de lípidos, reemplazándolos parcialmente por una fibra soluble. Para ser utilizada se hidrató previamente en la proporción 1:1 con agua tibia y a baño de María, dejándola reposar 15 minutos para que formara el gel.

## Método

La investigación realizada tuvo el mapa conceptual que se presenta en la Figura 1.



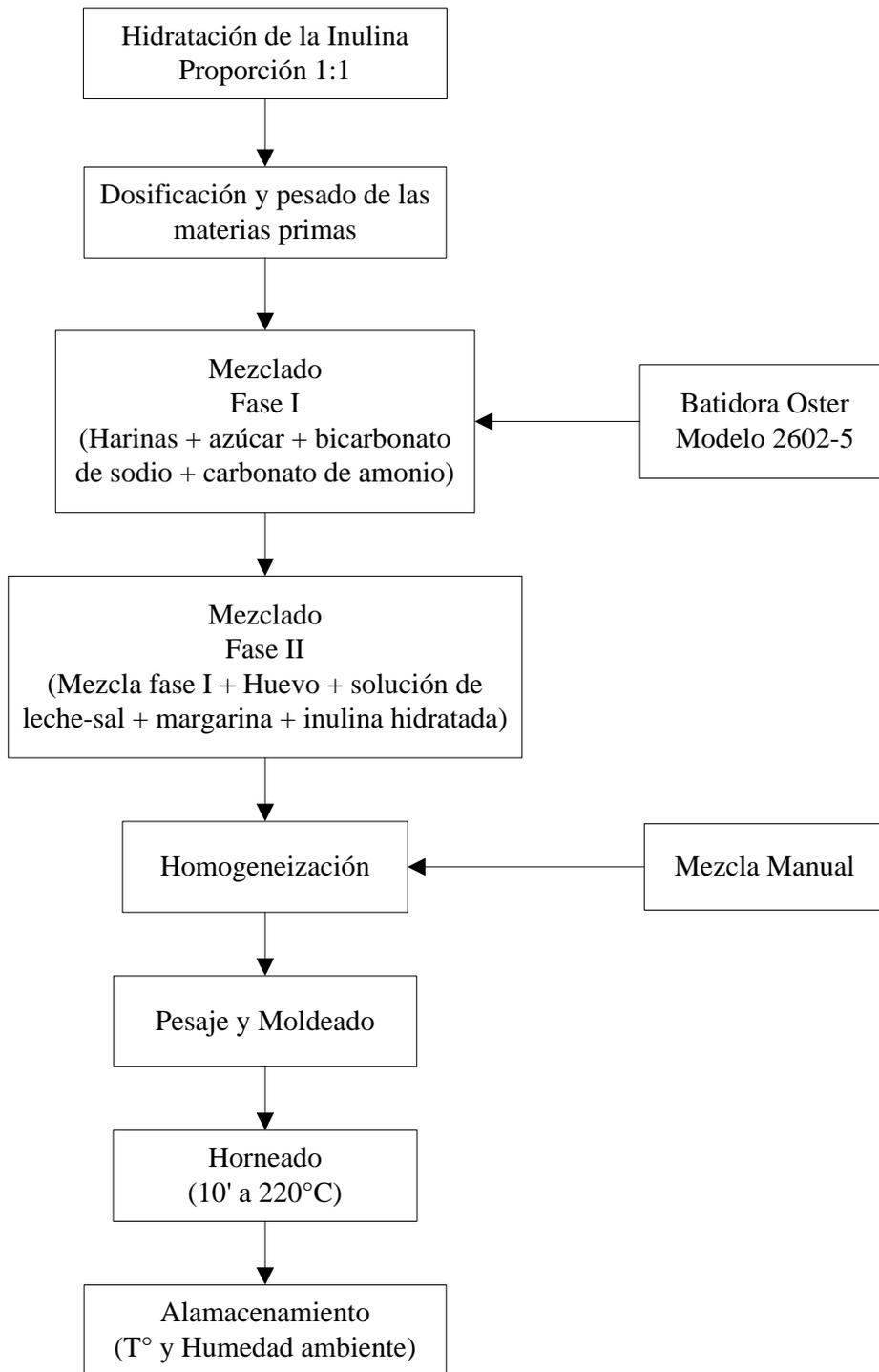
**Figura 1.** Mapa conceptual de las etapas de la investigación realizada.

La investigación se inició a partir de una formulación base o tratamiento control, el cual, mediante ensayos preliminares permitió obtener los rangos de los niveles para los ingredientes de la matriz variable, que correspondieron a harina de linaza, harina de garbanzo y harina de trigo. Estos se utilizaron para el diseño de mezcla que permitió obtener las 10 fórmulas que se analizaron y optimizaron; posteriormente el tratamiento óptimo se comparó con la fórmula base o tratamiento control mediante análisis. La parte experimental se dividió en 3 etapas; la primera correspondió a los análisis realizados a las harinas a modo de caracterización y comparación; la segunda etapa, tuvo relación con los análisis realizados a las 10 fórmulas del diseño experimental, con el fin de obtener la formulación óptima de las galletas y la tercera etapa correspondió a los análisis realizados para comparar este tratamiento óptimo con la formulación base o control. Se realizó una optimización de procesos de manera parcial, ya que se determinó previamente el tiempo y temperatura de horneado y la proporción y tiempo de hidratación de la inulina. Sin embargo la velocidad y tiempo de mezclado de los ingredientes no se pudo determinar, ya que aquellos ingredientes como huevo, solución de leche y sal, margarina e inulina hidratada costó incorporarlos a la masa de una manera distinta a la manual, siendo un método inexacto.

### **Elaboración de galletas**

La elaboración de galletas para todos los tratamientos se realizó de acuerdo al diagrama de flujo planteado en la Figura 2.

- Dosificación y Pesado: Se realizó el pesado de todos los ingredientes de acuerdo a la formulación de los distintos tratamientos.
- Hidratación de la inulina: Se adicionó agua recién hervida a partes iguales con la inulina, dejándola reposar 15 min a baño de María para que gelificara.
- Mezclado: Se mezcló en un primer grupo los ingredientes secos, tales como harinas (linaza, garbanzo y trigo) de acuerdo a cada formulación, azúcar, bicarbonato de sodio y carbonato de amonio, en una batidora manual marca “Oster”, modelo 2602-5 para que quedaran repartidos homogéneamente. Una vez hecho esto, se agregaron los ingredientes como el huevo, la solución de leche, la margarina y la inulina.
- Homogenización: Mezcla de todos los ingredientes a mano, ya que la batidora manual no logró la homogenización deseada.
- Se pesaron trozos de masa para que tuvieran un peso aproximado de 20 gramos, posteriormente se procedió a formar las galletas de manera manual, ya que la masa no resistía el amasado, puesto que era muy húmeda y adhesiva.
- El horneado se realizó en un horno marca “Oppici”, modelo H-1001, por 10 minutos a 220°C, con un precalentado de 20 minutos.
- Las galletas se sacaron del horno y se dejaron enfriar a temperatura ambiente y se guardaron en bolsas de polietileno.
- La evaluación sensorial se realizó 1 mes después que se elaboraron las galletas.



**Figura 2.** Diagrama de flujo para la elaboración de galletas (distintas formulaciones)

## Etapa I. Caracterización de las harinas

Para iniciar este estudio, lo principal fue conocer la materia prima, es por esto que se analizaron los 3 tipos de harinas que conformaron la matriz variable de los tratamientos, que correspondieron, en su sumatoria, al 50% del total de la fórmula de las galletas.

**Determinaciones Analíticas de la etapa I.** A los 3 tipos de harina usadas en la formulación de las galletas, se les realizó un análisis proximal completo, que incluyó:

- a) Humedad por diferencia de peso en estufa a 105°C (AOAC, 2007).
- b) Proteínas por el método de microkjedahl, utilizando el factor 6,25 para la harina de garbanzo, 5,2 para la harina de linaza y 5.7 para la de trigo (AOAC, 2007).
- c) Lípidos por el método de Soxhlet (AOAC, 2007).
- d) Fibra cruda mediante el método de digestión ácido-alkalina (AOAC, 2007).
- e) Cenizas, mediante calcinación de la muestra en mufla a 550°C (AOAC, 2007).
- f) Extracto no nitrogenado se calculó por diferencia.
- g) Polifenoles totales por el método de Folin Cicolteau (Bordeu y Scarpa, 2000).
- h) Capacidad antioxidante por el método DPPH (Brand-Williams *et al.*, 1995).
- i) Análisis de lisina disponible (Hurrell, 1979).

## Etapa II. Diseño de formulación para la optimización de galletas

Como se aprecia en el Cuadro 1, la elaboración de las galletas consistió en una formulación con una matriz fija que correspondió al 50% del total y que incluye dentro de ella a la inulina hidratada, y una matriz variable con 3 ingredientes con un máximo valor de 50%, que correspondió a la harina de linaza, harina de garbanzo y harina de trigo.

**Cuadro 1.** Formulación de galletas con los distintos niveles de los ingredientes en las matrices fija y variable

INGREDIENTES	PORCENTAJES (%)
<b>Matriz Fija</b>	<b>50%</b>
Margarina (más inulina)	28,5%
Azúcar	54,6%
Huevo entero	12,0%
Bicarbonato de Sodio	1,12%
Carbonato de Amonio	0,23%
Solución Leche (2,80%)-Sal (0,74%)	22,5 (*)
<b>Matriz Variable</b>	<b>50%</b>
Harina de Linaza	5 – 20%
Harina de Garbanzo	20 – 35%
Harina de Trigo	10 – 25%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

**Diseño experimental.** Para esta etapa, se utilizó un diseño de mezcla Simplex Lattice cúbico que se basó en la matriz variable compuesta por los tres ingredientes (harina de linaza, harina de garbanzo y harina de trigo) y se obtuvo mediante el Software Statgraphics Plus 5.1, el cual arrojó 10 tratamientos, los cuales se muestran en el Cuadro 2

**Cuadro 2.** Tratamientos para el diseño de formulación de las galletas\*

<b>Tratamiento</b>	<b>Harina de garbanzo (%)</b>	<b>Harina de Trigo (%)</b>	<b>Harina de Linaza (%)</b>	<b>Total</b>
<b>T1</b>	35,0	10,0	5,0	50%
<b>T2</b>	30,0	15,0	5,0	50%
<b>T3</b>	30,0	10,0	10,0	50%
<b>T4</b>	25,0	20,0	5,0	50%
<b>T5</b>	25,0	15,0	10,0	50%
<b>T6</b>	25,0	10,0	15,0	50%
<b>T7</b>	20,0	25,0	5,0	50%
<b>T8</b>	20,0	20,0	10,0	50%
<b>T9</b>	20,0	15,0	15,0	50%
<b>T10</b>	20,0	10,0	20,0	50%

\*Obtenidos por medio del programa estadístico Statgraphics Plus 5.1.

**Determinaciones analíticas de la etapa II.** El análisis de los distintos tratamientos de galletas y la selección del tratamiento óptimo, se realizó mediante los siguientes análisis:

- **Peso:** Se utilizó una balanza marca Scaltec modelo SAS-62 con un rango de 0,1g y un máximo de 1200g, de la cual, se obtuvo el peso de 10 galletas. Los pesos registrados corresponden a antes y después de la cocción.
- **Dimensiones (diámetro y altura):** Se midió la altura en el centro de la galleta y a 10 unidades. Por otra parte, se midió el diámetro de las mismas 10 unidades. Para ambos casos, los datos se obtuvieron para galletas crudas y cocidas.
- **Actividad de agua:** Se midió Aw a 5 galletas horneadas, utilizando el equipo AW-WERT messer. Marca Luft, modelo 5803.
- **Color:** Se midió color a 5 galletas horneadas, determinándose luminosidad (L), contribución del color rojo (a\*) y del color amarillo (b\*), mediante un colorímetro de reflectancia Minolta CR-200b.
- **Análisis proximal:** Se realizó un análisis proximal completo a las galletas horneadas, el cual incluye humedad, extracto etéreo, cenizas, proteínas y fibra cruda (AOAC, 2007).

- Aporte calórico: Se midió utilizando los coeficientes de Atwater, recomendados por FAO (Schmidt-Hebbel *et al.*, 1992).
- Fibra dietética: Se midió la fibra dietética soluble e insoluble a través del método enzimático-gravimétrico MES-TRIS Buffer (Lee *et al.*, 1992) a las galletas horneadas.
- Polifenoles totales: Los compuestos fenólicos se cuantificaron en galletas horneadas mediante el índice de Folin-Ciocalteu (Bordeu y Scarpa, 2000). Los resultados se expresaron como g de equivalente de ácido gálico (EAG) por 100g de galletas.
- Lisina disponible: Se midió lisina disponible a las galletas horneadas mediante el método propuesto por Hurrell en 1979. Los resultados se expresaron en mg de lisina por 100 g de proteínas.

**Análisis estadístico de la etapa II.** La optimización de la fórmula se realizó en base a las variables de respuesta de fibra dietética y aceptabilidad global mediante el mismo Software Statgraphics Plus 5.1, realizando un análisis multivariado que integrará estas variables otorgándole a cada una de ellas una ponderación igual a modo que ambas tengan el mismo peso dentro de la optimización.

Para los datos de los parámetros de las evaluaciones sensoriales, se aplicó un diseño completo de bloques, con 10 tratamientos y una repetición. La unidad experimental correspondió a la galleta horneada de aproximadamente 17 gramos.

El análisis de los resultados se realizó mediante ANDEVA y una prueba de rango múltiple de Tukey, para establecer si hubo diferencias significativas entre tratamientos, con un nivel de confianza del 95%.

### **Etapa III. Comparación del tratamiento óptimo con la galleta control.**

Una vez seleccionado el tratamiento óptimo, se realizó la comparación con una galleta de formulación base o control, sin todos los ingredientes de la matriz variable, sino que sólo la harina de trigo. Sin embargo, cabe destacar que la incorporación de inulina también se hizo, ya que pasó a ser parte de la matriz fija. Si no se hubiese respetado esto, los resultados no habrían sido comparables.

La elaboración de las galletas, se realizó mediante una formulación base (tratamiento control), propuesta por la AACC (1989), modificada por Valenzuela (1997) cuyos ingredientes se expresan, en función al 100% de la harina de trigo (Cuadro 3).

Cabe destacar que esta formulación es la base y que el 20% del contenido total de materia grasa, aportado por la margarina, correspondió a inulina, por lo tanto quedaría finalmente un 5,7% de inulina hidratada y 22,8% de margarina. Este 20% de inulina es de carácter fijo y fue determinado en base a ensayos preliminares.

**Cuadro 3.** Formulación de la galleta control

INGREDIENTES	PORCENTAJES (%)
Harina de Trigo	100
Margarina	28,5
Azúcar	54,6
Huevo entero	12,0
Bicarbonato de Sodio	1,12
Carbonato de Amonio	0,23
Solución Leche (2,80%)-Sal (0,74%)	22,5 (*)
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

(\*) Cantidad en mL de la solución por cada 100 gramos de harina.

**Determinaciones analíticas de la etapa III.** Una vez obtenido el tratamiento óptimo mediante el programa estadístico Statgraphics Plus 5.1, se realizó la etapa comparativa del tratamiento óptimo con la galleta control, mediante análisis físicos, químicos y sensoriales.

Para las galletas crudas se realizaron análisis de peso y dimensiones. Para las galletas horneadas se realizaron estos dos análisis anteriormente mencionados, además de análisis proximal completo, fibra dietética, lisina disponible, color, actividad de agua, polifenoles totales, actividad antioxidante y análisis sensoriales de acuerdo a los métodos anteriormente citados.

**Análisis estadístico de la etapa III.** Al igual que para la etapa II los datos obtenidos de las pruebas químicas y físicas, se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) y una prueba de rango múltiple, con un nivel de confianza del 95% para establecer si existió diferencia significativa entre la galleta control y la galleta optimizada.

**Análisis Sensorial etapas II y III.** Las galletas se hornearon y se mantuvieron dentro de bolsas de polietileno a temperatura ambiente durante 1 mes, de manera de darles un reposo, para ser luego puestas en platos de forma aleatoria.

La determinación de aceptabilidad se realizó mediante 12 panelistas entrenados, los cuales se sentaron en cabinas con iluminación blanca fluorescente, en una sala aislada a 23°C aproximadamente. Los datos de aceptabilidad se tomaron en el mismo cuestionario del análisis descriptivo, como última pregunta, en el cual se debió indicar el grado de gusto por

la muestra de cada tratamiento, usando una escala hedónica no estructurada de 15 puntos (15 = me gusta mucho; 1 = me desagrada mucho) (Piñero *et al.*, 2008).

El análisis descriptivo se realizó mediante estos mismos 12 panelistas entrenados. Los datos de este análisis se tomaron en un cuestionario designado para indicar el grado de apreciación de cada característica de cada tratamiento, usando una escala no estructurada de 15 puntos, como se muestra en el Apéndice I. Los parámetros analizados fueron: apariencia general, superficie, color superficial, color de la miga, dureza, crocancia, partículas residuales, sabor, dulzor general, amargor, dejo, dulzor residual, grasitud y aceptabilidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Etapa I. Caracterización de las harinas

#### 1.- Composición proximal

La composición química de las tres harinas se muestra en el Cuadro 4. El análisis estadístico demostró que existen diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los componentes de las distintas harinas.

**Cuadro 4.** Composición proximal de las harinas utilizadas como materia prima (1)(2)(3)

Parámetros	Harinas (1)(2)(3)		
	Harina de Trigo	Harina de Garbanzo	Harina de Linaza
<b>Humedad</b>	10,52 (0,12)a	9,12 (0,09)b	6,70 (0,01)c
g/100g base seca			
<b>Proteína</b>	8,28 (0,53)b	16,88 (0,04)a	16,37 (0,31)a
<b>Lípidos</b>	0,94 (0,03)b	6,92 (0,05)b	34,84 (2,51)a
<b>Cenizas</b>	0,57 (0,06)c	5,52 (0,59)a	2,39 (0,01)b
<b>Fibra cruda</b>	1,13 (0,09)b	1,83 (0,29)b	10,44 (0,79)a
<b>ENN</b>	89,09 (0,66)a	68,85 (0,8)b	35,96 (1,39)c
<b>Valor calórico (kcal/100g)</b>	397,94 (1,07)c	405,2 (1,53)b	522,88 (2,79)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre columnas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar

(3) ENN calculado por diferencia.

**Humedad:** la presencia de agua en los alimentos determina en un grado importante su sabor y digestibilidad, así como su estructura física, por lo que es muy importante tener conocimiento de ella. Las harinas se caracterizan por poseer un bajo contenido de agua, lo que facilita su almacenamiento y aumenta su duración.

El contenido de humedad se encontró dentro de los valores descritos con anterioridad para productos similares a cada tipo de harina, ya que valores inferiores al 12% son los recomendados para las harinas procedentes de cereales y leguminosas, puesto que cantidades superiores contribuyen a la generación de microorganismos como hongos y mohos (Veliz, 1999).

De acuerdo a un estudio hecho por Khattab *et al.* (2009) las humedades de las harinas de legumbres varían entre 7,03 y 10,67g/100g para las arvejas y el caupí, respectivamente, por lo que el valor para la harina de garbanzo se encuentra dentro de los rangos esperados para esta familia.

La harina de linaza posee menor contenido de humedad comparado con las otras dos harinas, siendo los valores promedio registrados entre 4-8%. Estos contenidos de humedad son los recomendados, puesto que la disminución de la calidad ocurre particularmente por el exceso de humedad y calor y puede ser reconocido por la degradación del color de la semilla y olor a rancio (Coşkuner y Karababa, 2007).

**Proteína:** de acuerdo a los resultados presentados en el Cuadro 4, la harina de garbanzo y la harina de linaza no presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

Los garbanzos son una muy buena fuente de proteínas, las que varían de acuerdo a la variedad entre 16-24g/100g (Pulse Australia, 2009). Se ha reportado el contenido de proteínas de otras leguminosas como el poroto egipcio (*Dolichos lablad* L.), que posee el contenido más alto de ellas, llegando al 28,12g/100g en promedio. Sin embargo, lo normal para esta familia está dentro de los rangos ofrecidos por el poroto, que fluctúan entre 15,2 y 36g/100g y para la arveja 14,20 y 36,10g/100g (Adekola & Oluleye, 2007; FAO, 1981; Ofuya, 2002; Onwuliri & Obu, 2002, citados por Khattab *et al.*, 2009).

Para el caso de la semilla de lino, se han encontrado contenidos cercanos a 23g/100g en la linaza canadiense, valores entre 17,4-29,2g/100g en linazas estudiadas del mismo predio y para linazas de exportación el rango es de 20,9-25,1g/100g (Daun *et al.*, 2003).

La variación que se presenta entre las variedades extranjeras y la var. Celestina (variedad nacional) utilizada en esta investigación, pueden deberse a las condiciones ambientales en las que se haya desarrollado y también la variedad. Las condiciones de procesamiento (descascarado o desgrasado) afectan el contenido de proteínas del producto derivado de la linaza. La cáscara tiene menores contenidos de proteína, por lo que, la harina sin cáscara y desgrasada tiene un alto contenido proteico (Figueroa *et al.*, 2008). Para este estudio, y como ya fue mencionado, se molió la semilla completa, produciéndose una “dilución” del contenido de proteína.

La harina de trigo, fue estadísticamente diferente a las otras dos harinas. Para esta investigación, se utilizó harina proveniente de trigos débiles, ya que de acuerdo a las especificaciones requeridas para la industria de galletas, se necesitan harinas menos tenaces, es decir, con un menor contenido de gluten.

Los granos maduros de trigo contienen entre 8-20g/100g de proteínas. Las proteínas del gluten, las gliadinas y gluteninas, constituyen cerca del 80-85g/100g del total de la proteína de la harina y le confieren propiedades de tenacidad y extensibilidad que son esenciales para la funcionalidad de las harinas (Shewry *et al.*, 1995).

**Lípidos:** si bien los contenidos de lípidos de cada una de las harinas fueron muy distintos entre sí, entre la harina de trigo y la de garbanzo no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ), pero ambas difieren de la harina de linaza.

La harina de trigo utilizada, provino de un proceso de molinería, mediante el cual el grano fue separado de todas sus partes estructurales, como la cáscara y también el germen rico en grasa. Este proceso se lleva a cabo con el fin de mejorar su vida útil, previniendo de esta manera rancidez lipolítica.

De acuerdo con estudios realizados por Osorio *et al.* (2008), el contenido de grasa en la harina de garbanzo es de 4,4g/100g. Sin embargo, valores más altos encontrados en harinas fueron reportados en otros cultivares de garbanzo (5,2g/100g, Iqbal *et al.*, 2006; 5,69g/100g, Zhao *et al.*, 2005, citados por Osorio *et al.*, 2008), lo que está más cercano a los resultados del presente estudio.

El contenido de materia grasa o aceite en la linaza está en un rango de 39-45g/100g, dependiendo del lugar, cultivar y condiciones ambientales (Daun *et al.*, 2003; Oomah y Mazza, 1997), para el análisis realizado en la variedad específica se encontró que el resultado estaba algo más bajo que el rango antes mencionado.

**Cenizas:** se puede observar que en las tres harinas hubo diferencias significativas. El contenido de cenizas de la harina de garbanzo fue el mayor de todos, con 5,52g/100g. Un valor bastante alto si se le compara con el obtenido por Osorio *et al.*, (2008), cuyo nivel fue de 2,7g/100g. Sin embargo, ellos también recalcan que generalmente el contenido de cenizas de este tipo de legumbres es mayor, puesto que autores como Iqbal *et al.* (2006, citado por Khattab *et al.*, 2009), encontraron valores de 2,4g/100g, 3,0g/100g y 3,6g/100g, respectivamente. Las legumbres se caracterizan por su alto contenido de minerales, cuyo nivel depende de la especie, cultivar y características edafoclimáticas donde haya sido cultivado, lo que podría también explicar esta diferencia en cantidad.

La harina de linaza, en promedio presenta 3,4g/100g de cenizas (Morris, 2007). Este valor no es muy cercano a lo obtenido en este estudio, pero esta diferencia puede explicarse, porque la composición de la linaza puede variar dependiendo de la genética, el medio ambiente, el procesamiento de la semilla y el método de análisis utilizado.

El bajo contenido de cenizas encontrado en la harina de trigo es similar al determinado por Sabanis *et al.*, (2006), que fue de 0,75g/100g. Este bajo contenido se explica porque el mayor contenido de cenizas proviene de las capas externas de él, las cuales son separadas del endospermo durante el proceso de molienda, obteniéndose harina refinada con trazas de estos elementos.

**Fibra cruda:** para el caso de la fibra cruda, la harina de trigo y la harina de garbanzo no presentaron diferencias significativas. Estos valores, 1,13g/100g para HT y 1,83g/100g para HG, se explican dado que la mayoría de este componente se encuentra en la testa. Durante el proceso productivo de la harina de trigo, las capas exteriores se extraen, por lo tanto, no pasan a formar parte de la harina refinada.

Para el caso de la HG se utilizaron garbanzos sin piel y la concentración de fibra cruda está directamente relacionada con la cantidad de piel o testa (Kumar *et al.*, 2001).

La linaza presentó 10,44g/100g de este componente, un valor muy superior al obtenido en las otras dos harinas, lo que se explica porque la semilla de linaza se molió completa, obteniéndose una harina integral. En un estudio realizado por Hussein *et al.*, (2006), lograron determinar un contenido de fibra cruda en harina de linaza de 8,2g/100g, un valor menor al obtenido en este estudio, pero que se puede explicar por diferencias varietales o de producción.

**Extracto no Nitrogenado y valor calórico:** las diferencias significativas se debieron a que las harinas poseen distintas composiciones proximales, ya que este se calcula por diferencia y por ende, si hay mayor cantidad de uno o más componentes, respecto de la composición de otra de las harinas, el ENN variará.

Lo mismo ocurre con el valor calórico, que varía de acuerdo a la composición proximal de cada harina. El componente que más aporta energía, son los lípidos, por esto, la harina de linaza posee un mayor aporte calórico que el resto de las harinas, aportando 522kcal/100 gramos. En cambio la harina de garbanzo entrega 405kcal/100 gramos y la harina de trigo 398 kcal/100 gramos.

## 2.- Fibra dietética

Tal como se puede observar en el Cuadro 5 existieron diferencias significativas entre los contenidos de fibra dietética que poseen cada una de las harinas.

**Cuadro 5.** Composición de fibra dietética de las harinas de trigo, garbanzo y linaza

Fibra dietética (g/100g)	Harinas (1)(2)		
	Harina de Trigo	Harina de Garbanzo	Harina de Linaza
<b>Fibra insoluble</b>	3,62 (0,35)c	31,39 (2,68)b	51,54 (2,06)a
<b>Fibra soluble</b>	0,91 (0,49)b	1,20 (0,26)b	4,39 (0,39)a
<b>Fibra total</b>	4,55 (0,65)c	33,13 (2,62)b	55,42 (1,94)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre columnas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

La fibra dietética consta de dos fracciones clasificadas de acuerdo a su dispersabilidad en agua. La fracción soluble constituida por polisacáridos, tales como pectinas, hemicelulosas, gomas y mucílagos y la fracción insoluble por polisacáridos de la pared celular (celulosa y hemicelulosa) y lignina (Bravo, 1999).

La harina de trigo es la que tuvo un menor contenido de fibra dietética, producto de su proceso productivo, donde se le extraen sus capas externas que son aquellas ricas en estos compuestos, quedando sólo remanentes.

La harina de garbanzo por su parte, posee una cantidad considerable de fibra dietética. Herrera *et al.*(1998), analizaron granos cocidos de leguminosas, que fueron drenados y secados (como fue la manera en que se elaboró la harina de esta leguminosa) y encontraron valores de fibra dietética total entre 16,1 y 27g/100g para arvejas y porotos negros. El valor obtenido en este estudio fue levemente mayor, pero es lo que se puede esperar para esta familia. Estos mismos autores encontraron que los valores de fibra dietética insoluble fueron mucho mayores a la fibra soluble, que fue de 1,2g/100g para el frijol rojo.

La linaza es la harina que presentó mayor cantidad de fibra dietética, y esto puede explicarse debido a que se trata de una harina integral, es decir, se molió en su totalidad y posee en sus capas externas una gran cantidad de esta fibra, aproximadamente 28g/100g de su peso con una relación de 75% de fibra insoluble y 25% de fibra soluble o mucílago (Figuerola, *et al.*, 2008). Este último, se encuentra en la capa más externa la cual es aproximadamente el 8% del peso de la semilla. Este valor depende en gran medida del método usado en su extracción y las variedades de linaza de la que se trate (Mazza *et al.*, 1989; Oomah *et al.*, 1995; Cui *et al.*, 1996, citados por Daun *et al.*, 2003).

### 3.- Lisina disponible

La lisina es un aminoácido esencial, lo que significa que es necesario para la salud humana, pero el cuerpo no lo produce, por lo que debe ser ingerido a través de los alimentos. La lisina juega un rol importante en la producción de carnitina, un nutriente responsable de convertir los ácidos grasos en energía y ayuda a bajar el colesterol. Aparentemente la lisina ayuda a la absorción del calcio, y juega un rol importante en la formación de colágeno, una sustancia importante para los huesos y tejidos conectivos (UMMC, 2011).

**Cuadro 6.** Contenido de lisina de las harinas de trigo, garbanzo y linaza

<b>Harinas (1)(2)</b>			
	<b>Harina de Trigo</b>	<b>Harina de Garbanzo</b>	<b>Harina de Linaza</b>
<b>Lisina (mg/g proteína)</b>	3,24	16,89	16,99
	(0,47)b	(1,55)a	(1,53)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre columnas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

No existió diferencia significativa en el contenido de este aminoácido entre la harina de garbanzo y la harina de linaza (Cuadro 6). Para el caso de la primera, Gupta (1982, citado por Khattab *et al.*, 2009) reportó que las legumbres son ricas en lisina, pero deficientes en triptófano y en aminoácidos azufrados y metionina. Khattab *et al.*, (2009), en un estudio en que se sometió a los garbanzos a diferentes tratamientos, se determinó el contenido de lisina, obteniendo valores que fluctuaron entre 5,32 y 7,93g/100g de proteínas. Un valor no muy cercano a lo obtenido en este estudio, lo que puede explicarse por diferencias de variedades, procesamiento o exactitud en la determinación. Alajaji *et al.* (2006) concluye que los tratamientos térmicos disminuyen el contenido de la lisina.

Al igual que para la harina de garbanzo, el valor obtenido para la harina de linaza se escapa a los obtenidos por otros autores. Dev *et al.* (1986, citado por Oomah y Mazza, 1993) obtuvo un contenido de lisina de 6g/100 g de proteína, lo que puede explicarse por las mismas razones mencionadas anteriormente.

#### **4.- Polifenoles y Capacidad antioxidante**

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios ampliamente distribuidos en el reino vegetal que derivan de diversas rutas metabólicas y son los antioxidantes más abundantes en la dieta (Scalbert, 2000).

La acción antioxidante de los polifenoles se produce porque estos actúan a nivel de las cadenas de los radicales libres, para esto donan un hidrógeno del grupo hidroxilo formando un producto final estable lo que impide las reacciones de iniciación, la propagación de los radicales libres y problemas de oxidación en los lípidos (Singh *et al.*, 2002).

El EC50 definido como concentración eficaz 50, corresponde a la cantidad de antioxidante necesaria para hacer disminuir hasta la mitad la concentración inicial del radical 2,2 difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), según la definición un compuesto es más efectivo cuanto más baja es la concentración eficaz.

En el Cuadro 7 se presentan los contenidos totales de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante que tienen cada una de las harinas.

**Cuadro 7.** Contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante de la harina de trigo, garbanzo y linaza

	<b>Harinas (1)(2)</b>		
	<b>Harina de Trigo</b>	<b>Harina de Garbanzo</b>	<b>Harina de Linaza</b>
<b>Fenoles</b>	0,028	0,075	0,35
<b>(g EAG/100g)</b>	(0,03)c	(0,08)b	(1,31)a
<b>EC50</b>	0,306	0,259	0,183
<b>(gEAG/L)</b>	(0,06)c	(0,09)b	(0,12)a
<b>TEAC</b>	1,59	1,88	2,66
<b>(<math>\mu\text{mol de Trolox g}^{-1}</math>)</b>	(0,01)b	(0,03)b	(0,15)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre columnas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

El contenido de fenoles presentó diferencias significativas (Cuadro 7), siendo la harina de linaza la que tiene el mayor contenido. Sin embargo, es un valor mucho menor al reportado por Daun *et al.* (2003), que encontró que la linaza tiene entre 0,8 y 1,3g/100g de ácidos fenólicos. Oomah *et al.* (1995) encontraron valores para distintos cultivares de linaza que fluctuaban entre los 0,8 y 1,0g/100g, lo que también es una cantidad considerablemente mayor a la determinada en este estudio, lo que puede deberse a diferencias de cultivar, características edafoclimáticas o tipo de producción.

Una de las características más interesantes de la linaza es su contenido de fenoles complejos como es el caso de los lignanos. El lignano de mayor interés es el secoisolaciresinol (SDG), aunque también están presentes isolariciresinol, pinoresinol y matairesinol y otros derivados del ácido ferúlico (Daun *et al.*, 2003).

Los beneficios para la salud de los lignanos de la linaza residen en su capacidad antioxidante como secuestradores de radicales hidroxilos, y como compuestos estrogénicos y antiestrogénicos por su similitud estructural con el 17- $\beta$ -estradiol. La actividad antioxidante del lignano de la linaza (SDG) está relacionada con la supresión de las condiciones oxidantes de las especies reactivas de oxígeno (Hu *et al.*, 2007).

El contenido de polifenoles presentes en los garbanzos fue mucho más bajo comparado con el de la harina de linaza, pero son valores similares a los publicados por Singh y Jambunathan (1981), que informaron que los garbanzos de las variedades Desi y Kabuli contienen entre 0,086-0,6 y 0,02-0,20g/100g de polifenoles, respectivamente.

Respecto de la actividad antioxidante, en el Cuadro 7 se muestran los valores de EC50, en el que se encontraron diferencias significativas, observándose un valor menor relacionado a una mayor capacidad antioxidante en la harina de linaza.

### 5.- Actividad de agua

En el Cuadro 8 muestra la actividad de agua que presenta cada una de las harinas.

**Cuadro 8.** Actividad de agua de las harinas de trigo, garbanzo y linaza

<b>Harinas (1)(2)</b>			
	<b>Harina de Trigo</b>	<b>Harina de Garbanzo</b>	<b>Harina de Linaza</b>
<b>Aw</b>	0,37 (0,01)a	0,43 (0,01)a	0,36 (0,02)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

La actividad de agua ( $A_w$ ) indica la disponibilidad del agua de un determinado medio para las reacciones químicas, bioquímicas, para los cambios de estado o transferencias a través de membranas semipermeables (Bourgeois *et al.*, 1994), lo que la hace estar relacionada directamente a la susceptibilidad de los alimentos a ataques de microorganismos, ya sea hongos, levaduras y bacterias. Los valores obtenidos son los esperables para productos de este tipo (harinas), lo cual les confiere una gran estabilidad durante el almacenamiento, ya que valores superiores a 0,5-0,6, determinan la aparición de reacciones químicas, enzimáticas y de crecimiento microbiano que conllevan al deterioro del producto (Badui, 1995, citado por Pacheco-Delahaye *et al.*, 2008).

## 6.- Color

El Cuadro 9 muestra que existen diferencias significativas en cuanto a la luminosidad ( $L^*$ ) y contribución del color rojo ( $a^*$ ), pero en la contribución del color amarillo ( $b^*$ ) sólo es estadísticamente diferente la harina de garbanzo.

**Cuadro 9.** Parámetros de color de las harinas de trigo, garbanzo y linaza

Parámetro	Harinas (1)(2)		
	Harina de Trigo	Harina de Garbanzo	Harina de Linaza
$L^*$	92,54 (0,61)a	80,61 (0,53)b	57,49 (2,16)c
$a^*$	0,58 (0,05)c	2,06 (0,16)b	4,33 (0,46)a
$b^*$	10,78 (0,05)b	23,88 (0,529a)	12,13 (0,77)b

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

Al ser los colores de las tres harinas tan disímiles (Figura 3) es fácil explicar las diferencias en estos parámetros.



**Figura 3.** Fotografía de las harinas de trigo, garbanzo y linaza utilizadas en la formulación de las galletas.

La harina de trigo mostró una mayor luminosidad al ser de color blanca, le sigue la de garbanzo que es amarilla y la de linaza que es de un color café oscuro. La contribución del color rojo es mayor en la harina de linaza al ser la de tonalidad más oscura y disminuye  $a^*$  mientras más clara es la harina. Respecto de la contribución del color amarillo ( $b^*$ ), la que presenta un mayor valor es la harina de garbanzo, dada su presencia de carotenos. La harina de linaza y trigo no presentan diferencias significativas para este parámetro.

La harina de trigo cruda, presentó un parámetro  $L^*$  cercano a 100. Según Fuentes (1998, citado por Bernuy, 2003) ese valor sería de 93,30 y presenta un valor de cero para el parámetro  $a^*$ .

## Etapa II. Diseño de formulación para la optimización de galletas

### 1.- Composición proximal

En el Cuadro 10 se presentan los resultados del análisis proximal a los 10 tratamientos.

**Cuadro 10.** Análisis proximal de los 10 tratamientos de galletas

T* (1)(2)	Parámetros (g/100g)						
	Humedad	Proteína	Grasas	Cenizas	Fibra cruda	ENN	Aporte calórico
<b>T1</b>	2,29 (0,02)ab	6,31 (0,21)bc	12,42 (1,80)ab	1,85 (0,01)abc	1,49 (0,06)f	75,64 (1,45)abc	439,58 (6,29)a
<b>T2</b>	2,29 (0,02)ab	6,62 (0,54)bc	12,98 (1,85)ab	1,65 (0,02) de	1,56 (0,10)f	74,90 (0,86)abc	442,9 (6,83)a
<b>T3</b>	2,91 (0,26)ab	7,09 (0,22)abc	13,63 (0,41)ab	1,91 (0,04)a	2,11 (0,04)de	72,35 (0,26)cd	440,41 (0,94)a
<b>T4</b>	2,22 (0,05)b	5,94 0,14)c	10,66 (0,89)b	1,75 (0,05)cd	1,66 (0,09)ef	77,77 (0,59)ab	430,78 (3,69)a
<b>T5</b>	3,16 (0,30)ab	6,31 (0,43)bc	11,89 (0,50)b	1,87 (0,00)abc	2,15 (0,02)cde	74,62 (0,15)abcd	430,78 (2,56)a
<b>T6</b>	2,57 (0,47)ab	6,17 (0,77)bc	10,85 (1,53)b	1,43 (0,02)f	2,68 (0,25)ab	76,30 (0,02)abc	427,50 (7,53)a
<b>T7</b>	2,33 (0,20)ab	5,71 (0,14)c	10,87 (0,05)b	1,23 (0,07)g	1,33 (0,18)f	78,52 (0,46)a	434,75 (1,12)a
<b>T8</b>	3,32 (0,54)a	6,24 (0,84)bc	12,79 (0,80)ab	1,54 (0,01)ef	2,30 (0,05)bcd	73,81 (0,73)bcd	435,34 (4,51)a
<b>T9</b>	2,21 (0,04)b	8,33 (0,44)ab	14,10 (0,17)ab	1,89 (0,01)ab	2,64 (0,18)abc	70,84 (0,58)de	443,57 (0,05)a
<b>T10</b>	2,45 (0,16)ab	9,28 (0,98)a	16,07 (0,27)a	1,76 (0,05)bcd	3,07 (0,09)a	67,37 (0,86)e	451,26 (1,02)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

(\*) Tratamientos.

**Humedad.** El contenido de humedad resulta de mucha importancia en la preservación, estabilidad y calidad de las galletas durante el periodo de almacenamiento (Valenzuela, 1997).

Los valores resultantes para cada tratamiento se pueden observar en el Cuadro 10. Si bien existen unas pequeñas diferencias significativas entre los tratamientos, no son tan importantes, ya que son muy leves.

Las galletas se caracterizan por tener una humedad que fluctúa entre 2 y 5% (Hoseney, 1991, citado por Fontanot, 1999), por lo que todas se encontraron dentro del rango considerado como correcto. Al tener un bajo contenido de agua, también poseen una baja probabilidad de formación de hongos y levaduras que afectarían la calidad del producto final.

**Proteína.** Tal como lo muestra el Cuadro 10 existieron diferencias significativas en cuanto al contenido de proteínas, lo que está dado principalmente por el porcentaje del tipo de harina que sea su principal constituyente. Las que poseen un menor valor corresponden a aquellas cuyo principal ingrediente de la matriz variable es la harina de trigo (T7, T8 y T4). Por otro lado, aquellos tratamientos que tienen el mayor contenido son aquellas que poseen mayor cantidad de harina de linaza (T9 y T10). Sanhueza (2007) al elaborar galletas con harina de quínoa, también obtuvo valores altos de proteínas, dado que reemplazaba por ésta, la harina de trigo, la cual en comparación es muy poco proteica.

**Lípidos.** El contenido de lípidos presenta diferencias significativas entre tratamientos. Esto se debe también al tipo de harina que sea el principal constituyente. Al poseer la harina de linaza un contenido de materia grasa dentro de un rango de 39-45g/100g (Daun *et al.*, 2003; Oomah y Mazza, 1997) es lógico que aquellas galletas que tengan en mayor proporción esta harina, sean más ricas en grasa (T9 y T10). Cabe destacar que si bien tienen un mayor contenido de lípidos, se trata de aquellos de buena calidad, ya que la linaza tiene un alto contenido de ácido  $\alpha$ -linolénico, generalmente entre un 50-62% (Daun *et al.*, 2003).

**Cenizas:** El contenido de cenizas fue muy similar en todos los tratamientos. Sin embargo, entre uno y otro hay diferencias significativas. El tratamiento que tuvo un mayor contenido fue T10, debido a que su formulación es la más rica en harina de linaza y al igual que lo obtenido por Turhan *et al.* (2005), el contenido de cenizas aumenta acorde aumenta el contenido de linaza en la formulación.

**Fibra cruda.** Existieron variaciones significativas entre cada tratamiento, las que están dadas principalmente por el contenido de harina de linaza en cada formulación. Harina de trigo y garbanzo casi no contribuyeron, puesto que este compuesto se encuentra principalmente en las capas externas de ambas semillas, las que fueron extraídas antes de transformarlas en harina, en cambio, para el caso de la harina de linaza, esta corresponde a una harina de tipo integral, manteniendo así todos sus constituyentes.

**Extracto no nitrogenado.** Existieron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo T7 el que presenta el mayor valor. Esto se explica porque su principal ingrediente, es la harina de trigo, cuyo constituyente más importante es el almidón. El tratamiento con el contenido más bajo fue T10, ya que al tener un alto contenido de harina de linaza y al ser esta más rica en otros compuestos como grasa, proteínas y fibra cruda, su ENN es menor.

**Aporte calórico.** No existieron diferencias significativas entre tratamientos, siendo las variaciones calóricas muy leves entre uno y otro. Bernuy (2003) obtuvo valores que fluctuaban entre 430 y 440 Kcal/100g para galletas con adición de fibra de algarrobo, Fontanot (1999) consiguió galletas con harina de nopal que tenían alrededor de 460 Kcal/100g y Sanhueza (2007), 460 Kcal/100g para galletas de quínoa con nuez.

## **2.- Fibra dietética**

Los efectos fisiológicos de la fibra dietética están relacionados con sus características químicas y propiedades físicas, presentando efectos positivos y adversos. Los efectos positivos son: la sensación de saciedad, promueve la evacuación, efectos preventivos frente al cáncer de colon y desplazamiento de nutrientes de la dieta que aportan energía, disminuyendo así, la carga calórica del alimento (Pak, 2000, citado por Bernuy, 2003).

Entre los efectos adversos de la fibra dietética, se encuentran la excesiva fermentación en el intestino grueso que conlleva a la producción de gases y una posible reducción de minerales como el zinc, hierro, magnesio y calcio (Vaquero *et al.*, 2001, citados por Bernuy 2003).

En el Cuadro 11 se detallan los valores de fibra insoluble, soluble y total para cada uno de los tratamientos.

**Cuadro 11.** Contenido de fibra dietética de los tratamientos

<b>T*</b> <b>(1)(2)</b>	<b>Parámetros</b> <b>(g/100g)</b>		
	<b>Fibra insoluble</b>	<b>Fibra soluble</b>	<b>Fibra total</b>
<b>T1</b>	12,47 (2,27)ab	2,44 (0,62)a	14,91 (2,89)ab
<b>T2</b>	8,4 (1,09)b	2,16 (0,08)a	10,56 (0,62)b
<b>T3</b>	9,93 (0,24)ab	2,00 (0,32)a	11,93 (0,08)ab
<b>T4</b>	9,46 (1,14)ab	2,01 (0,23)a	11,47 (0,38)ab
<b>T5</b>	11,02 (0,88)ab	2,61 (0,04)a	13,64 (0,92)ab
<b>T6</b>	14,93 (2,24)a	2,10 (0,48)a	17,03 (2,72)a
<b>T7</b>	10,73 (0,47)ab	1,75 (0,32)a	12,47 (0,79)ab
<b>T8</b>	9,67 (0,23)ab	1,89 (0,11)a	11,56 (0,13)ab
<b>T9</b>	10,87 (0,96)ab	1,79 (0,05)a	12,67 (0,92)ab
<b>T10</b>	15,34 (0,97)a	2,97 (0,08)a	18,31 (0,85)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

(\*) Tratamientos

En el contenido de fibra soluble no existieron diferencias estadísticamente significativas, pero para la fibra insoluble sí. Sin embargo, estas mismas diferencias se reflejan en el valor final del contenido de fibra dietética. El tratamiento 10 es aquel que presentó el mayor contenido de fibra dietética total, que coincide con que posee la formulación con la más alta incorporación de harina de linaza (20%), la que tiene un contenido de fibra total de 55g/100g aproximadamente. Además posee un 20% de harina de garbanzo, cuya composición tiene 33g/100g de fibra dietética. Le sigue en cantidad, el tratamiento T6, que

tiene un 25% de harina de garbanzo y un 15% de harina de linaza. Dentro de los valores más bajos, se encontró T2, cuyo aporte de fibra está dado principalmente por la harina de garbanzo, puesto que tiene un 30% de ella, y de harina de linaza sólo posee un 5%.

### 3.-Lisina disponible

Tal como se puede observar en el Cuadro 12, existen diferencias significativas entre tratamientos.

**Cuadro 12.** Contenido de lisina disponible de los tratamientos.

<b>Tratamientos (1)(2)</b>	<b>Lisina disponible (mg/g de proteína)</b>
<b>T1</b>	9,1(1,92)ab
<b>T2</b>	10,31(2,61)a
<b>T3</b>	9,13(5,86)ab
<b>T4</b>	15,17(2,27)a
<b>T5</b>	8,89(5,44)ab
<b>T6</b>	6,63(2,15)b
<b>T7</b>	5,63(1,28)bc
<b>T8</b>	8,26(3,63)ab
<b>T9</b>	5,15(2,13)c
<b>T10</b>	5,12(3,90)c

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

El contenido más alto de lisina disponible correspondió a T4, que es uno de los tratamientos que posee el menor nivel de incorporación de harina de linaza, que es el elemento de la matriz variable que mayor contenido de lisina disponible posee y un nivel de inclusión de harina de garbanzo medio. T10 tiene el contenido menor de este aminoácido y es el tratamiento que mayor incorporación de harina de linaza posee.

Esto puede explicarse porque la biodisponibilidad de algunos aminoácidos esenciales como la lisina, puede disminuir como consecuencia del almacenamiento de los alimentos en condiciones inadecuadas, debido a su procesamiento industrial o cuando las proteínas se someten a calentamiento intenso en presencia de azúcares o lípidos oxidados. La lisina se

pierde rápidamente en la primera fase de la reacción de Maillard a causa de su grupo  $\epsilon$ -amino libre (Torún, 1988, citado por Torres, *et al.* 2001).

El contenido de lisina en cada uno de los tratamientos como tal, está altamente influenciado por el contenido inicial de este aminoácido presente en la harina de garbanzo, cuyo aporte es el importante, ya que esta harina sí fue sometida a tratamiento térmico inicial, por lo que su fluctuación no debería ser considerable durante el horneado.

#### 4.-Polifenoles y Capacidad antioxidante

En el Cuadro 13 se detallan los valores para el contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante para cada uno de los 10 tratamientos.

**Cuadro 13.** Contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante por tratamiento.

Tratamientos (1)(2)	Polifenoles totales (gEAG/100g)	Capacidad antioxidante	
		EC50 (gEAG/L)	TEAC ( $\mu\text{mol Trolox g}^{-1}$ )
T1	0,089(0,012)de	0,110(0,01)a	4,43(0,2)h
T2	0,084(0,023)ef	0,100(0,02)b	4,84(0,3)f
T3	0,093(0,029)d	0,095(0,01)cd	5,10(0,2)e
T4	0,075(0,053)fg	0,103(0,02)ab	4,74(0,4)g
T5	0,093(0,041)d	0,092(0,02)de	5,29(0,1)c
T6	0,138(0,071)c	0,081(0,04)f	6,03(0,3)b
T7	0,073(0,018)fg	0,109(0,03)a	4,46(0,1)h
T8	0,101(0,011)cd	0,098(0,04)bc	4,98(0,2)e
T9	0,106(0,071)b	0,093(0,04)cd	5,22(0,6)cd
T10	0,179 (0,123)a	0,076(0,05)g	6,36(0,2)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

La cantidad de fenoles totales y la capacidad antioxidante de cada uno de los tratamientos dependerá directamente de la mezcla de las harinas en la formulación.

El mayor contenido de fenoles totales los tiene el tratamiento 10, ya que tiene el porcentaje más alto de inclusión de harina de linaza y 20% de harina de garbanzo. Le siguen T9 y T6, los cuales tienen el mismo nivel de incorporación de harina de linaza, pero presentan diferencia entre ellos dado el aporte de la harina de garbanzo (Cuadro 13).

Vergara (2005) elaboró galletas con fibra de mango, obteniendo un contenido de polifenoles de 0,012g/100g, lo que es un valor bajo considerando los valores obtenidos en este estudio, incluso comparado con aquellas galletas que tienen el menor contenido de polifenoles.

A mayor capacidad antioxidante, menor será su EC50, ya que se necesitará una concentración más baja de estos polifenoles para disminuir a un 50% los radicales libres. Las mayores capacidades antioxidantes, nuevamente las presentan los tratamientos 10 y 6, lo cual es lógico considerando que son los que tienen la mayor concentración de polifenoles.

Vergara (2005) en galletas con fibra de mango, registró una capacidad antioxidante de 0,0091gEAG/L, lo cual es bastante alto, considerando que su contenido de polifenoles es mucho menor al de las galletas de este estudio y es comparable a la capacidad antioxidante que registran galletas como T5 y T9, que tienen entre un 10-15% de harina de linaza en su formulación y entre 20 y 25% de harina de garbanzo.

## 5-Actividad de agua

La incorporación en mayor o menor medida de harina de linaza o garbanzo no afecta los valores de actividad de agua ( $A_w$ ), no existiendo diferencias estadísticamente significativas. Los valores de  $A_w$  fluctúan entre 0,52 para T4 y 0,69 para T10 y se presentan en el Cuadro 14.

**Cuadro 14.** Actividad de agua de galletas con diferentes niveles de harinas de trigo, garbanzo y linaza

Tratamientos (1)(2)	$A_w$
T1	0,54(0,01)a
T2	0,56(0,04)a
T3	0,59(0,02)a
T4	0,52(0,04)a
T5	0,66(0,02)a
T6	0,66(0,02)a
T7	0,63(0,01)a
T8	0,64(0,04)a
T9	0,63(0,02)a
T10	0,69(0,03)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

Chirife (1986, citado por Fontanot, 1999), señala que los valores de actividad de agua para galletas deberían fluctuar entre 0,30 y 0,50. Para los tratamientos T1, T2 y T4 esto corresponde, ya que se logran valores muy cercanos. Fontanot, por su parte obtuvo valores en un rango entre 0,36 y 0,45 para galletas con harina de nopal.

Los valores encontrados en este estudio fueron más altos en general, comparados con estudios hechos por otros autores para galletas. Este aumento en el  $A_w$  puede explicarse por la capacidad que tiene la harina de linaza de retener agua, dado su alto contenido de mucílagos y gomas. Su mucílago está mayormente compuesto de pentosanos y arabinosilanos, los que tienen propiedades de ligar agua similares a las de la goma guar (Fedeniuk and Biliaderis 1994, citado por Shearer y Davis, 2004).

## 6-Color

Según Cheftel (1989, citado por Fontanot, 1999), el color es un factor importante para valorar la calidad de un alimento, ya que puede revelar si la elaboración ha sido adecuada o defectuosa, malas o buenas condiciones de almacenamiento o alteración microbiana.

**Cuadro 15.** Parámetros de color para los tratamientos horneados

Tratamientos (1)(2)	L*	a*	b*
<b>T1</b>	62,8(0,01)ab	8,0(0,2)bcd	33,4(0,2)a
<b>T2</b>	67,0(0,3)a	6,25(0,05)d	29,0(0,6)b
<b>T3</b>	54,2(1,3)c	9,4(0,5)bc	26,2(0,3)b
<b>T4</b>	66,7(2,7)a	6,2(1,3)d	29,8(0,01)b
<b>T5</b>	57,75(1,15)bc	6,05(0,25)d	24,15(0,35)c
<b>T6</b>	53,6(1,1)c	7,45(0,25)bcd	21,05(0,05)d
<b>T7</b>	67,55(0,85)a	6,75(0,05)cd	28,4(0,2)b
<b>T8</b>	57,15(2,55)bc	10,05(0,45)b	25,8(0,9)b
<b>T9</b>	55,7(0,02)bc	8,45(0,45)bcd	21,65(0,65)cd
<b>T10</b>	50,35(0,65)c	13,7(0,6)a	21,0(0,7)d

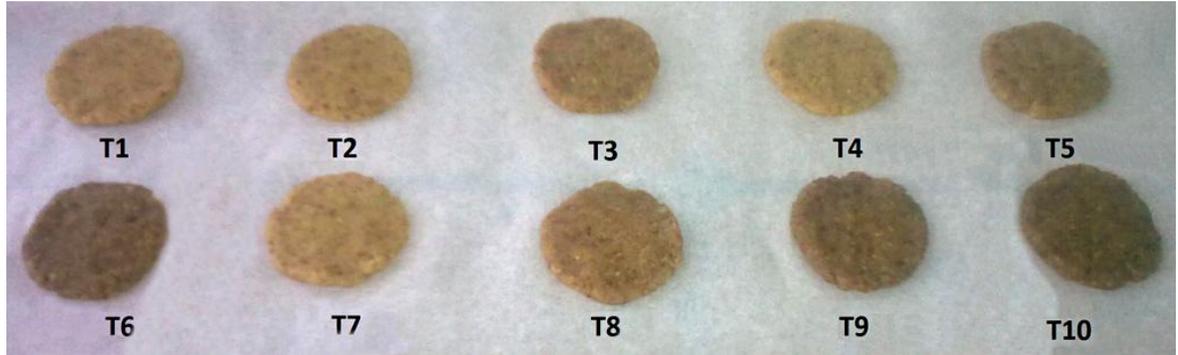
(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

En el Cuadro 15 se muestran los resultados de las mediciones realizadas directamente sobre la galleta. Los valores corresponden a la medición de 5 galletas horneadas en 3 puntos diferentes en cada una de ellas. Se puede observar que existieron diferencias significativas en cuanto a Luminosidad (L\*), contribución del color rojo (a\*) y contribución del color amarillo (b\*) (Figura 5). Estos valores varían fundamentalmente de acuerdo al nivel de inclusión de harina de linaza en la formulación.

El parámetro L\* disminuyó al aumentar el contenido de harina de linaza. La contribución del color rojo (a\*) aumentó al subir el nivel de inclusión de este mismo ingrediente. El parámetro b\* estuvo dado primordialmente por la incorporación de la harina de garbanzo. Sin embargo, en algunos tratamientos se veía opacado por el contenido de harina de linaza que enmascara este valor al ser muy oscura. Por esta razón, cuando el contenido de linaza en la formulación era bajo, se percibió una mayor diferencia de color entre los tratamientos que cuando los tratamientos tienen una incorporación mayor de harina de linaza (Figura 5).

Después del horneado, las galletas con menos inclusión de harina de linaza sufrieron un leve pardeamiento producto de la reacción de Maillard. En cambio, las galletas con más linaza, también lo sufrieron, pero por su color inicial no se percibió este pardeamiento, incluso su color se volvió más claro después del horneado producto de la evaporación del agua (Figuras 4 y 5).



**Figura 4.** Color de los distintos tratamientos antes del horneado



**Figura 5.** Color de los distintos tratamientos después del horneado

## 7- Dimensiones

Los valores determinados para las características de diámetro, altura y peso se encuentran detallados en el Cuadro 16.

**Cuadro 16.** Dimensiones de las galletas crudas y horneadas elaboradas con distintos niveles de harina de linaza, trigo y garbanzo.

T* (1)(2)	Parámetros					
	Crudas			Horneadas		
	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (g)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (g)
<b>T1</b>	5,44 (0,75)a	0,48 (0,049)a	20,96 (0,238)a	5,47 (0,032)ab	0,86 (0,024)ab	16,66 (0,238)d
<b>T2</b>	5,28 (0,066)ab	0,54 (0,024)a	20,88 (0,271)a	5,30 (0,081)b	0,90 (0,032)ab	17,64 (0,314)abc
<b>T3</b>	5,20 (0,045)ab	0,52 (0,037)a	21,00 (0,285)a	5,40 (0,055)ab	0,88 (0,037)ab	16,68 (0,402)cd
<b>T4</b>	5,16 (0,040)b	0,50 (0,032)a	21,20 (0,158)a	5,38 (0,080)ab	0,88 (0,020)ab	16,82 (0,162)bcd
<b>T5</b>	5,26 (0,075)ab	0,48 (0,049)a	20,94 (0,075)a	5,44 (0,053)ab	0,84 (0,040)ab	17,30 (0,152)abcd
<b>T6</b>	5,18 (0,037)ab	0,50 (0,032)a	21,08 (0,159)a	5,46 (0,051)ab	0,82 (0,020)ab	17,88 (0,102)a
<b>T7</b>	5,14 (0,024)b	0,54 (0,024)a	21,16 (0,093)a	5,32 (0,037)ab	0,98 (0,058)a	16,86 (0,098)bcd
<b>T8</b>	5,24 (0,075)ab	0,54 (0,027)a	21,12 (0,156)a	5,40 (0,055)ab	0,96 (0,060)a	17,34 (0,121)abcd
<b>T9</b>	5,24 (0,060)ab	0,48 (0,037)a	20,96 (0,156)a	5,52 (0,035)a	0,88 (0,020)ab	17,12 (0,086)abcd
<b>T10</b>	5,26 (0,051)ab	0,48 (0,037)a	21,10 (0,155)a	5,54 (0,037)a	0,76 (0,024)b	17,74 (0,121)ab

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

(\*) Tratamientos

En general, todos los tratamientos sufrieron una expansión en el diámetro, pero aquellos que poseen una mayor incorporación de harina de linaza, lo hicieron en mayor medida, esto puede deberse a su contenido de fibra soluble. De acuerdo con Fontanot (1999), fibras con mayor concentración de FDS y por lo tanto, con una mayor retención de agua, permiten un menor crecimiento en diámetro de las galletas. Bernuy (2003) obtuvo mayores diámetros en galletas que poseían inclusión de fibra purificada de algarrobo.

Respecto de la altura, todos los tratamientos presentaron un crecimiento considerable, y si bien, se observan diferencias significativas entre tratamientos, este crecimiento no muestra una tendencia que pudiese ser relacionada con alguna característica aportada por algunas de las harinas acá estudiadas.

Los factores que más influyen en el peso final de las galletas son la temperatura del horno y el tiempo que se mantuvieron dentro de él. Estas condiciones determinan una mayor o menor pérdida de peso por deshidratación. Las galletas con mayor incorporación de harina de linaza tuvieron una menor disminución en el peso después del horneado, debido a las menores pérdidas de humedad, ya que el agua es retenida por la fibra soluble mayoritariamente aportada por la linaza.

## **8- Calidad y Aceptabilidad Sensorial**

La evaluación sensorial a la que se sometieron los tratamientos fue de carácter descriptivo, por lo que el panel evaluó cada atributo para cada tratamiento. Pese a que fueron evaluadas individualmente por atributo, todos los test descriptivos fueron llevados a cabo el mismo día y horario.

**Calidad sensorial.** La apariencia es uno de los parámetros de calidad más importantes en el desarrollo de nuevos productos. El consumidor se basa en este parámetro para decidirla compra o no compra de un producto, especialmente si se trata de uno nuevo (Mellgaard *et al.*, 1991, citado por Fontanot 1999).

En el Cuadro 17 se presentan los parámetros de apariencia de los 10 tratamientos de galletas.

**Cuadro 17.** Parámetros de apariencia en galletas elaboradas con distintos niveles de harina de linaza, trigo y garbanzo

<b>Tratamientos (1)(2)</b>	<b>Apariencia General</b>	<b>Superficie</b>	<b>Color superficial</b>	<b>Color miga</b>
<b>T1</b>	7,02 (3,28)a	7,32 (3,31)a	4,93 (3,38)bc	5,55 (2,50)bc
<b>T2</b>	9,28 (3,38)a	6,70 (3,50)a	4,18 (3,35)c	5,00 (3,24)c
<b>T3</b>	8,22 (2,44)a	7,75 (3,39)a	8,67 (0,85)ab	8,42 (2,57)abc
<b>T4</b>	8,18 (2,88)a	6,88 (2,55)a	6,27 (3,42)abc	6,15 (1,31)bc
<b>T5</b>	6,18 (1,23)a	8,00 (2,17)a	8,45 (1,25)abc	7,98 (3,78)abc
<b>T6</b>	6,53 (2,18)a	6,67 (3,63)a	9,52 (2,00)a	8,20 (1,42)abc
<b>T7</b>	11,07 (3,44)a	10,07 (1,22)a	6,63 (1,96)abc	6,02 (1,57)bc
<b>T8</b>	11,07 (2,54)a	9,30 (2,23)a	8,08 (0,43)ab	7,68 (2,34)abc
<b>T9</b>	8,38 (3,69)a	9,18 (0,96)a	8,97 (1,43)ab	9,92 (1,75)ab
<b>T10</b>	8,20 (2,72)a	8,37 (1,73)a	10,55 (2,26)a	10,32 (2,77)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

Según los datos obtenidos en cuanto a la apariencia general y expuestos en el Cuadro 17, no existió diferencia significativa entre tratamientos. Si bien, las galletas visualmente fueron muy diferentes, y se manifiesta en los puntajes obtenidos, todas fueron calificadas como “normal o muy buena”, por lo que se esperaría que el consumidor no rechace el producto. Los tratamientos peor evaluados en cuanto a este atributo fueron T5 y T6 y los mejor evaluados T7 y T8. Respecto de este atributo, mucho más que el porcentaje y tipo de harina preponderante, tiene mucho que ver el factor horno, ya que algunas galletas, siendo del

mismo tratamiento, se tostaron un poco más dependiendo de la ubicación de ellas en la bandeja de horneado.

El mismo fenómeno se repitió en el atributo de superficie, ya que no existen diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, el tratamiento T7 resalta por sobre los demás en su puntaje, esto puede deberse a que posee el mayor contenido de harina de trigo, que es más fina y le entrega características diferentes a la galleta por tener un mayor contenido de gluten, que la hace más firme y estable. Además posee un nivel de inclusión más bajo de harina de linaza, lo que implica que posee menos fibra dentro de su estructura que podría darle una apariencia más rugosa.

El atributo color superficial presentó diferencias significativas entre tratamientos, siendo los que tuvieron un color más pálido o un menor puntaje, los tratamientos T1 y T2, que corresponden a aquellos que tienen un mayor contenido de harina de garbanzo y/o trigo y el valor más bajo de harina de linaza. Los valores más altos, corresponden justamente a aquellos tratamientos que poseen mayor inclusión de harina de linaza dentro de su formulación

El color de la miga presentó la misma tendencia que el color superficial, existiendo diferencias significativas entre los puntajes registrados para cada tratamiento. Nuevamente aquellos que presentan un color de miga con menor puntaje son T1 y T2 y aquel que tuvo el valor más alto fue T10, por tener un mayor contenido de linaza.

### **Parámetros de textura**

La textura es un parámetro de importancia para definir la calidad de un producto debido a que los cambios en ella pueden implicar cambios en la percepción del sabor, aroma y cambios en la apariencia.

En productos como las galletas, este parámetro cobra una relevancia mayor, dado que puede depender de este la aceptabilidad o rechazo de un producto. Esto se debe a que se asocia textura con la frescura del producto.

Tal como se puede observar en el Cuadro 18 existen diferencias significativas entre tratamientos para los parámetros de dureza y crocancia, pero no así, para partículas residuales.

**Cuadro 18.** Parámetros de textura de los tratamientos

<b>Tratamientos (1)(2)</b>	<b>Dureza</b>	<b>Crocancia</b>	<b>Partículas residuales</b>
<b>T1</b>	11,12(3,38)ab	8,90(1,89)abc	9,37(1,76)a
<b>T2</b>	11,85(2,93)a	11,77(2,61)a	9,77(3,81)a
<b>T3</b>	6,03(3,53)bcde	6,95(3,94)abcd	8,68(2,79)a
<b>T4</b>	11,33(2,92)a	11,75(2,64)a	8,83(2,05)a
<b>T5</b>	5,68(2,00)cde	6,00(3,85)abcd	7,82(2,41)a
<b>T6</b>	5,47(2,76)de	5,20(2,63)bcd	7,87(3,195)a
<b>T7</b>	10,72(2,49)abc	10,15(4,44)ab	8,98(2,84)a
<b>T8</b>	8,32(2,65)abcd	8,03(1,92)abcd	9,08(2,49)a
<b>T9</b>	3,60(2,49)de	3,57(3,15)cd	8,13(3,61)a
<b>T10</b>	2,17(1,63)e	2,72(2,42)d	10,65(1,16)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

La dureza se determinó con la fuerza de los incisivos para quebrar las galletas. Este parámetro presentó diferencias significativas entre tratamientos. Se puede apreciar que mientras mayor era el contenido de linaza que posea la galleta, su dureza era menor. Esto está dado principalmente por el alto contenido de grasa que posee esta materia prima, que contrarresta la dureza que podría ser entregada por su alto contenido de fibra.

Los puntajes obtenidos en crocancia, al igual que para la dureza, presentaron diferencias significativas y una tendencia similar, es decir, que a medida que aumenta el porcentaje de inclusión de harina de linaza, disminuye su crocancia. Los tratamientos con menor puntaje para este atributo fueron T9 y T10.

Las partículas residuales corresponden a los residuos que quedan en la boca, lengua y paladar después de la deglución. Estos residuos son restos de fibra que debido a su menor densidad y peso quedan adheridos en la cavidad bucal (Bunger, 1999, citado por Bernuy 2003). De acuerdo al Cuadro 18, no existen diferencias significativas para este atributo. Si bien, las galletas con harina de linaza tienen un mayor contenido de fibra que podría aumentar el contenido de partículas residuales en boca, el hecho que contenga una mayor cantidad de materia grasa, lubrica, junta y permite una deglución limpia.

### Parámetros de sabor y aroma

El sabor corresponde a la suma de características percibidas por el olfato y el gusto. Por lo tanto, es el resultado de la percepción de sustancias solubles por los receptores gustativos en la boca y de la percepción de sustancias volátiles (Fontanot, 1999). En el Cuadro 19 se presentan los valores obtenidos para los parámetros de sabor y aroma.

**Cuadro 19.** Parámetros de sabor y aroma en galletas elaboradas con distintos niveles de harina de linaza, trigo y garbanzo

Tratamientos (1)(2)	Sabor	Dulzor general	Amargor	Aroma
<b>T1</b>	9,58(2,96)a	9,48(3,09)a	2,28(2,62)a	6,67(4,68)a
<b>T2</b>	11,02(3,85)a	9,50(1,36)a	2,32(3,55)a	5,01(2,03)a
<b>T3</b>	10,26(3,51)a	9,70(3,83)a	2,20(2,85)a	8,38(3,44)a
<b>T4</b>	9,98(2,21)a	8,40(1,41)a	2,50(3,54)a	5,58(3,33)a
<b>T5</b>	10,65(2,50)a	8,22(2,36)a	2,30(2,06)a	7,63(5,38)a
<b>T6</b>	9,35(2,889)a	7,83(1,19)a	3,52(3,95)a	6,23(4,44)a
<b>T7</b>	9,92(2,75)a	9,92(1,27)a	2,22(2,56)a	8,45(4,71)a
<b>T8</b>	10,87(2,81)a	8,40(1,05)a	2,02(2,84)a	6,45(5,19)a
<b>T9</b>	9,28(1,76)a	7,35(2,92)a	3,25(1,68)a	6,65(2,69)a
<b>T10</b>	9,00(2,65)a	7,85(1,60)a	3,45(3,56)a	6,40(2,79)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

Si bien, las galletas fueron muy diferentes entre sí respecto de textura, color, crocancia, etc., los puntajes obtenidos para todos los atributos de sabor y aroma, no son estadísticamente distintos (Cuadro 19).

Para el sabor, el tratamiento que presentó el puntaje más alto es T2, que posee un mayor contenido de harina de trigo y garbanzo y el más bajo de linaza. En el lado opuesto, el tratamiento con la nota más baja fue T10 que posee los niveles de inclusión más bajos para harina de garbanzo y trigo y los más altos de linaza. Sin embargo, no hay diferencias significativas para este atributo.

Respecto del dulzor general, se puede observar que a medida que aumenta el contenido de harina de linaza, su dulzor disminuye. Esto puede deberse al mayor contenido de grasa, la

que deprime la percepción del dulzor. Además se puede atribuir al contenido de fibra que esta harina posee, pudiendo entregar un mayor amargor en contraposición del sabor dulce. Esto último puede observarse también en los puntajes para cada tratamiento en el atributo de amargor, donde aquellas galletas con mayor contenido de linaza son las que presentaron un amargor más alto.

Para el atributo de aroma, no se observaron diferencias significativas, pero los tratamientos T3 y T5 son los que presentaron el puntaje más alto. Esto puede explicarse por el aroma que entregan los compuestos volátiles de la materia grasa, ya que mientras menos se tienen, menos aroma se siente y mientras más, quizás se siente demasiado el aroma puro a grasa, bajando disminuyendo la sensación agradable.

### Parámetros de deajo

Para los atributos medidos en el parámetro deajo no existieron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 20).

**Cuadro 20.** Parámetros de deajo de las galletas elaboradas con distintos niveles de harina de linaza, trigo y garbanzo

Tratamientos (1)(2)	Deajo	Dulzor residual	Grasitud
T1	9,87(3,63)a	7,32(4,35)a	4,90(3,04)a
T2	10,53(3,64)a	9,62(1,47)a	3,60(3,47)a
T3	9,80(4,40)a	6,94(3,98)a	3,22(2,78)a
T4	8,92(3,08)a	7,35(3,61)a	2,27(1,85)a
T5	10,47(3,10)a	8,33(1,67)a	4,20(2,03)a
T6	10,96(3,02)a	6,57(3,46)a	4,92(3,49)a
T7	10,33(2,64)a	8,23(1,83)a	4,40(3,68)a
T8	10,71(2,69)a	8,27(3,15)a	3,68(3,64)a
T9	11,03(3,11)a	6,97(4,15)a	4,42(2,69)a
T10	11,85(2,14)a	6,20(3,12)a	5,08(3,76)a

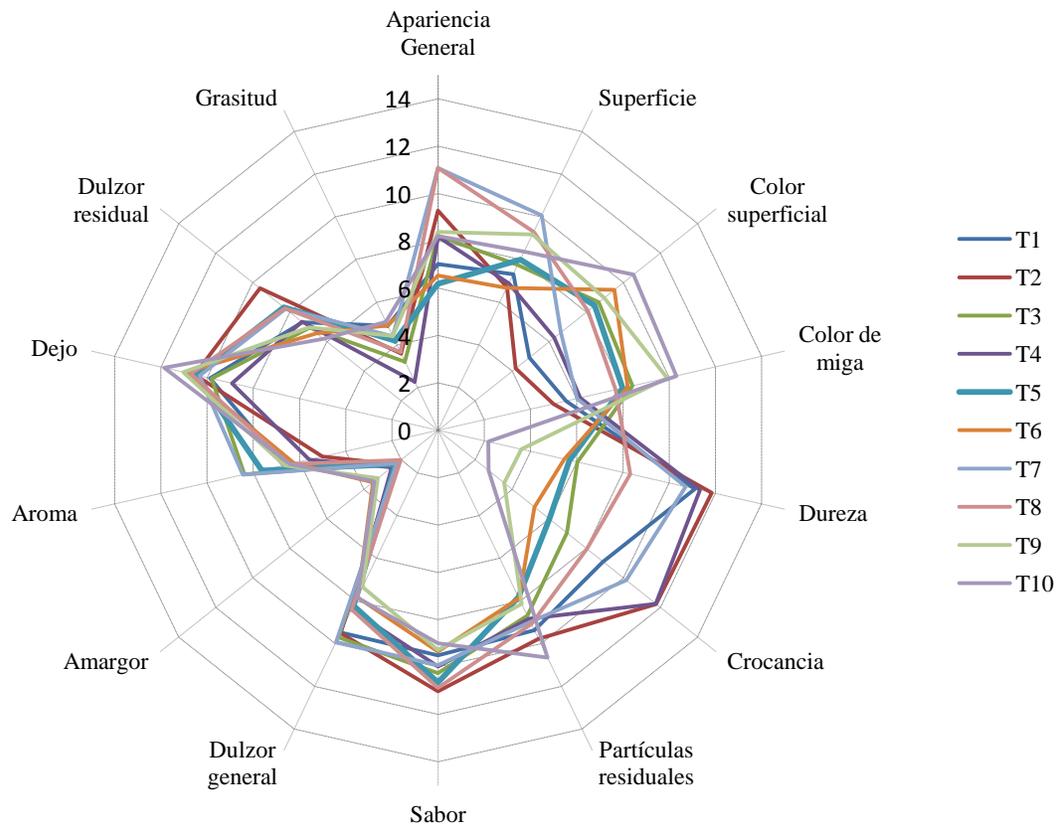
(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

Al igual que para el deajo, la percepción del sabor residual fue similar entre cada tratamiento, y disminuye al ir aumentando el nivel de inclusión de harina de linaza, esto tiene relación con que el atributo de amargor también es superior a medida que aumenta el contenido de linaza en las galletas. Mayor amargor, menor dulzor residual.

La percepción del deajo graso o grasitud es mayor en aquellas galletas con mayor contenido de harina linaza, esto se explica porque de acuerdo al análisis proximal que se realizó a los 3 ingredientes de la matriz variable, la linaza posee en promedio 34% de lípidos. Los valores encontrados en este estudio son menores a los reportados por Bernuy (2003), pero similares a los encontrados por Fontanot (1999).

En la Figura 6 se pueden apreciar todos los parámetros evaluados en el análisis sensorial para el test descriptivo de calidad en galletas.



**Figura 6.** Análisis descriptivo de calidad sensorial de galletas elaboradas

### Aceptabilidad Sensorial

La aceptabilidad del consumidor es un proceso complejo en el cual la información percibida de los alimentos es integrada durante la evaluación (Alesom-Varbonell *et al.*, 2005). El Cuadro 21 muestra los puntajes obtenidos para este atributo.

**Cuadro 21.** Aceptabilidad de las galletas elaboradas con distintos niveles de harina de linaza, trigo y garbanzo

<b>Tratamientos (1)(2)</b>	<b>Aceptabilidad</b>
<b>T1</b>	10,98 (0,818)ab
<b>T2</b>	9,84 (0,542)ab
<b>T3</b>	10,04 (0,298)ab
<b>T4</b>	10,58 (0,287)ab
<b>T5</b>	8,74 (0,496)b
<b>T6</b>	8,02 (0,413)b
<b>T7</b>	12,04 (0,883)a
<b>T8</b>	10,50 (0,493)ab
<b>T9</b>	10,78 (1,075)ab
<b>T10</b>	10,24 (0,708)ab

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

La aceptabilidad más alta la tuvo el tratamiento T7 (12,04), que es aquel que posee 20% de harina de garbanzo, 25% de harina de trigo y 5% de harina de linaza. La menor aceptabilidad la tuvieron los tratamientos T5 y T6, los que presentan una formulación similar entre sí, sólo variando en un 5% el nivel de inclusión de harina de trigo y harina de linaza. La puntuación obtenida tanto en T7, como en T5 y T6 se ubicaron en la zona de aceptación según Araya (2007), pero el primero está catalogado como “gusta mucho” y los segundos como “gusta algo”.

### Optimización

Se realizó la optimización de los tratamientos a partir de las determinaciones de aceptabilidad sensorial y del contenido de fibra dietética total, obtenido mediante balance de los ingredientes de las formulaciones. Estos parámetros se utilizaron maximizándolos, debido a su relevancia en los objetivos de este estudio, poseyendo ambas variables la misma importancia dentro de la optimización.

La optimización de los tratamientos, mediante las respuestas obtenidas en los parámetros relevantes se presenta en la Figura 7.

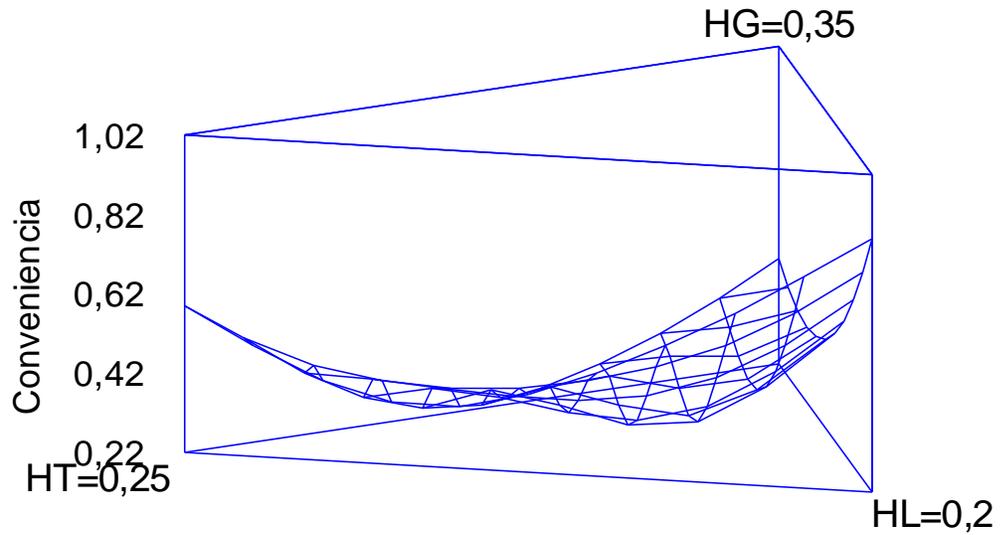
<b>Valor de optimización = 0,93</b>			
<b>Datos variables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceptabilidad</li> <li>• Fibra dietética total</li> </ul>		
<b>Optimización (Cantidades en g*100<sup>-1</sup>g)</b>			
<b>Factor</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	<b>Óptimo</b>
<b>Harina de garbanzo</b>	20%	35%	20%
<b>Harina de trigo</b>	10%	25%	10%
<b>Harina de linaza</b>	5%	20%	20%
<hr/>			
<b>Respuesta esperada</b>	<b>Óptimo</b>		
<b>Aceptabilidad (puntaje)</b>	9,88		
<b>Contenido de fibra dietética (g/100g)</b>	16,89		
<hr/>			

**Figura 7.** Optimización de la función de conveniencia en galletas elaboradas con distintos niveles de harina de linaza, trigo y garbanzo.

La combinación de los niveles de factores que aumentan al máximo la función de conveniencia, se reflejó en un valor de optimización de 0,93, el cual es un valor bastante alto. Esta optimización, da como tratamiento óptimo una formulación idéntica a la del tratamiento 10. Si bien, los valores arrojados por el programa estadístico de las respuestas esperadas no son exactamente los registrados para estos parámetros en ese tratamiento, es el que más se ajustó a los resultados.

Dentro de la optimización se define entonces un tratamiento óptimo que tiene un 20% de harina de garbanzo, un 10% de harina de trigo y un 20% de harina de linaza.

La Figura 8 muestra gráficamente la superficie de respuesta que se produce al maximizar las variables de aceptabilidad y el contenido de fibra dietética. Además se observa que no hay ningún peak claro, por eso la función de conveniencia alcanza un 0,93.



**Figura 8.** Gráfico de superficie de respuesta para la variable aceptabilidad y contenido de fibra dietética

### Etapa III. Comparación del tratamiento óptimo con galleta control

#### 1.- Composición proximal

El Cuadro 22 muestra los resultados obtenidos del análisis proximal realizado a las galletas control y óptima.

**Cuadro 22.** Análisis proximal del tratamiento control y tratamiento óptimo

<b>Parámetros (1)(2)</b>	<b>Tratamiento Control</b>	<b>Tratamiento Óptimo</b>
<b>Humedad</b>	4,7(0,02)a	2,4(0,16)b
<b>g/100g en base seca</b>		
<b>Proteína</b>	5,57(0,38)b	9,28(0,98)a
<b>Lípidos</b>	8,93(0,46)b	16,04(0,26)a
<b>Cenizas</b>	1,00(0,02)b	1,76(0,05)a
<b>Fibra cruda</b>	1,19(0,15)b	3,07(0,08)a
<b>ENN</b>	78,61(0,46)a	67,37(0,86)b
<b>Aporte calórico</b>	417,05(2,17)b	451,26(1,02)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre columnas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

**Humedad:** Como puede observarse, hubo diferencias significativas entre cada tratamiento. Si bien, la linaza es rica en fibra soluble capaz de absorber y retener agua, no posee las mismas propiedades del gluten, presente en la harina de trigo, de mantenerla fija. Bernuy (2003) formuló galletas con diferente contenido de fibra, encontrando que a mayor nivel de fibra, menor humedad encontraba en el producto final, pudiendo fluctuar entre 2,1 y 3,3%. Valores muy similares a los de este estudio.

**Proteína:** existió una gran diferencia entre tratamientos, siendo la galleta óptima la que presentó el más alto valor. Esta diferencia se explica básicamente por el tipo de harinas por las que fue reemplazada parcialmente la harina de trigo. Al usar como materia prima harina de garbanzo y harina de linaza, ambas muy ricas en proteínas, se obtuvo lo esperado, un aumento en el contenido de proteínas en el producto final.

Fontanot (1999) obtuvo para galletas con harina de nopal valores entre 5,99 y 6,81g/100g. Por otra parte Bernuy (2003) determinó contenidos entre 7,7 y 8,5g/100g y Sanhueza (2007) reportó valores de proteínas de 4,79g/100g. Los valores esperados de contenido de este nutriente oscila entre 5 y 8g/100g (Chavan y Kadarn, 1993, citados por Fontanot, 1999), por lo que el porcentaje de proteínas del tratamiento óptimo se encuentra muy por encima en comparación con lo medido por otros autores para galletas.

Valenzuela (1997) reportó en galletas de quinoa, valores entre 14,1 y 15,7g/100g y Fuentes (1998, citado por Bernuy, 2003), obtuvo cantidades entre 7,57 y 8,15g/100g en galletas de cotiledón de algarrobo. El propósito de ambos, al igual que el de este estudio, fue aumentar el contenido proteico, mejorando la calidad nutricional de las galletas.

**Lípidos:** El tratamiento óptimo tiene casi el doble del contenido de lípidos que el tratamiento control. Esto se debe principalmente al contenido de materia grasa que aporta la harina de linaza (34g/100g). Se buscó disminuir esta diferencia con la incorporación de inulina que posee el tratamiento optimizado, logrando reemplazar el 20% del aporte de grasa proveniente de la margarina.

Dentro de los usos tecnológicos que se le da a la inulina está el reemplazo del azúcar o grasa como un agente de relleno de bajo contenido calórico y como agente texturizante (Tungland y Meyer, 2002, citados por Tárrega y Costell, 2006). Además actúa como prebiótico.

Si bien el aporte de lípidos de la galleta optimizada es alto, cabe destacar que se trata de grasas mayoritariamente insaturadas. La linaza tiene un alto contenido de ácido  $\alpha$ -linolénico (ALA) (C 18:3  $\omega$  3), generalmente de 50-62% del total de los ácidos grasos (Daun *et al.*, 2003).

Los valores del contenido de lípidos obtenidos por Bernuy (2003) fluctúan entre 15 y 15,7g/100g y los obtenidos por Fontanot (1999) entre 16,01 y 17,67g/100g, ambos valores muy similares, e incluso superiores a los obtenidos en este estudio. De acuerdo a un estudio realizado por Zamorano *et al.*, (2010), las galletas con chips de chocolate consumidas actualmente por los niños, tienen casi un 24% de grasa. Frente a esto, las galletas con incorporación de harina de linaza se transforman en una opción muy válida y saludable.

**Cenizas:** ambos tratamientos mostraron un contenido bajo de cenizas. Al igual que la mayoría de las características que tienen las galletas cuya formulación fue optimizada, esta variación se debe al aporte de la linaza (3,4g/100g) y a la harina de garbanzo (5,52g/100g). Sanhueza (2007) midió contenido de cenizas de 1,81% en galletones de quinoa con nuez, poseyendo la quinoa como materia prima entre 1,79 y 3,62g/100g.

**Fibra cruda:** existen diferencias significativas entre cada una de las formulaciones. Diferencias que tienen relación con el contenido de harina de linaza en la receta, siendo este un 20% en la galleta óptima, aportando esta harina un contenido de fibra cruda de aproximadamente 10,44g/100g.

**Extracto no Nitrogenado y aporte calórico:** para ambas mediciones se observaron diferencias significativas, que se deben a la composición de la matriz variable de cada tratamiento.

Para el caso del primero, el ENN en la galleta control fue mayor que en la formulación optimizada, porque esta última tiene altos valores de lípidos y proteínas principalmente.

Respecto del aporte calórico, las diferencias observadas se debieron también por la composición proximal de ambas galletas. El mayor valor lo registra la galleta optimizada, puesto que posee un mayor contenido de lípidos, siendo estos los que aportan un mayor contenido energético. Bernuy (2003), Fontanot (1999), Sanhueza (2007), obtuvieron valores similares en sus estudios.

## 2.- Fibra dietética

En el Cuadro 23 se presentan los valores obtenidos para el contenido de fibra dietética para el tratamiento óptimo y control.

**Cuadro 23.** Contenido de fibra dietética para tratamiento óptimo y control

<b>Parámetros (g/100g) (1)(2)</b>	<b>Tratamiento Control</b>	<b>Tratamiento Óptimo</b>
<b>Fibra insoluble</b>	2,64(0,02)b	14,34(0,96)a
<b>Fibra soluble</b>	1,58(0,45)a	2,97(0,08)a
<b>Fibra total</b>	4,2(0,43)b	17,31(1,04)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre columnas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2)Media  $\pm$  Error estándar.

Las recomendaciones actuales para la ingesta de fibra dietética están relacionadas con la edad, género y la energía consumida, y en general, la recomendación de una ingesta adecuada es de 14g/1000Kcal. Sin embargo, en forma específica, para una mujer adulta con una dieta de 2000Kcal/día, la ingesta adecuada de fibra es de 28g/día; y para un hombre adulto con una dieta de 2600Kcal/día esta recomendación varía a 36g/día (USDA, 2005).

De acuerdo con el Cuadro 23, se puede observar que el contenido de fibra dietética del tratamiento óptimo fue de aproximadamente 17,31g/100g aportada por la harina de linaza mayoritariamente y por la harina de garbanzo en menor cantidad, en cambio el tratamiento control sólo tuvo un 4,2g/100g de fibra dietética, aportada por la harina de trigo y la inulina presentes en la formulación.

En referencia a las recomendaciones de ingesta adecuada de fibra dietética, el tratamiento óptimo aporta aproximadamente 3,12 gramos por galleta, correspondiente al 11,14% y el tratamiento control 0,76 gramos por unidad, que corresponde a un 2,71% de la ingesta diaria recomendada para una dieta de 2000kcal al día. Se consideró que una unidad de galletas pesa aproximadamente 18 gramos. Pérez (2010) elaboró hamburguesas utilizando harina de linaza en su formulación, consiguiendo en la optimización de los tratamientos, hamburguesas que aportaban aproximadamente un 8,7% de la dosis diaria recomendada al ingerir una porción de 60 gramos.

### 3.-Lisina disponible

Tal como se puede observar en el Cuadro 24, existieron diferencias significativas entre el contenido de lisina disponible entre la galleta control y la galleta de formulación optimizada.

**Cuadro 24.** Contenido de lisina de los tratamientos control y óptimo

<b>Parámetro</b>	<b>Tratamiento Control</b>	<b>Tratamiento Óptimo</b>
<b>Lisina (mg/g)</b>	1,76(0,85)b	5,12(1,76)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre columnas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

Las diferencias observadas, se explican, dado el contenido de harina de linaza (20%) y harina de garbanzo (20%) que posee el tratamiento control. Hay que tener en cuenta que el contenido final de este aminoácido, se ve disminuido respecto del porcentaje real aportado por cada harina, debido a que parte de la lisina se desnaturaliza a causa del calor del horneado y a la reacción de Maillard.

#### 4.-Polifenoles y Capacidad antioxidante

En el Cuadro 25 se presentan los valores obtenidos para el contenido de fenoles y capacidad antioxidante de las galletas de la formulación optimizada y las galletas con formulación control.

**Cuadro 25.** Contenido de fenoles y capacidad antioxidante de los tratamientos control y óptimo

Parámetros	Tratamientos (1)(2)	
	Control	Óptimo
<b>Fenoles</b> (g EAG/100g)	0,024 (0,06)b	0,183 (0,08)a
<b>EC50</b> (gEAG/L)	0,288 (0,06)a	0,076 (0,09)b
<b>TEAC</b> ( $\mu\text{mol de Trolox g}^{-1}$ )	1,69 (0,01)b	6,36 (0,03)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre columnas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

Tal como se puede observar en el Cuadro 25, el contenido de fenoles del tratamiento optimizado es mayor que el del tratamiento control, ya que este último no tiene ningún ingrediente que aporte una cantidad considerable de polifenoles, ya que su matriz variable sólo está compuesta por harina de trigo, que aporta sólo 0,028g/100g, en comparación con los 0,35g/100 que aporta la linaza, además de los 0,075g/100g que entrega la harina de garbanzo que forman parte de la galleta optimizada.

La misma situación se repite para la capacidad antioxidante, la que para el tratamiento óptimo es 3,78 veces más efectiva que la de la galleta control.

#### 6.-Actividad de agua.

**Cuadro 26.** Actividad de agua tratamiento control y óptimo

Parámetros (1)(2)	Tratamiento Control	Tratamiento Óptimo
<b>Aw</b>	0,53(0,02)b	0,66(0,02)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

El  $A_w$  es un parámetro muy importante en conservación de alimentos, ya que su valor tendrá relación con una mayor o menor disponibilidad de agua en el producto, para el desarrollo de microorganismos.

Las galletas al ser alimentos de bajo contenido de humedad, tienen un  $A_w$  pequeño, lo que permite que tengan periodos de conservación más amplios. Como lo detalla el Cuadro 26 existieron diferencias entre tratamientos. Por una parte la galleta control que tuvo un  $A_w$  menor que el tratamiento óptimo. La explicación a esto tiene relación con el contenido de fibra dietética soluble de la segunda galleta. La linaza contiene muchos nutrientes y compuestos funcionales, entre ellos las gomas, las que son aproximadamente un 8% del total de la semilla, mostrando una buena capacidad de retención y ligazón de agua (Zhang et al., 2007 citado por Wang, *et al.*, 2008).

## 7.-Color

En el Cuadro 27 se presentan los valores obtenidos para los parámetros de color de las galletas de la formulación optimizada y las galletas con formulación control.

**Cuadro 27.** Parámetros de color para tratamiento control y tratamiento óptimo

<b>Parámetros (1)(2)</b>	<b>Tratamiento Control</b>	<b>Tratamiento Óptimo</b>
<b>L*</b>	63,1(0,71)a	55,7(0,3)b
<b>a*</b>	8,00(0,22)a	6,75(0,05)b
<b>b*</b>	28,05(0,25)a	21,0(0,7)b

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre filas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

De acuerdo a lo detallado en el Cuadro 27, existieron diferencias significativas entre el tratamiento control y el tratamiento optimizado (Figura 9).

Para el parámetro de luminosidad, la galleta control es la que presentó el mayor valor, esto debido a que la galleta óptima tiene un alto contenido de harina de linaza (20%), que aporta color oscuro. También se observan diferencias significativas para la contribución del color rojo y la contribución del color amarillo, todos asociados en su mayoría al mayor contenido de linaza en la formulación.

Shearer y Davis (2001), elaboraron muffins con incorporación de 2 y 5% de harina de linaza, encontrando valores para el atributo  $L^*$  de 52,04 (1,89),  $a^*$  6,28 (0,00) y  $b^*$  15,94 (0,26) y  $L^*$  50,53 (1,36),  $a^*$  6,74 (0,29) y  $b^*$  15,84 (0,14), respectivamente. Lo que avala lo encontrado en esta investigación.



**Figura 9.** Diferencias de color entre tratamiento control y optimizado

### 8.- Rendimientos y dimensiones

Las mediciones físicas de la galleta cruda y horneada como óptima y control se presentan en el Cuadro 28. Las diferencias observadas en las variables de rendimiento en la cocción, aumento de diámetro fueron significativas ( $p \leq 0,05$ ), no así el aumento de altura.

**Cuadro 28.** Dimensiones y rendimiento de las galletas elaboradas con mezclas de harina de linaza, trigo y garbanzo tanto crudas, como horneadas

Parámetros	Tratamientos (1)(2)			
	Crudas		Horneadas	
	Control	Óptimo	Control	Óptimo
<b>Diámetro (cm)</b>	5,52 (0,037)a	5,26 (0,051)b	5,66 (0,093)a	5,42 (0,374)b
<b>Altura (cm)</b>	0,49 (0,024)a	0,48 (0,037)a	0,83 (0,040)a	0,83 (0,024)a
<b>Peso (g)</b>	22,58 (0,516)a	21,10 (0,155)b	18,48 (0,357)a	17,74 (0,121)a
<b>Aumento de diámetro (%)</b>			2,54 (0,051)b	3,04 (0,07)a
<b>Aumento de altura (%)</b>			69,39 (0,027)a	72,92 (0,13)a
<b>Rendimiento en horneo (%)</b>			81,84 (0,033)b	84,08 (0,274)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre las columnas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

La galleta óptima presentó una mayor expansión en diámetro respecto de la galleta control, debido a su alto contenido de harina de linaza, rica en fibra dietética. Según lo planteado por Bernuy (2003), la propiedad funcional que posee la fibra de interactuar con los lípidos, junto con el alto contenido de materia grasa incorporada a las recetas, le confieren a la masa cruda una característica de plasticidad, dilatándose a temperaturas de horneado, alcanzando mayor dilatación a mayor porcentaje de fibra.

El tratamiento control y el óptimo no presentaron diferencias significativas para el parámetro de altura. Bernuy (2003), en la elaboración de galletas tipo “cookie” mediante la inclusión de fibra purificada de algarrobo y de harina de vaina de algarrobo, tampoco obtuvo variaciones en la altura. Por su parte, Fontanot (1999), obtuvo valores superiores de altura en galletas con mayor inclusión de harina de cladodio de nopal, registrándose incrementos de hasta 17% de altura respecto de su control. El desarrollo del gluten afecta a la altura final de las galletas. Sin embargo, en la elaboración de galletas moldeadas no se requiere de este desarrollo. Las concentraciones altas de azúcar, materia grasa y niveles altos de pH, contribuyen a evitar la asociación de proteínas del gluten con el agua (Hoseney, 1991, citado por Bernuy, 2003).

La galleta control presentó un menor rendimiento al horneado, debido a la mayor pérdida de agua en este proceso, ya que al tener una menor cantidad de fibra soluble, la retiene en menor medida. Varios autores reportaron que la capacidad de retener agua se ve influida por el método de procesamiento de la fibra y consecuentemente su estructura química y física, lo cual también se relaciona con el contenido de fibra dietética soluble (Borroto *et al.*, 1995 y Grigelmo-Miguel y Martín-Belloso, 1999, citados por Pérez, 2010).

## 10.-Calidad y Aceptabilidad Sensorial

### Parámetros de apariencia

En el Cuadro 29 se presentan los valores obtenidos para los parámetros de apariencia.

**Cuadro 29.** Parámetros de apariencia para tratamientos control y óptimo

<b>Parámetros (1)(2)</b>	<b>Tratamiento Control</b>	<b>Tratamiento Óptimo</b>
<b>Apariencia General</b>	12,45(0,61)a	9,19(0,63)b
<b>Superficie</b>	9,04(0,55)a	9,87(0,84)a
<b>Color superficial</b>	6,34(0,57)b	11,06(0,72)a
<b>Color de miga</b>	6,36(0,58)b	10,33(0,45)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre las filas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

De acuerdo a los datos obtenidos y reflejados en el Cuadro 29, en cuanto a la apariencia general, la galleta control y galleta óptima tuvieron diferencias significativas, presentando un valor mayor, aquella que en su formulación sólo poseía harina de trigo, por lo tanto, corresponde a una galleta más clara y menos fibrosa, por lo que su apariencia también es más regular. Según Araya (2007), este parámetro para el tratamiento óptimo se encuentra dentro del rango “más que regular” (8,00-9,75) y para el tratamiento control, el valor registrado corresponde a una calidad sensorial “muy buena” (11,51-13,25).

Si bien, la fibra aporta mayor rugosidad a la superficie de las galletas, el panel evaluador no registró estas diferencias como significativas. Bernuy (2003) encontró que a medida que se aumenta el contenido de fibra en la receta, se incrementa la rugosidad en galletas con incorporación de fibra purificada de algarrobo.

Los atributos color superficial y color de miga presentaron diferencias significativas entre tratamientos, siendo la galleta control aquella que presenta menor puntaje, es decir, su color, en general, es más pálido. Esto se explica por el tipo de formulación que poseen las galletas, la galleta optimizada posee un 20% de harina de linaza que aporta un color café oscuro. Según Araya (2007), el color superficial y de miga del tratamiento control se encontraron dentro del rango “levemente bajo” (5,25-6,99). En cambio, estos mismos parámetros para el tratamiento óptimo se encontraron dentro del rango “alto” (9,76-11,50).

### Parámetros de textura

Como puede observarse en el Cuadro 30, para los parámetros de dureza y crocancia existieron diferencias significativas.

**Cuadro 30.** Parámetros de textura para el tratamiento óptimo y control

<b>Parámetros (1)(2)</b>	<b>Tratamiento Control</b>	<b>Tratamiento Óptimo</b>
<b>Dureza</b>	12,37(1,23)a	9,13(0,27)b
<b>Crocancia</b>	11,70(0,67)a	9,59(0,24)b
<b>Partículas residuales</b>	9,31(0,52)a	10,14(0,86)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre las columnas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

Estas diferencias, pueden explicarse por el contenido de harina de linaza dentro de la formulación del tratamiento óptimo y el alto contenido de lípidos aportados por ella, los que afectan la cohesión de las partículas, ocasionando una pérdida o baja de textura.

La galleta óptima se encontró dentro del rango “más que regular” y la galleta control dentro de “muy buena” para ambos parámetros (Araya, 2007).

Los puntajes obtenidos para partículas residuales no difirieron significativamente, aunque para el óptimo fue levemente más alto, debido al mayor contenido de fibra que posee.

Por otro lado, no se aprecian diferencias en el parámetro partículas residuales. Bernuy (2003), sí las encontró, consiguiendo determinar que esta percepción aumenta a medida que la cantidad de fibra es mayor. Sin embargo, los valores obtenidos por él, fueron similares a los de este estudio.

### Parámetros de Sabor

En el Cuadro 31 se muestran los valores obtenidos para los atributos de sabor y aroma, observándose diferencias entre ellos, porque la linaza, al aportar un sabor más graso, baja levemente la intensidad del sabor de la galleta, ya que enmascara al sabor aportado por el azúcar.

**Cuadro 31.** Parámetros de sabor y aroma para los tratamientos óptimo y control.

Parámetros (1)(2)	Tratamiento Control	Tratamiento Óptimo
<b>Sabor</b>	13,21(0,26)a	10,31(0,37)b
<b>Dulzor general</b>	10,36(0,71)a	9,79(0,68)a
<b>Amargor</b>	2,64(0,52)a	4,29(0,70)a
<b>Aroma</b>	7,34(0,59)b	9,79(0,71)a

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre las columnas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

De acuerdo con Araya (2007), el atributo de sabor para el tratamiento control se encuentra entre aquellos catalogados como “Muy intenso” (11,51-13,25). En cambio, para el tratamiento optimizado este rango entra en la categoría “Medianamente intenso” (9,76-11,50). Las diferencias en los valores de aroma, están asociadas principalmente a esta misma razón, dado los ácidos grasos volátiles presentes que aportan mayor intensidad

Dulzor general y amargor no presentaron diferencias significativas.

### Parámetros de deajo

En el Cuadro 32 se encuentran expresados los valores registrados en la evaluación sensorial para los parámetros de deajo, dulzor residual y grasitud para el tratamiento control y óptimo.

**Cuadro 32.** Parámetros de deajo para los tratamientos control y óptimo

<b>Parámetros (1)(2)</b>	<b>Tratamiento control</b>	<b>Tratamiento óptimo</b>
<b>Deajo</b>	11,01(0,72)b	12,80(0,37)a
<b>Dulzor residual</b>	11,56(0,71)a	11,34(0,49)a
<b>Grasitud</b>	4,46(0,44)b	8,59(0,77)a

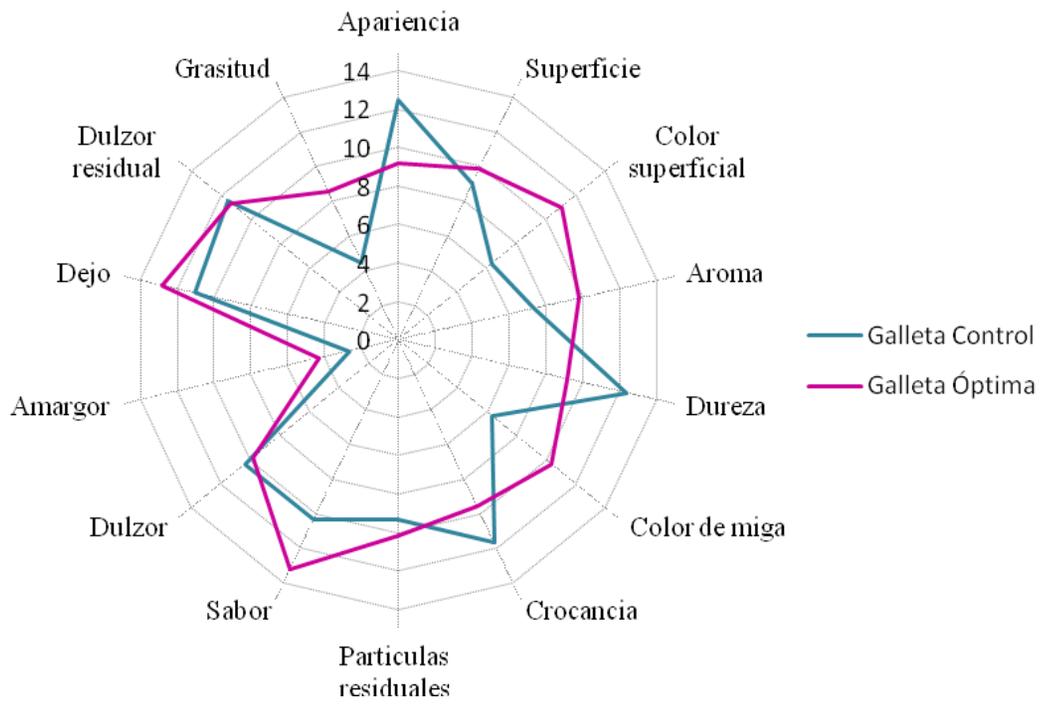
(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre las filas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

La escala de percepción del deajo oscila entre agradable y desagradable. El rango del tratamiento óptimo se encontró dentro de “agradable” (11,51-13,25) y el del tratamiento control fue calificado como “bueno” (9,76-11,50) (Araya, 2007).

El deajo graso fue evaluado con un mayor puntaje para la galleta óptima, esto claramente explicado porque posee el doble del contenido de lípidos que la galleta control. La presencia mayoritaria de FDI y su mayor interacción con moléculas orgánicas (como los lípidos), serían los responsables de la mayor percepción de grasitud (Bernuy, 2007).

En la Figura 10 se pueden apreciar todos los parámetros evaluados en el análisis sensorial para el test descriptivo de calidad en galletas realizadas para el tratamiento control y el tratamiento óptimo.



**Figura 10.** Análisis descriptivo de calidad sensorial de galletas óptimo y control

### Aceptabilidad sensorial

En el Cuadro 33 se presentan las puntuaciones obtenidas para el parámetro de aceptabilidad sensorial para la galleta de formulación optimizada y la galleta control.

**Cuadro 33.** Aceptabilidad para tratamiento control y optimizado.

<b>Tratamientos (1)(2)</b>	<b>Aceptabilidad</b>
<b>Tratamiento Control</b>	13,12(0,233)a
<b>Tratamiento Óptimo</b>	10,37(0,222)b

(1) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre las filas ( $p \leq 0,05$ ), según Test de Tukey.

(2) Media  $\pm$  Error estándar.

Las puntuaciones de aceptabilidad para el tratamiento óptimo y control se encuentran en la zona de aceptación según Araya (2007). Por una parte el tratamiento óptimo se encuentra en el rango “me gusta medianamente” (de 9,76 a 11,50) y el tratamiento control en el rango “me gusta mucho” (de 11,51 a 13,25) (Cuadro 33). Los resultados obtenidos para la galleta óptima fueron similares a los obtenidos por Bernuy (2003) en galletas con incorporación de harina y fibra purificada de algarrobo. Fontanot (1999) encontró valores muy cercanos a estos en galletas con incorporación de harina de nopal.

## CONCLUSIONES

De la investigación realizada en el desarrollo de galletas con mezclas de harina de trigo, linaza y garbanzo, con reemplazo parcial de la materia grasa por inulina, se desprenden las siguientes conclusiones:

- Es posible desarrollar una galleta con diferentes mezclas de estas harinas, con reemplazo parcial de la materia grasa por inulina, que presente características físicas, químicas y de calidad organoléptica aceptable.
- La incorporación de harina de linaza y garbanzo mejora significativamente los parámetros físicos como el diámetro, la altura de las galletas y rendimiento al horneado.
- El principal problema que presenta la elaboración de las galletas con incorporación de harina de linaza y garbanzo es la dificultad en el manejo de la masa, la cual se torna muy adhesiva y húmeda.
- La incorporación de harina de linaza y garbanzo afecta significativamente los parámetros químicos de las galletas, aumentando el contenido de fibra cruda, fibra dietética, polifenoles totales, capacidad antioxidante y lisina disponible. El reemplazo parcial de materia grasa por inulina contribuye a aumentar el contenido de fibra dietética, sin grandes variaciones en textura, pero sí en actividad de agua.
- La galleta correspondiente a la formulación optimizada de la mezcla de harinas, si bien, logra un puntaje inferior en la mayoría de los parámetros sensoriales medidos respecto del tratamiento control, la aceptabilidad sensorial se encuentra dentro del rango “me gusta”.
- La incorporación de harina de garbanzo y linaza y el reemplazo parcial de materia grasa por inulina, permiten obtener galletas saludables debido a su mayor contenido de fibra dietética, polifenoles, lisina disponible y a su mayor capacidad antioxidante, siendo todo esto logrado elaborando una galleta con características sensoriales aceptables.

**BIBLIOGRAFÍA CITADA**

AACC. 1989. American Association of Cereal Chemist. Approved Methods, s/n Minneapolis, U.S.A.

ALESON-CARBONELL, L., J. FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.A. PÉREZ-ÁLVAREZ, AND V. KURI. 2005. Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. *Innovative food Science and Emerging technologies* 6: 247-255.

ALVÍDREZ, A., B. GONZÁLEZ y Z. JIMÉNEZ. 2002. Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales. *Revista Salud Pública y Nutrición*. Disponible en: [http://www.uanl.mx/public.aciones/respyn/iii/3/ensayos/alimentos\\_funcionales.html](http://www.uanl.mx/public.aciones/respyn/iii/3/ensayos/alimentos_funcionales.html). Leído el 31 de Agosto de 2011.

ANGULO, P., N. VERDUGO, E. CUEVAS, J. MILLÁN, R. MORA, J. LÓPEZ, J. GARZÓN, y M. REYES. 2008. Tempeh flour from chickpea (*Cicer arietinum* L.) nutritional and physicochemical properties. *Food Chemistry* 106: 106-112.

ALAJAJI, S., T. EL-ADAWY. 2006. Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 806-812.

AOAC. 2007. Official Methods of Analysis of the Association Official Analytic Chemists. 18<sup>o</sup>Ed. Maryland. U.S.A. 6095p.

ARIHARA, K. 2006. Strategies for designing novel functional meat products. *Meat Science* 74: 219-229.

BALCAZAR, B., E. MARTÍNEZ y M. GONZALEZ. 2003. Efecto de la administración oral de inulina sobre el perfil de lípidos y la sensibilidad a la insulina en individuos con obesidad y dislipidemia. *Revista Médica de Chile*. 131(6): 597-604.

BERNUY, E. 2003. Incorporación de harina y de fibra purificada del fruto de algarrobo *Prosopis chilensis* (Mol) Stunz. en el desarrollo de galletas. Memoria de título. Magíster en Ciencias Agropecuarias. Mención Producción Agroindustrial. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago. Chile. 90p.

BESBES, S., H. ATTIA, C. DEROANNE, S. MAKNI, y C. BLECKER. 2008. Partial replacement of meat by pea fiber and wheat fiber: effect on the chemical composition cooking characteristics and sensory properties of beef burgers. *Journal of Food Quality* 31: 480-489.

BORDEU, E. y J. SCARPA. 2000. Análisis químico del vino, Ed. Pontificia U. Católica de Chile, 253 p.

BOURGEOIS, C., J. MESCLE, J. ZUCCA. 1994. Microbiología alimentaria. Volumen I. Editorial Acribia S:A. Zaragoza, España. 437p.

BRAND-WILLIAMS, W. M. CUVELIER Y C. BERSET. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*. 28: 25-30.

BRAVO, L: 1999. Propiedades y aplicaciones de la fibra de algarrobo (*Proposis pallida*). *Revista Alimentaria* 62 (3): 25-29.

CICCHITTI, L. y R. SZEKIETA. 2003. Capítulo I: Tendencias Alimenticias. Disponible en:  
<http://www.algoritmo.com.ar/propias/Proymantecasoja/004.CAPITULO%20I.%20Tendencias%20alimenticias.doc> . Leído el 31 de Agosto de 2011.

CHOO, W., E. BIRCH y J. DUFUR. 2007. Physicochemical and Stability Characteristics of Flaxseed Oils During Pan-heating. *Journal American Oil Chemist's Society* 84:735–740

COSKUNER, Y., E. KARABABA. 2007. Some physical properties of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *Journal of Food Engineering* 78: 1067–1073.

DAUN, J. K., BARTHET, V. J., CHORNICK, T. L., DUGUID, S. 2003 Structure, composition, and variety development of flaxseed. **In:** Thompson, L.U.; Cunanne, S.C.(eds.). *Flaxseed in Human Nutrition*. 2nd ed. Champaign, Illinois. AOCS Press. pp. 1-40.

FIGUEROLA, F., O. MUÑOZ, y A. ESTEVEZ. 2008. La linaza como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos. *Agro sur* 36 (29): 49-58

FONTANOT, M. 1999. Elaboración de galletas de avena con adición de harina de nopal, rica en fibra dietética. Memoria de título. Magíster en ciencias Agropecuarias. Mención Ciencia y tecnología de los alimentos. Universidad de Chile.Facultad de ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile, 1999. 94p.

GÓMEZ, M., B. OLIETE, C. ROSELL, V. PANDO, E. FERNÁNDEZ. 2008. Studies on cake quality made of wheatechickpea flour blends. *Food Science and Technology* 41: 1701-1709

GRABITSKE A., J. SLAVIN. 2008. Perspectives in Practice: Low-Digestible Carbohydrates in Practice. *Journal of the American Dietetic Association* 108:1677-1681.

HERRERA, I., P. EGLIS., G. GONZÁLEZ, J. ROMERO. 1998. Fibra dietética soluble, insoluble y total en leguminosas crudas y cocidas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 48 (2): 179-182.

HU, C., Y. YUAN, D. KITTS. 2007. Antioxidant activities of the flaxseed lignan secoisolariciresinol diglucoside, its aglycone secoisolariciresinol and the mammalian lignans enterodiol and enterolactone in vitro. *Food and Chemical Toxicology* 45: 2219–2227.

HUETOS, M., J. SALAS-SALVADÓ. 2005. Alimentación, dietética y nutrición en Andalucía. **In:** SALAS-SALVADÓ, J., P. GARCÍA-LORDA, J. SÁNCHEZ (eds.). *La alimentación y la nutrición a través de la historia*. Ed. Glosa. Barcelona. España. 235-245.

HURRELL R., P. LERMAN K. CARPENTER. 1979. Reactive lysine in foodstuffs as measured by a rapid dye-binding procedure. *Journal of Food Science* 44 (4): 1221-1227.

HUSSAIN, S., F. ANJUM, M. BUTT, M. KHAN, A. ASGHAR. 2006, Physical and Sensoric attributes of flaxseed flour supplemented cookies. *Turkish Journal of Biology* 30: 87-92.

KHATTAB, R., S. ARNFIELD, C. NYACHOTI. 2009. Nutritional quality of legume seeds as affected by some physical treatments, Part 1: Protein quality evaluation. *Food Science and Technology* 42: 1107–1112.

KUMAR, J., N.V.S. VIJAYALAHSHMI, T NAGESHWAR. 2001. Inheritance of crude fibre content in chickpea. *Legume Research* 24 (1): 24-27.

LEE, S., L. PROSKY y J. DEVRIES. 1992. Determination of Total, Soluble and Insoluble Fiber Foods. Enzymatic Gravimetric Method. Mes-Tris Buffer: Collaborative Study, *Journal - Association of Official Analytical Chemists* 75 (3): 395-416.

MANTHEY, F., R. LEE, C. HALL. 2002. Processing and cooking effects on lipids content and stability of  $\alpha$ -linolenic acid in spaghetti containing ground flaxseed. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 1668-1671.

MORRIS, D., 2007. Linaza - Una Recopilación sobre sus Efectos en la Salud y Nutrición: Descripción y composición de la linaza. Disponible en: [http://www.flaxcouncil.ca/spanish/index.jsp?p=primer\\_spanish](http://www.flaxcouncil.ca/spanish/index.jsp?p=primer_spanish). Leído el 14 de Mayo de 2012.

OOMAH, B. D.; MAZZA G. 1997. Effect of Dehulling on Chemical Composition and Physical Properties of Flaxseed. *Lebens. Wiss.-Technology Journal* 30: 135-140.

OSORIO, P., E. AGAMA, M. MENDOZA, J. TOVAR, L. BELLO. 2008. Pasta added with chickpea flour: chemical composition, in vitro starch digestibility and predicted glycemic index. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* 6 (1): 6-12.

PACHECO-DELAHAYE, E., N. TECHEIRA, y A. GARCIA. 2008. Elaboración y evaluación de polvos para bebidas instantáneas a base de harina extruída de ñame (*Dioscorea alata*). *Revista chilena de Nutrición* 35(4): 452-459.

PÉREZ, A. 2010. Desarrollo de hamburguesas con incorporación de harina de de linza como sustituto de grasa de origen animal. Memoria de título. Magíster en Ciencias Agropecuarias. Mención Producción Agroindustrial. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago. Chile. 63p

PIÑERO M., K. PARRA., N. HUERTA.LEIDENZ, L. ARENAS DE MORENO, M. FERRER, S. ARAUJO, Y BARBOZA. 2008. Effect of oat's soluble fibre ( $\beta$ -glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. *Meat Science* 80 (3): 675-680.

PHILLIPS, R., K. McWATTERS, M. CHINNAN, Y. HUNG, L. BEUCHAT, S. SEFA-DEDEH, E. SAKYI-DAWSON, P. NGODDY, D. NNANYELUGO, J. ENWERE, S. KOMEY, K. LIU, Y. MENSA-WILMOT, I. NNANNA, C. OKEKE, W. PRINYAWIWATKUL y F. SAALIA. 2003. Utilization of cowpeas for human food. *Field Crops Research* 82: 193–213.

PULSE AUSTRALIA. 2009. Chickpea, (*Cicer arietinum*): General Information. Disponible en: <http://www.pulseaus.com.au/Chickpea.aspx>. Leído el 14 de Mayo de 2012.

ROCHE. 1991. Enriquecimiento de las galletas. *Revista de Alimentos* 16 (5): 59-61.

ROBERFROID, M. 2002. Functional food concept and its application to prebiotics. *Journal of Digest and Liver Diseases* 30(2): 105-110.

SABANIS, D., E. MAKRI, G. DOXASTAKIS. 2006. Effect of durum flour enrichment with chickpea flour on the characteristics of dough and lasagne. *Journal of Science of Food and Agriculture* 86: 1938-1944.

SCALBERT, W. 2000. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *Journal of Nutrition* 130: 2073-2085.

SCANTLEBURY, T. 2004. Prebiotics. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology* 18(2): 287-298.

SCHMIDT-HEBBEL, H.,I. PENNACCHIOTTI, L. MASSON, M. MELLA.1992. Tabla de composición química de alimentos chilenos. Disponible en [www.uchile.cl/bdigital/](http://www.uchile.cl/bdigital/). Universidad de Chile. Santiago. Chile.

SHAHIDI, E. 2002. Nutraceutical and functional foods: research addresses bioactive components. *Food Technology* 56 (5): 23.

SHEARER, A., C. DAVIES. 2004. Physicochemical properties of freshly baked and stored whole-wheat muffins with and without flaxseed meal. *Journal of Food Quality* 28: 137-153.

SHEWRY, P. A. TATHAM, F. BARRO, P. BARCELO, P. LAZZERI. 1995. Biotechnology of bread-making: unraveling and manipulating the multi-protein gluten complex. *Natural Biotechnology* 13: 1185-1190.

Singh, U., and R. Jambunathan. 1981. Studies on desi and kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars: levels of protease inhibitors, levels of polyphenolic compounds and protein digestibility. *Journal of Food Science* 46: 1364- 1367.

SINGH, S., 1999. Production and utilization. Common bean improvement in the twenty-first century. Publicado por Springer. Dordrecht, Netherlands: Kluwer. 420p. Disponible en: [http://books.google.cl/books?id=IkF-LsXEggsC&printsec=frontcover&source=gbs\\_summary\\_r](http://books.google.cl/books?id=IkF-LsXEggsC&printsec=frontcover&source=gbs_summary_r). Leído el 3 de Marzo de 2011.

STRANDAS, C., A. KAMAL-ELDIN, P. AMAN. 2008. Composition and properties of flaxseed phenolic oligomers. *Food Chemistry* 110: 106-112.

TÁRREGA, A., E. COSTELL. 2006 Effect of inulin addition on rheological and sensory properties of fat-free starch-based dairy desserts. *International Dairy Journal*. 16: 1104-1112.

THARANATHAN, R. y S. MAHADEVAMMA. 2003. Grain legumes a boon to human nutrition. *Trends in Food Science and Technology*, 14: 507–518.

TURHAN, S., I. SAGIR AND S. USTUN. 2005. Utilization of hazelnut pellicle in low-fat beef burgers. *Meat Science* 71: 312-316.

University of Maryland Medical Center (UMMC). 2001. Aminoácidos – Overview. Disponible en: [http://www.umm.edu/esp\\_ency/article/002222.htm](http://www.umm.edu/esp_ency/article/002222.htm). Leído el 22 de Marzo de 2012.

USDA. US Department of Agriculture and US Department of Health and Human Services. 2005. Dietary guidelines for Americans 2005. 6th Ed., Washington DC, U.S. Government printing office. 84p.

VALENZUELA, P. 1997. Evaluación del comportamiento de harinas de cinco ecotipos de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la elaboración de galletas. Memoria de título. Ing. Agrónomo. Mención Agroindustria. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago. Chile. 98p.

VELIOGLU, Y., G. MAZZA, L. GAO, D. OOMAH. 1998. Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits, Vegetables, and Grain Products. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 46: 4113-4117

VÉLIZ, N. Desarrollo de un producto horneado a base de quinoa para el adulto mayor de Chile. Tesis para optar al Grado de magíster en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile. 1999 58p.

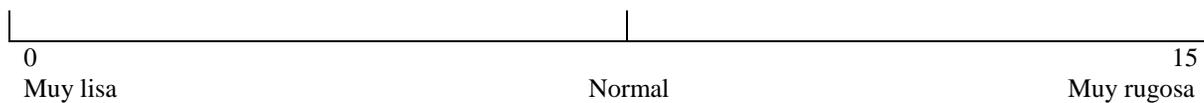
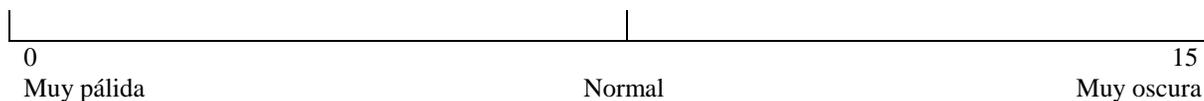
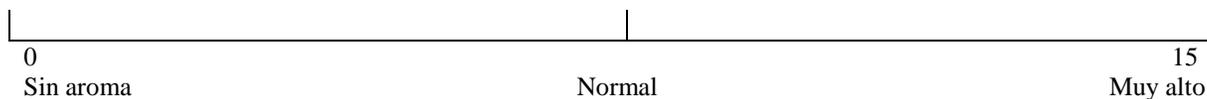
WANG, Y., L. WANG, D. LI., N. ÖZKAN, X. CHEN, Z. MAO. 2008. Effect of flaxseed gum addition on rheological properties of native maize starch. *Journal of Food. Engineering* 89 (1): 87-92.

WOUTERS, R. s.a. Tendencias del Mercado: Fibra soluble activa. Disponible en: <http://www.nutrar.com/detalle.asp?ID=23>. Leído el 13 de Julio del 2010.

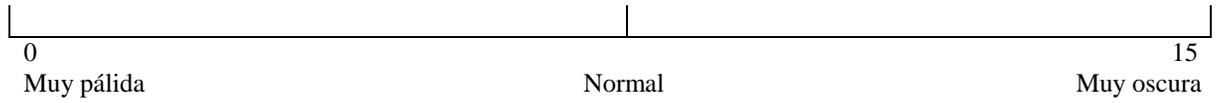
ZAMORANO R, M. GUZMAN, J. IBAÑEZ. 2010. Estudio del consumo y aporte nutricional de bocadillos en escolares de la región Metropolitana de Chile. *Revista Chilena de Nutrición* 37 (4). 439-445.

**APÉNDICE I****TEST DESCRIPTIVO PARA GALLETAS**

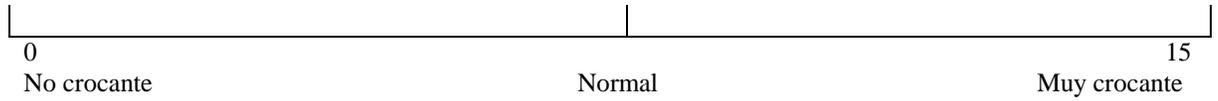
Nombre: ..... Fecha: ..... Muestra: .....

Instrucciones: Deguste la siguiente muestra y señale con una línea vertical (|) sobre la horizontal, la intensidad que percibe de la característica indicada.**I. APARIENCIA GENERAL****A. Superficie****B. Color superficial (cara superior de las galletas)****II. AROMA****III. PERFIL DE TEXTURA****A. Dureza. Sensación a la primera mordida (USAR INCISIVOS).**

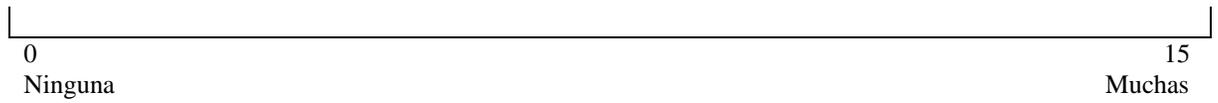
## B. Color de miga.



## C. Crocancia. Sensación durante la masticación (USAR MOLARES).

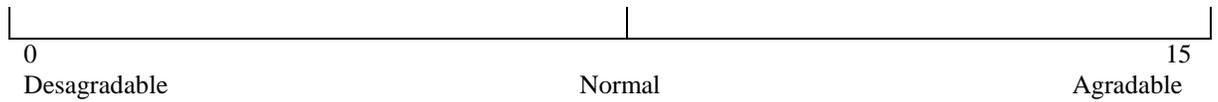


## D. Partículas residuales. Sensación después de la degustación.

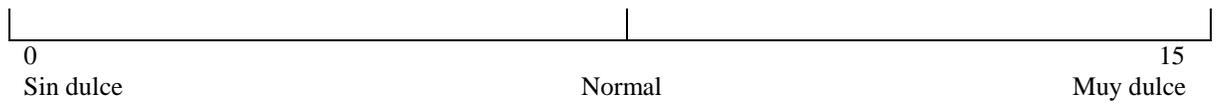


## IV.

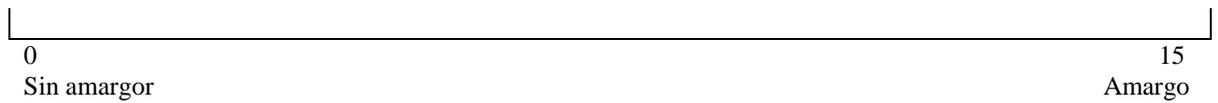
## SABOR

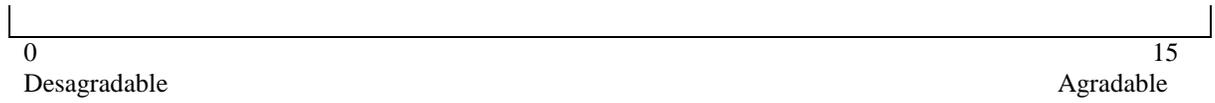


## A. Dulzor

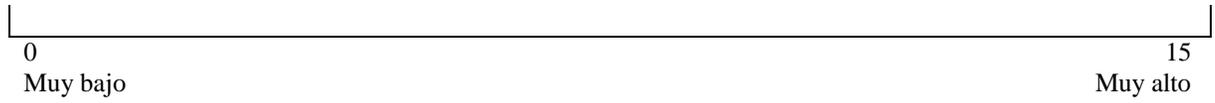


## B. Amargor

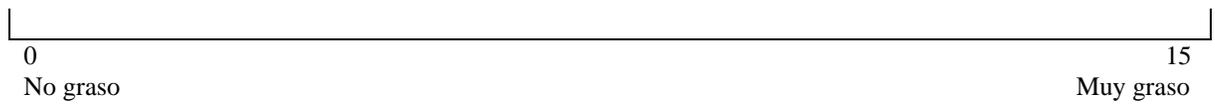


**V. DEJO**

## A. Dulzor residual



## B. Grasitud

**VI. INDIQUE SU GRADO DE ACEPTABILIDAD**