

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

Memoria de Título

**FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PAN DE MOLDE CON ADICIÓN  
DE UN INGREDIENTE FUNCIONAL PROVENIENTE DE SUBPRODUCTOS DE  
LA AGROINDUSTRIA**

**MELISA GUZMÁN CIFUENTES**

**SANTIAGO - CHILE**

**2015**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**ESCUELA DE PREGRADO**

**Memoria de Título**

**FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PAN DE MOLDE CON ADICIÓN  
DE UN INGREDIENTE FUNCIONAL PROVENIENTE DE SUBPRODUCTOS DE  
LA AGROINDUSTRIA**

**FORMULATION AND CHARACTERIZATION OF BREAD WHIT ADDITION  
OF A FUNCTIONAL INGREDIENT DERIVATE FROM AGRO-INDUSTRY**

**MELISA GUZMÁN CIFUENTES**

**Santiago, Chile**

**2015**

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

**FORMULATION AND CHARACTERIZATION OF BREAD WHIT ADDITION  
OF A FUNCTIONAL INGREDIENT DERIVATE FROM AGRO-INDUSTRY**

Memoria para optar al título profesional de:  
Ingeniero Agrónomo.

**MELISA GUZMÁN CIFUENTES**

	Calificación
PROFESOR GUÍA Sr. Hugo Núñez K. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	6,8
PROFESOR EVALUADOR Dr. Carmen Sáenz H. Químico Farmacéutico, Dra.	6,8
Nicola Fiore. Ingeniero Agrónomo, Dr. Cs	6,5

**Santiago, Chile**

**2015**

## **DEDICATORIA**

**“A mis padres, Enrique y Elcira con todo mi cariño”**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis padres y hermanos por acompañarme en todo este proceso. A mis sobrinos Fernanda, Cristóbal, Tomás y Maite por hacer mis días tan hermosos y llenarme de amor.

Al profesor Hugo Núñez por ayudarme a concretar este trabajo y por su buena disposición en todo momento.

A mis guías de laboratorio Verónica, Inés y Anita, por su ayuda, consejos y paciencia en el desarrollo de mis análisis.

Al destino por cruzar en mi camino a mis “Divis” Nicolás y Tania, son parte fundamental de mi vida y de mis logros académicos, con ustedes hasta viejitos. Gracias!

A mis amigos y compañeros Benja y Juanito, por estar conmigo en las buenas y en las malas, saben cuan importantes son para mí, esto no sería posible sin su amistad, compañerismo y complicidad todos estos años.

A todos quienes fueron o son parte de mi vida y que de alguna u otra forma contribuyeron a que esto fuese posible.

A mi querida Universidad por permitirme conocer gente tan maravillosa.

Y agradezco a Dios, por todas las oportunidades que pone día a día en mi camino.

A todos.... GRACIAS!

## ÍNDICE

	Página
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
Objetivo.....	5
MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
Lugar de estudio.....	6
Materiales.....	6
Métodos.....	6
Determinaciones analíticas.....	8
Tratamiento y Diseño experimental.....	9
Análisis estadístico.....	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
Análisis físicos.....	11
Humedad y Actividad de agua.....	11
Color.....	11
Análisis químicos.....	14
Composición proximal.....	14
Hidratos de Carbono.....	16
Análisis funcionales.....	16
Polifenoles totales y Capacidad antioxidante.....	16
Fibra dietética.....	18
Determinaciones tecnológicas.....	19
Rendimiento y Relación ancho/alto.....	19
Análisis sensoriales.....	20
Calidad.....	20
Aceptabilidad.....	21
CONCLUSIONES.....	22
BIBLIOGRAFÍA.....	23
APÉNDICE.....	27

## RESUMEN

El pan es un alimento básico que forma parte de la dieta tradicional a nivel mundial, encontrándose en el nivel 1 de la pirámide alimenticia. Constituye la base de la alimentación de la población chilena, principalmente en los sectores de nivel socioeconómico más bajo, tanto es así que Chile se sitúa en el segundo lugar a nivel mundial en cuanto a consumo de pan.

Actualmente se elaboran distintos tipos de panes los cuales varían principalmente por el tipo de harina utilizada y técnica empleada en su elaboración, algunos ejemplos son: pan de centeno, integral, baguette, pita, molde, entre otros. Culturalmente en Chile el pan más consumido es en base a harina de trigo (marraqueta), por lo cual resulta interesante modificar un tipo de pan y añadirle otras propiedades funcionales.

Se elaboró un pan de molde según la receta tradicional y se adicionó en distintas proporciones un ingrediente funcional llamado “Ingrediente funcional 2”, el cual se obtuvo a partir de residuos industriales (pomasa de tomate, pomasa de manzana, afrechillo de arroz y harina de nopal). Se evaluaron 4 tratamientos (T) con diferentes dosis de reemplazo de harina; 0, 4, 8 y 12 %.

Cada tratamiento se caracterizó física (humedad, aw, y color), química (composición proximal y azúcares totales), funcional (polifenoles totales, capacidad antioxidante y fibra dietética), tecnológica (rendimiento y relación ancho/alto) y sensorialmente (calidad y aceptabilidad).

Los resultados obtenidos arrojaron valores interesantes en cenizas, fibra cruda, fenoles totales, capacidad antioxidante y fibra dietética total, donde se observó un aumento de estas propiedades y una correlación positiva en el contenido de fenoles y capacidad antioxidante a medida que se adicionaba el IF. El contenido de fibra del T 8 % y T 12 %, cataloga al producto como “buena fuente de fibra dietética”.

El test de aceptabilidad indicó que el T 4 % y T 8 % presentaron la misma aceptación que el T 0 %, por lo cual son recomendables al poseer mayores propiedades funcionales que el tratamiento control.

Palabras clave

Pan de molde, ingrediente funcional, fibra dietética total, aceptabilidad.

## ABSTRACT

Bread is a basic food, part of traditional diet worldwide, found the top of the food pyramid. It is the staple food of the Chilean population, mainly in areas of lower socioeconomic status, so much so (that in) Chile is the second place worldwide in terms of consumption of bread.

Different types of breads which vary primarily by the type of flour and technique used in its production is currently developed, examples are: Rye bread, integral, rod bread, sliced bread, among others. Culturally in Chile the most consumed bread is based on wheat flour (marraqueta), so interesting to modify a type of bread and add another functional properties

Sliced bread was prepared according to traditional recipe and a functional ingredient called "Functional ingredient 2" was added in different proportions, which was obtained from industrial waste (tomato pomace, apple pomace, rice bran and nopal flour). Four treatments were evaluated with flour replacement dose; 0, 4, 8 y 12 %.

Treatments were characterized physical (moisture, aw and color), chemistry (proximate composition and total sugar), functional (total polyphenols, antioxidant capacity and dietary fiber), technology (yield and width / height ratio) and sensorially (quality and acceptability).

Results showed interesting values in ash, crude fiber, total phenols, antioxidant capacity and total dietary fiber. An increase in these properties was observed and a positive correlation in phenolic content and antioxidant capacity as added the IF. Fiber content of T 8 % and T 12 %, classify the product as "good source of dietary fiber."

The acceptability test indicated that T 4 % and T 8 % had same approval than T 0 %, therefore are recommended to have higher functional properties than the control treatment.

### Keywords

Loaf bread, functional ingredient, total dietary fiber, acceptability.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad las carencias nutricionales ya no constituyen las principales prioridades de investigación y por el contrario, el centro de interés actual se ubica en la relación entre la alimentación y las enfermedades no transmisibles (ENT) (Vidal y Díaz, 2009). Los cuatro tipos principales de ENT son las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, las enfermedades respiratorias y la diabetes (OMS, 2013). Debido a esto surge la necesidad de mejorar los hábitos alimenticios, de manera de disminuir la incidencia de las enfermedades relacionadas con la alimentación (Domper *et al.*, 2005).

Los alimentos de origen vegetal, además de aportar macro y micronutrientes contienen una serie de compuestos que, aunque no tienen una función nutricional definida o no se consideran esenciales para la salud humana, pueden tener un impacto significativo en el curso de alguna enfermedad y ser indispensables a largo plazo para la salud, las que se denominan compuestos bioactivos o fitoquímicos (Martínez *et al.*, 2008). Entre ellas se encuentran la fibra dietética y los antioxidantes como polifenoles, licopeno, tocoles, tioles, isoflavonas, entre otros.

A partir de ciertas materias primas, ricas en compuestos bioactivos, es posible elaborar productos alimentarios intermedios (PAI) que corresponden a productos estandarizados de composición, propiedades tecnológicas y funcionales constantes, con los que es posible la elaboración de ingredientes funcionales (IF) (Gartzia, 2002).

Un ingrediente funcional, se define como aquel componente natural que ha demostrado tener una actividad biológica determinada. La obtención de un ingrediente funcional es mediante el fraccionamiento de las materias primas o retiro de impurezas mayores para concentrar los compuestos bioactivos (Beltrán, 2006).

Un alimento funcional (AF), es aquel “alimento o componente de los alimentos que pueden tener beneficios para la salud, reducen el riesgo de enfermedades específicas u otros problemas de salud” (National Institute of Nutrition, 2000).

Cada vez son más las personas interesadas por una alimentación sana y equilibrada. Por este motivo los alimentos funcionales poseen cada vez un mayor número de adeptos. Los productos de panadería no son ajenos a esta corriente y se han introducido en el mercado alimenticio lo cual permite además, una mayor diversificación de la oferta. Hay que tener en cuenta, que el pan, como alimento base de la dieta humana, ocupa un lugar preferente en éstas.

Chile es el segundo país del mundo en consumo de pan (96 kg per cápita/año), sólo situado detrás de Alemania (106 kg) (Prieto, 2014), siendo este alimento una vía ideal para incluir compuestos benéficos para la salud. La industria del pan y pastelería es la Pyme más importante del sector manufacturero, el primero de los alimentos procesados y el sexto del

sector manufactura, generando más de 100 mil empleos y facturando más de US \$3.000 millones el año 2011. De la producción total de pan un 70 % corresponde a marraqueta, 20 % a hallulla y le siguen otros tipos de panes especiales (Fechipan, 2014).

Se encuentran disponibles en el mercado panes naturales y modificados, característicos éstos últimos por eliminar, añadir o incrementar un componente; sustituir un componente por otro y/o alterar la disponibilidad metabólica (Montiel, 2008). Para incluir éstos componentes en la formulación de alimentos, es necesario conocer sus propiedades físicas, químicas y tecnológicas (Beltrán, 2006). Sanz (2011) en su trabajo “Desarrollo de panes especiales con harina integral de amaranto”, indicó que el *Amaranthus hypochondriacus* podría emplearse como sustituto de la harina hasta un 25 % para incrementar el valor nutricional del producto sin deterioro importante de su calidad y con alta aceptabilidad por parte de los consumidores.

Una de las opciones es la incorporación de un IF al pan, el cual fue desarrollado en el proyecto Innova-Corfo “Ingredientes patentables a partir de subproductos agroindustriales y cultivos no explotados”, realizado en el Departamento de Agroindustria de la Universidad de Chile. El IF se compone de una mezcla de PAIs obtenidos a partir de pomasa de tomate, pomasa de manzana, afrechillo de arroz y harina de cladodios de nopal.

La pomasa de tomate está compuesta de semillas, cáscara y restos de pulpa (Mota y García, 2004); la pomasa de manzana representa entre un 15 a 20 % de la fruta procesada, posee restos fibrosos de la pulpa, cáscara y semilla (Anrique, 1992); la harina de nopal se obtiene por secado y molienda de sus cladodios (Sáenz, 2006) y el afrechillo de arroz corresponde a la capa externa del grano y el germen obtenido tras la industrialización del grano, representa entre un 10-12 % del arroz “paddy” (Iqbal *et al.*, 2005).

La pomasa de tomate presenta cantidades significativas de fibra dietética, vitamina A y C, antioxidantes, principalmente en forma de licopeno y compuestos fenólicos (Mota y García, 2004), siendo el contenido de licopeno en la piel del tomate tres veces mayor que en el tomate total (Shi and Le Maguer, 2000). La pomasa de manzana es abundante en pectinas, ácidos orgánicos, fibra dietética y taninos (Anrique, 1992). El afrechillo de arroz está compuesto principalmente por fibra dietética, lípidos (tales como  $\alpha$ -orinazol) (Xu y Godber, 1999), tocoferoles y tocotrienoles (Shin y Godber, 1994), proteínas y vitaminas del grupo B (Iqbal *et al.*, 2005). El polvo de nopal, es rico en fibra dietética, especialmente soluble (mucílagos), bajo en lípidos, hidratos de carbono y proteínas (Sáenz, 2006). Estos residuos se procesaron y estabilizaron, generando los PAI, que al mezclarlos formaron un ingrediente funcional, que de acuerdo a Godoy (2012), se caracteriza por presentar bajo contenido de humedad, proteínas, lípidos y cenizas y un alto contenido de fibra dietética y una buena capacidad antioxidante. La relación (1:1:1) de cada PAI que formaron el IF2, generaron un efecto hipoglicémico en ratas y una disminución de más del 60 % de los triglicéridos una hora post ingesta en las mismas (Oyarzún, 2012), lo anterior refleja los efectos positivos en la salud.

### **Objetivo**

Formular y caracterizar química, física, tecnológica y sensorialmente un pan de molde con adición de un ingrediente funcional alto en fibra dietética y antioxidantes, derivados de subproductos de la agroindustria.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de estudio

El estudio se llevó a cabo en los Laboratorios de Ingredientes Funcionales y de Evaluación Sensorial del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

### Materiales

Los ingredientes utilizados para la elaboración de pan de molde fueron harina sin polvos de hornear, leche líquida descremada, margarina, levadura, sal (cloruro de sodio), azúcar (sacarosa) y huevo en polvo reconstituido (Prinal S.A).

Ingrediente Funcional (IF), el cual fue obtenido en el laboratorio como resultado del Proyecto Innova Corfo: “Ingredientes patentables para la industria alimentaria con potencial funcional en la prevención y control de la obesidad y diabetes”, que consiste en una mezcla de PAI de tomate, PAI de manzana, PAI de nopal y PAI de afrechillo de arroz (en relación 1:1:1:1), generando el IF2.

### Métodos

La elaboración de pan de molde se realizó de acuerdo a la formulación para pan blanco incluida en el manual del horno de pan modelo Uno Ruby, marca Moulinex, donde la preparación fue sobre la base de los ingredientes descritos en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Formulación base para 1 kg de pan de molde blanco.

<b>Ingredientes</b>	<b>g/kg mezcla</b>
Harina	537
Leche líquida descremada	309
Margarina	68
Huevo en polvo reconstituido (12 g huevo/36 g agua)	39
Azúcar (Sacarosa)	39
Sal (Cloruro de sodio)	4,5
Levadura	3,5

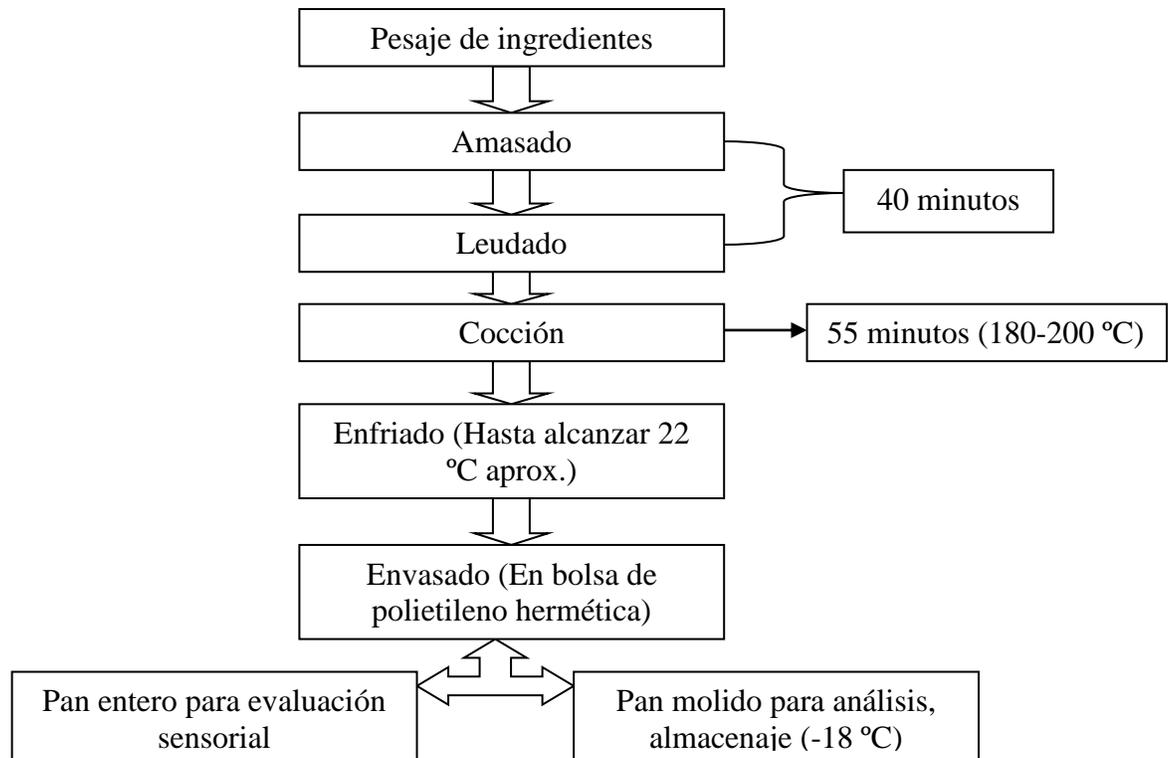
Esta formulación base constituyó el control. Los tratamientos se realizaron reemplazando parte de la harina por el IF en distintas dosis, según se indica el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Dosis de reemplazo de la harina en función de la mezcla según cada tratamiento.

Tratamiento	% Reemplazo harina	IF (g/kg)	Harina (g/kg)
T1	0	0	537
T2	4	21,5	515,5
T3	8	43	494
T4	12	64,5	472,5

Los porcentajes de reemplazo de harina se establecieron de acuerdo al trabajo realizado por Riveros (2012), denominado “Elaboración de un galletón de avena libre de azúcar con adición de un ingrediente funcional hipoglicémico”.

Respecto a la elaboración de pan ésta se realizó en tres procesos principalmente: mezclado, fermentado y horneado. En la Figura 1 se detallan los pasos a seguir en el proceso para la elaboración de pan de molde blanco.



**Figura 1.** Diagrama de flujo de la elaboración de pan de molde.

## **Determinaciones analíticas**

Los análisis que se detallan a continuación, se realizaron a cada uno de los tratamientos y sus correspondientes repeticiones.

### **Análisis físicos**

**Humedad:** Determinado por secado en estufa a 105 °C hasta peso constante, de acuerdo al método de la AOAC (1998).

**Actividad del agua (aw):** Se midió con un determinador de aw Rotronic instrument corp, Higrolab 2.

**Color:** Se midió instrumentalmente con un espectrofotómetro Hunter Ultra Scan-Pro, en el cual se determinaron los parámetros de luminosidad (L), contribución del color rojo (a\*), contribución del color amarillo (b\*), croma (C\*) y el tono (h°). Las mediciones se realizaron en superficie, miga y costados del pan, dichas mediciones se hicieron por triplicado calculando un promedio final.

### **Análisis químicos**

**Extracto etéreo:** Se determinó mediante el uso del extractor Soxhlet, utilizando éter anhídrido (AOAC, 1998).

**Proteínas:** Se determinó por el método de Micro-Kjeldahl (AOAC, 1998).

**Cenizas:** Se determinó con el método de incineración seca, secando las muestras en el horno mufla a 550 °C, según AOAC (1998).

**Fibra Cruda:** Se determinó mediante hidrólisis ácida y alcalina, según el método citado en AOAC (1998).

**Extracto no nitrogenado:** Se determinó por diferencia entre la humedad de la muestra, extracto etéreo, proteínas, cenizas y fibra cruda.

**Azúcares totales:** Se determinó espectrofotométricamente por el método de Antrona (Osborne y Voogt, 1986) (Apéndice I).

### **Análisis funcionales**

Previo a los análisis de caracterización de polifenoles totales y capacidad antioxidante, se realizó una extracción a las muestras con metanol-agua acidificada, según la metodología propuesta por Velioglu *et al.* (1998).

**Polifenoles totales:** Se determinó de acuerdo al método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999) (Apéndice II).

**Capacidad Antioxidante (DPPH):** Se determinó de acuerdo al método espectrofotométrico desarrollado por Brand-Williams *et al.* (1995) (Apéndice III).

**Fibra Dietética:** Se analizó mediante el método gravimétrico y enzimático Buffer MES-TRIS (Lee *et al.*, 1992).

### **Determinaciones tecnológicas**

**Rendimiento:** Se determinó respecto al peso de la mezcla previo a la elaboración y posterior a la elaboración a temperatura ambiente.

**Relación de alto/ancho del pan:** Se obtuvo dividiendo estas dimensiones en la rebanada central del pan a temperatura ambiente.

### **Análisis sensoriales**

**Calidad:** Se utilizó la metodología QDA (Análisis descriptivo cuantitativo), donde un panel entrenado de 12 personas, determinó y posteriormente evaluó los atributos de intensidad de color, intensidad aromática, sabor a pan, dulzor, amargor, adhesividad, esponjosidad y persistencia, mediante una pauta no estructurada de 15 cm (Apéndice IV).

**Aceptabilidad:** Los tratamientos se sometieron a evaluación, mediante el uso de un panel de consumidores compuesto por 60 personas, las cuales evaluaron aceptabilidad por el método de la Escala Hedónica, con una pauta no estructurada de 15 cm (Apéndice V).

### **Tratamiento y Diseño Experimental**

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 4 tratamientos y 3 repeticiones por cada uno. La unidad experimental correspondió a 1 kg de mezcla de pan.

### **Análisis estadístico**

Los resultados se determinaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA), con la finalidad de establecer si existían diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos con respecto a las propiedades evaluadas. Las diferencias en los tratamientos se establecieron mediante la prueba de rango múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ ), una vez verificado los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis físicos

#### Humedad y Actividad de agua ( $A_w$ )

En relación a los valores obtenidos de humedad y  $a_w$  presentes en el Cuadro 3, se puede observar que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, lo cual puede atribuirse a la homogeneidad en la elaboración y a la cantidad de líquido utilizado en ésta, el cual se añadió en las mismas proporciones.

Según Socolovsky (2009), el pan de molde posee elevados porcentajes de humedad llegando a valores de 38 %, además observó valores de 0,98 de  $a_w$ , resultados similares a los obtenidos en el presente estudio. Estos valores otorgan condiciones propicias para la aparición de mohos y levaduras en el pan. Valores de  $a_w$  entre 0,98-0,93 implican que todos los microorganismos causantes de toxiinfecciones alimentarias pueden multiplicarse (Raimondo, 2013).

**Cuadro 3.** Contenido de humedad (%) y  $a_w$  de los 4 tratamientos con diferentes dosis de reemplazo.

Tratamiento	Humedad	$A_w$
T 0 %	34,02 a	0,94 a
T 4 %	34,69 a	0,93 a
T 8 %	34,79 a	0,93 a
T 12 %	34,22 a	0,93 a
Error estándar	0,29	0,004

Promedios con letras distintas entre las columnas indican diferencias significativas según test de Tukey ( $p$ - valor < 0,05)..

#### Color

En el Cuadro 4 se observan los valores de luminosidad ( $L^*$ ), contribución del color rojo ( $a^*$ ), contribución del color amarillo ( $b^*$ ), saturación del color ( $C^*$ ) y tono ( $h^\circ$ ) en superficie, costados y miga del pan.

**Cuadro 4.** Parámetros de color de los cuatro tratamientos con diferentes dosis de reemplazo.

		<b>L</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>C*</b>	<b>h°</b>
<b>Superficie</b>	T 0 %	72,13 a	8,78 c	32,14 a	33,32 c	74,72 a
	T 4 %	63,28 b	10,85 c	32,15 a	33,94 bc	71,38 b
	T 8 %	58,44 c	11,89 b	32,26 a	34,47ab	68,84 c
	T 12 %	53,01 d	13,99 a	32,26 a	35,16 a	66,57 d
Error estándar		0,75	0,40	0,51	0,50	0,45
<b>Miga</b>	T 0 %	76,90 a	2,44 d	20,55 d	20,69 d	83,21 a
	T 4 %	67,10 b	3,85 c	22,43 c	22,76 c	80,24 b
	T 8 %	58,99 c	5,82 b	26,43 b	27,07 b	77,58 c
	T 12 %	52,24 d	7,20 a	28,21 a	29,11 a	75,67 d
Error estándar		1,55	0,35	0,93	0,39	0,28
<b>Costados</b>	T 0 %	45,13 ab	15,04 a	24,24 a	28,60 a	57,69 ab
	T 4 %	42,92 ab	15,96 a	24,96 a	29,67 a	56,90 ab
	T 8 %	45,12 a	14,83 a	25,46 a	29,62 a	59,30 a
	T 12 %	38,46 b	15,00 a	20,48 b	25,41 a	53,65 b
Error estándar		3,03	0,64	0,60	0,80	0,44

Promedios con letras distintas entre las columnas indican diferencias significativas según test de Tukey ( $p$ - valor < 0,05).

En la superficie, miga y costados el valor L\* presenta diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, siendo el T 0 % el que presenta un mayor valor de luminosidad, observándose una superficie y miga “más oscura” o con tendencia al color negro a medida que se adiciona IF.

Para el valor a\* en la superficie se observó una diferencia significativa entre los tratamientos T 8 % y T 12 %. En la miga se observaron diferencias estadísticas significativas en todos los tratamientos, observándose una tendencia hacia el color rojo a medida que se adicionó IF. En los costados el valor a\* no presentó diferencias estadísticas significativas en los tratamientos, lo cual indica que la contribución del color rojo es homogéneo en todos los tratamientos.

En la superficie el valor b\*, no presentó diferencias estadísticas significativas en los tratamientos. En cambio en la miga se observaron diferencias en todos los tratamientos, observándose que a medida que se adicionó IF la contribución del color amarillo fue mayor. En los costados existe una diferencia significativa sólo en el T 12 %, en donde se observa que en este tratamiento el valor b\* es menor, existiendo una menor contribución del color amarillo.

Respecto a la saturación del color  $C^*$ , en la superficie, hubo diferencias estadísticas significativas entre T 0 % con T 8 % y T 12 %, y T 4 % con T 12 %, siendo este último valor el que presentó un mayor promedio. En la miga existen diferencias estadísticas significativas en todos los tratamientos, observándose que a medida que se adiciona IF existe una mayor saturación del color. En los costados no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos lo cual indica que la saturación del color fue homogénea en todos los casos.

En la superficie y en la miga, el tono ( $h^\circ$ ) presentó diferencias estadísticas significativas en todos los tratamientos, disminuyendo la tonalidad a medida que se adiciona IF, mientras que en los costados se observan diferencias significativas sólo entre T 8 % y T 12 %, siendo este último valor el que presenta un menor promedio, es decir menor presencia de esta tonalidad.

De modo general y de acuerdo a lo anterior se observó que en superficie hubo diferencias significativas en la mayoría de los parámetros evaluados y en miga existieron diferencias en todos los parámetros, lo cual indica que la intensidad de la coloración del pan de molde va aumentando a medida que se adiciona IF.

Respecto a los valores observados en los costados del pan, éstos se podrían atribuir más que a la presencia y/o cantidad de IF, al tipo de elaboración en donde los costados permanecían en contacto permanente con el molde y a elevadas temperaturas, a diferencia del resto de las estructuras del pan, generándose así una reacción de Maillard.

La apariencia de la corteza, miga y costados del pan de los tratamientos evaluados se pueden observar en las Figuras 2 y 3.



**Figura 2.** Apariencia de la miga de cada uno de los tratamientos elaborados con distintas proporciones de IF.



**Figura 3.** Apariencia de superficie y costados, de todos los tratamientos de pan elaborados con distintas proporciones de IF.

La coloración observada en las fotos anteriores se puede atribuir a la presencia del IF, el cual probablemente influyó en la coloración final de cada tratamiento, generando las diferencias ya mencionadas. Los parámetros de color del IF determinados por Lizama (2012), indicaron que el IF2 presenta una coloración beige con tinte rojo, lo cual puede influir en la apariencia y aceptabilidad del producto final.

## Análisis químicos

### Composición proximal

En el Cuadro 5 se observan los valores obtenidos para extracto etéreo, proteínas, cenizas y fibra cruda.

Los resultados de extracto etéreo no presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Ortega, *et al.* (2010) indicó que el porcentaje de lípidos en pan de molde corresponde a 3,8 g/100g de pan, lo cual indica que el pan de molde formulado tiene un menor contenido de lípidos que el pan de molde comercial, lo anterior puede atribuirse a la formulación de éste.

Godoy (2012), indicó que el valor de extracto etéreo para el IF 2 corresponde a 5,81 g/100g de IF, cantidad que según los valores obtenidos en este estudio, no influyeron en el contenido de lípidos de pan de molde.

**Cuadro 5.** Composición proximal de los cuatro tratamientos con diferentes dosis de reemplazo (g/100g pan).

<b>Tratamiento</b>	<b>T 0 %</b>	<b>T 4 %</b>	<b>T 8 %</b>	<b>T 12 %</b>	<b>Error estándar</b>
<b>Humedad</b>	34,02 a	34,69 a	34,79a	34,22 a	0,29
<b>E. etéreo</b>	2,18 a	2,03 a	2,15 a	2,16 a	0,10
<b>Proteínas</b>	5,18 a	4,85 a	4,87 a	5,76 a	0,28
<b>Cenizas</b>	1,66 d	1,78 c	1,92 b	2,10 a	0,01
<b>Fibra cruda</b>	0,73 b	1,29 ab	1,28 ab	2,54 a	0,29
<b>ENN**</b>	56,23 a	55,36 a	54,99 a	53,22 a	6,39

Promedios con letras distintas entre las filas indican diferencias significativas según test de Tukey ( $p$ - valor < 0,05). \*\*ENN: Calculado por diferencia

Respecto al aporte proteico no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. El contenido de proteínas del IF2 corresponde a 4 g/100g (Godoy, 2012), mientras que el de harina de trigo corresponde a 11,19 g/100g (Salehifar y Shahedi, 2007), si bien el contenido proteico es menor en el IF2, esto no influyó significativamente en el contenido final de proteínas de los tratamientos. En cuanto al contenido de proteínas de pan de molde los valores obtenidos son inferiores a los publicados por Ideal (2015) y Castaño (2015) que corresponden a 7,9 y 8,8 g/100g, lo anterior se puede atribuir al tipo de harina utilizada en la formulación del pan de molde.

Los valores obtenidos en cenizas presentan diferencias significativas en todos los tratamientos, observándose un aumento significativo a medida que se añade un mayor contenido de IF en la formulación, cuyo aporte de cenizas corresponde a 6,13 g/100g IF (Godoy, 2012). El T 12 % presenta un mayor porcentaje de cenizas cercano al resultado obtenido por Riveros (2012), en su trabajo denominado “Elaboración de un galletón de avena libre de azúcar con adición de un ingrediente funcional hipoglicémico”, en donde el valor de cenizas correspondió a 2,9 %.

En cuanto a los valores obtenidos de fibra cruda, se observó una diferencia significativa entre los tratamientos T 0 % y T 12 %, presentando este último un incremento del valor de fibra cruda respecto al control.

Los valores de extracto no nitrogenado, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.

### Hidratos de carbono disponibles

En el Cuadro 6 se observan los promedios correspondientes al contenido de hidratos de carbono disponibles.

**Cuadro 6.** Contenido de hidratos de carbono disponible de los cuatro tratamientos con diferentes dosis de reemplazo.

<b>Tratamiento</b>	<b>H.de Carbono disponibles (g/100g pan)</b>
T 0 %	50,63 a
T 4 %	45,15 b
T 8 %	43,15 b
T 12 %	42,48 b
Error estándar	0,68

Promedios con letras distintas entre las columnas indican diferencias significativas según test de Tukey ( $p$ - valor < 0,05).

Los valores de hidratos de carbono disponibles presentan una diferencia significativa entre el T 0 % y los demás tratamientos, éste presenta un mayor promedio lo cual se puede atribuir a que contiene una mayor cantidad de harina de trigo, por ende mayor contenido de almidón, respecto a los otros tratamientos.

El contenido de hidratos de carbono disponibles en el T 0 %, tiene relación con los valores entregados por Castaño (2015), Ideal (2015) y Fuchs (2015) para sus productos “Pan de molde blanco” que corresponde a 48 %, 55 % y 56 % respectivamente.

### Análisis funcionales

#### Polifenoles totales y Capacidad antioxidante

En el Cuadro 8 se presentan los valores correspondientes a polifenoles totales y a capacidad antioxidante (DPPH), correspondiente a los cuatro tratamientos de pan de molde con diferentes proporciones de reemplazo de la harina.

**Cuadro 8.** Determinación de polifenoles totales y capacidad antioxidante de los cuatro tratamientos con diferentes dosis de reemplazo.

<b>Tratamiento</b>	<b>Polifenoles totales (mg EAG/100g pan)</b>	<b>DPPH (<math>\mu</math>M ET/100 g pan)</b>
T 0 %	32,46 d	316 c
T 4 %	42,99 c	404 b
T 8 %	55,45 b	426 ab
T 12 %	67,93 a	453 a
Error estándar	0,01	0,14

Promedios con letras distintas entre las columnas indican diferencias significativas según test de Tukey ( $p$ - valor < 0,05).

Los resultados obtenidos para polifenoles totales, indican una diferencia estadística significativa en todos los tratamientos, observándose un aumento significativo a medida que se añade un mayor contenido de IF en la formulación, siendo T 12 % el que presenta un mayor contenido de éste compuesto bioactivo.

Los resultados obtenidos en el tratamiento T 12 % tiene relación con el contenido de polifenoles de uno de los tratamientos del producto elaborado por Riveros (2012) (galletón de avena libre de azúcar con adición de un ingrediente funcional hipoglicémico), en donde se incorporó 4,8 % de IF2 y el contenido de polifenoles alcanzó a 68,79 (mg EAG/100g muestra). En dicho producto se utilizó hasta un 12,3 % de IF2 donde el contenido de polifenoles fue casi el doble (116,06 mg EAG/100g muestra).

Los valores obtenidos para DPPH, presentaron diferencias estadísticas significativas entre el T 0 % y los demás tratamientos, y entre el T 4 % y el T 12 %, siendo este último tratamiento el que presenta una mayor capacidad antioxidante. Se puede observar un aumento de dicho parámetro a medida que se adiciona IF.

Czerwinski *et al.* (2004) analizaron la correlación entre el contenido de compuestos antioxidantes y la actividad antioxidante de harinas de avena y de *A. hypochondriacus*; al respecto, obtuvieron una correlación positiva entre polifenoles totales y actividad antioxidante, lo que indicaría la contribución de los compuestos fenólicos en la capacidad antioxidante en forma directamente proporcional. Dicha afirmación coincide con los resultados obtenidos.

### Fibra dietética

En el Cuadro 9 se presentan los valores correspondientes a Fibra Insoluble, Fibra Soluble y Fibra Dietética Total correspondiente a los cuatro tratamientos de pan de molde con diferentes dosis de reemplazo de la harina.

**Cuadro 9.** Determinación de fibra dietética de los cuatro tratamientos con diferentes dosis de reemplazo.

Tratamiento	Fibra Insoluble (g/100g)	Fibra Soluble (g/100g)	FDT (g/100g)
T 0 %	2,80 d	0,84 a	3,65 c
T 4 %	3,35 c	1,22 a	4,58 b
T 8 %	4,05 b	0,99 a	5,05 b
T 12 %	4,88 a	1,21 a	6,09 a
Error estándar	0,008	0,16	0,17

Promedios con letras distintas entre las columnas indican diferencias significativas según test de Tukey ( $p$ - valor < 0,05).

Los valores obtenidos para fibra insoluble indican que hubo diferencias estadísticas significativas en todos los tratamientos, en fibra soluble no hubo diferencias estadísticas significativas en los tratamientos, mientras que en FDT hubo diferencias en todos los tratamientos con excepción del T 4 % y T 8 %, los cuales no presentaron diferencia entre sí. Al igual que en fibra insoluble se observó un aumento de FDT a medida que el porcentaje de reemplazo aumentó.

Ortega *et al.* (2010) indica que los valores de FDT en pan de molde y pan de molde integral, corresponden a 3,6 y 6 g/100g de pan, valores que coinciden con los obtenidos, y que demuestran la equivalencia de fibra entre pan integral y el pan con la mayor adición de IF.

El Ministerio de Salud (2005) indica que la dosis diaria de referencia es de 25 g de fibra dietética al día. Según esto un producto alto en fibra debe tener no menos de 5 g de fibra dietética por porción (Zacarías y Olivares, 2011). En el caso de pan de molde el T 8 % y T 12 % superaron los 5 g por porción (1 ½ rebanada aprox.), por lo cual puede considerarse un producto alto en fibra dietética. Respecto al contenido de fibra dietética presente en el T 0 % ésta se puede atribuir a la fibra presente en la harina de trigo que corresponde a 2,7 g/100g (USDA, 2012) y a la fibra presente en la levadura la cual corresponde a 27 g/100g (Lefersa 2014).

## Determinaciones tecnológicas

### Rendimiento y Relación ancho/alto

En el Cuadro 7 se presentan los valores correspondientes al rendimiento, el cual se obtuvo por diferencia entre el peso inicial de la mezcla y peso final del pan; además, se observa la relación ancho/alto de los cuatro tratamientos de pan de molde con diferentes dosis de reemplazo de la harina.

**Cuadro 7.** Valores de rendimiento y relación ancho/alto de los cuatro tratamientos con diferentes dosis de reemplazo

<b>Tratamiento</b>	<b>Rendimiento (g/100 g)</b>	<b>Relación alto/ancho (cm/cm)</b>
T 0 %	90,1 a	0,87 a
T 4 %	89,6 a	0,83 a
T 8 %	89,6 a	0,87 a
T 12 %	88,9 a	0,82 a
Error estándar	0,50	0,03

Promedios con letras distintas entre las columnas indican diferencias significativas según test de Tukey ( $p$ - valor < 0,05).

Para los valores obtenidos en rendimiento y relación ancho/alto, no se observan diferencias significativas para ninguno de los dos parámetros. La homogeneidad de rendimiento se puede atribuir a que el IF no afecta significativamente las características del pan. En cuanto a la relación alto/ancho, la similitud de sus valores se puede atribuir a la modalidad en la elaboración del pan la cual fue de manera mecánica, en una máquina para elaborar pan de molde, la cual al tener una horma determinada pudo probablemente evitar la expansión del pan en altura y en ancho. Lo anterior no coincide con Riveros (2012) quien indica que el contenido de fibra dietética presente en el IF2 permite reducir la porción de un producto horneado.

## Análisis sensoriales

### Calidad

En el Cuadro 10 se presentan los valores entregados por el panel entrenado de 12 personas para los atributos de intensidad de color, intensidad aromática, sabor a pan, dulzor, amargor, adhesividad, esponjosidad y persistencia.

**Cuadro 10.** Valores de calidad en diversos atributos para los cuatro tratamientos con diferentes dosis de reemplazo

Atributos	T 0 %	T 4 %	T 8 %	T 12 %	Error estándar
Intensidad de color	3,34 c	9,24 b	11,03 ab	12,15 a	0,62
Intensidad aromática	9,52 a	10,18 a	8,75 a	9,15 a	0,95
Sabor a pan	9,83 a	8,90 a	7,52 a	9,20 a	1,07
Dulzor	6,95 a	5,42 a	4,80 a	5,30 a	0,80
Amargor	0,56 a	1,11 a	2,23 a	2,82 a	0,78
Adhesividad	8,57 a	7,85 a	6,65 a	6,87 a	1,05
Esponjosidad	9,65 a	7,53 a	6,84 a	7,95 a	0,76
Persistencia	7,95 a	8,30 a	6,25 a	8,20 a	0,78

Promedios con letras distintas entre las filas indican diferencias significativas según test de Tukey ( $p$ - valor < 0,05).

Para intensidad de color se observa una diferencia significativa entre T 0 % y los demás tratamientos, existiendo similitudes entre T 4 %, T 8 % y T 12 % mostrando este último una mayor intensidad de color. Lo anterior coincide con los valores instrumentales de la variable luminosidad, cuyos valores indican que la superficie y miga son más oscuras o con tendencia al color negro, a medida que se adiciona IF.

Los parámetros intensidad aromática, sabor a pan, dulzor, amargor, adhesividad, esponjosidad y persistencia, no presentaron diferencias significativas entre tratamientos lo cual indica similitudes entre el pan de molde blanco y el pan modificado.

### Aceptabilidad

En el Cuadro 11 se presentan los valores correspondientes a la prueba de aceptabilidad, la cual se determinó mediante un panel de 60 personas que evaluaron los cuatro tratamientos de pan de molde con diferentes dosis de reemplazo de la harina.

**Cuadro 11.** Valores correspondientes a aceptabilidad para los cuatro tratamientos con diferentes dosis de reemplazo.

<b>Tratamiento</b>	<b>Aceptabilidad</b>
T 0 %	10,64 a
T 4 %	10,56 a
T 8 %	10,36 a
T 12 %	8,77 b
Error estándar	0,44

Promedios con letras distintas entre las columnas indican diferencias significativas según test de Tukey ( $p$ - valor < 0,05).

En el Cuadro anterior se observa una diferencia estadística significativa entre el T 12 % y los demás tratamientos. Los tratamientos T 4 % y T 8 % se pueden recomendar, ya que tuvieron la misma aceptación que el tratamiento sin IF. Sin embargo, todos se encuentran dentro de la zona de aceptación.

## CONCLUSIONES

Es posible la elaboración de un pan de molde con incorporación de un ingrediente funcional previamente caracterizado (IF2), en distintas proporciones, manteniendo o mejorando las características químicas, físicas, tecnológicas y sensoriales de un pan de molde blanco normal.

La evaluación de los compuestos bioactivos referentes a fibra dietética total arroja valores interesantes en los tratamientos T 8 % y T 12 %, en donde ambos tratamientos son considerados buena fuente de fibra dietética.

Respecto al contenido de fenoles y capacidad antioxidante se observa una correlación entre ambos y un aumento de los mismos a medida que se aumentaba la proporción de ingrediente funcional.

La aceptabilidad indica que todos los tratamientos se encuentran dentro de la zona de aceptación, lo cual indica la factibilidad comercial del pan de molde elaborado.

El tratamiento óptimo es el T 8 % ya que presenta uno de los mayores contenidos de fibra dietética, fenoles y capacidad antioxidante y además en el análisis de aceptabilidad es el tratamiento que contiene una mayor cantidad de IF y no presenta diferencias significativas con el T 0 %.

## BIBLIOGRAFÍA

Anrique, R. 1992. Caracterización nutricional y uso de algunos subproductos para alimentación de rumiantes. In: L. Latrille y O. Balochi, (Eds). Producción Animal. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Instituto de Producción Animal 16: 295-330.

AOAC. 1998. Official Methods of Analysis of the Association Official Analytic Chemists. 16° Ed. Washington D.C., USA. 1141p.

Beltrán, M. 2006. Ingredientes funcionales: definiciones, ubicación y usos. Industria Alimentaria, 28 (4): 36-42.

Brand-Williams, W.; M. Cuvelier and C. Berset. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Science and Technology, 28: 25-30.

Castaño, 2015. Pan de molde blanco. Información nutricional. [En línea]. Recuperado en <<http://www.castano.cl/index.php?mod=catalogo&accion=ficha&codigo=22354#>>. Consultado el: 10 de Marzo 2015.

Czerwinski, J.; Bartnikowska, E.; Leontowicz, H.; Lange, E.; Leontowicz, M.; Katrich, E.; S. Traktenberg and S. Gorinstein. 2004. "Oat (*Avena sativa* L.) and amaranth (*A. hypochondriacus*) meals positively affect plasma lipid profile in rats fed cholesterol containing diets". The Journal of Nutritional Biochemistry, 15(10): 622-629.

Domper, A.; I. Zacarías; S. Olivares; D. González y F. Vio. 2005. Entrega de información nutricional y caracterización de la compra de alimentos en supermercados. Revista Chilena de Nutrición, 32 (2): 142-149.

FECHIPAN (Federación chilena de industriales panaderos). 2014. Día mundial del pan. [En línea]. Recuperado en <[http://www.fechipan.cl/revistas/septiembre\\_2014.pdf](http://www.fechipan.cl/revistas/septiembre_2014.pdf)>. Consultado el: 10 de Diciembre 2014>. Consultado el: 10 de Diciembre 2014.

Fuchs, 2015. Pan de molde blanco. [En línea]. Recuperado en <<http://www.fatsecret.cl/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/fuchs/pan-de-molde-blanco/2-tajadas>>. Consultado el: 10 de Marzo 2015.

Gartzia, I. 2002. Productos Alimentarios Intermedios (PAI). Revista Industria de Alimentos, 20 (5): 16-20.

Godoy, N. 2012. Evaluación de compuestos bioactivos presentes en ingredientes funcionales. Tesis Ingeniera Agrónoma y Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención Producción Agroindustrial. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 20-68h.

Ideal, 2015. Pan de molde blanco 650 grs Ideal. [En línea]. Recuperado en < <http://www.ideal.cl/producto/pan-de-molde-blanco-grande//>>. Consultado el: 10 de Marzo 2015.

Iqbal, S.; M. Bhangar and F. Anwar. 2005. Antioxidant properties and components of some commercially available varieties of rice bran in Pakistan. *Food Chemistry*, 91: 403-411.

Lee, S.; L. Prosky and J. Devries. 1992. Determination of total, soluble and insoluble dietary fiber in foods. Enzymatic-gravimetric method. Mes-Tris Buffer: Collaborative Study. *AOAC*, 75(3): 395-416.

Lefersa, 2014. Levadura seca Lefersa. De panificación para consumo masivo. [En línea]. Recuperado en < <http://www.lefersa.cl> >. Consultado el: 15 de Diciembre 2014.

Lizama, D. 2012. Caracterización física de tres ingredientes funcionales elaborados a partir de productos alimentarios intermedios (PAI) proveniente de la agroindustria. Memoria para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 6-13h.

Martínez, N.; M. Camacho y J. Martínez. 2008. Los compuestos bioactivos de las frutas y sus efectos en la salud. *Act Diet*, 12:64-8.

Ministerio de Salud, 2005. Selección de Alimentos, Uso del Etiquetado Nutricional para una Alimentación Saludable. [En línea]. Recuperado en < [www.minsal.cl](http://www.minsal.cl) >. Consultado el: 11 de Diciembre 2014.

Montiel, L. 2008. Pan Nutritivo: panadería funcional. [En línea]. Recuperado en <[http://usapeec.org.mx/publicaciones/presentaciones/pdf/pan\\_nutritivo\\_panaderia\\_funcional.pdf](http://usapeec.org.mx/publicaciones/presentaciones/pdf/pan_nutritivo_panaderia_funcional.pdf)>. Consultado el: 25 de Noviembre 2013.

Mota, V. y L. García. 2004. Uso de subproductos industriales de tomate en el enriquecimiento de harina de maíz con fibra dietética y proteína para la elaboración de arepas. *Agronomía Tropical*, 54(2): 145-159.

National Institute of Nutrition. 2000. Consumer awareness of and attitudes towards functional foods, highlights and implications for informing consumer, leaflet, p.4.

OMS (Organización Mundial de la Salud) 2013. Enfermedades no transmisibles. [En línea]. Recuperado en [http://www.who.int/features/factfiles/noncommunicable\\_diseases/es/](http://www.who.int/features/factfiles/noncommunicable_diseases/es/). Consultado el: 10 de Octubre 2013.

Oyarzún, Amaya. 2012. Determinación del efecto hipoglicémico e hipolipémico de un ingrediente funcional en modelo de rata alimentada con dieta alta en grasa. Tesis de Doctorado en Nutrición y Alimentos. Santiago, Chile: Facultad de Medicina, Universidad de Chile. 107h.

Ortega RM; A. López; R. Requejo y Andrés P. 2010. La composición de los alimentos. Herramienta básica para la valoración nutricional. Departamento de Nutrición. Ed. Complutense. Madrid, España. 15-81p.

Osborne, J. y L. Voogt . 1986. Análisis de los nutrientes de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 52-53p.

Prieto, P. 2014. Pan-marraqueta, protagonista de una Alimentación Saludable. [En línea]. Recuperado en <http://www.piaschile.cl/pan-marraqueta-protagonista-de-una-alimentacion-saludable/>. Consultado el: 9 de Marzo 2014.

Raimondo, Emilia. 2013. Elaboración de conservas artesanales. [En línea]. Recuperado en <http://www.fundacionrural.org.ar/>. Consultado el: 10 de Octubre 2014.

Riveros, L. 2012. Elaboración de un galletón de avena libre de azúcar con adición de un ingrediente funcional hipoglicémico. Tesis Ingeniero Agrónomo y Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención Producción Agroindustrial. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 64h.

Sanz, N. 2011. Desarrollo de panes especiales con harina integral de amaranto. Master en gestión y seguridad alimentaria. Valencia, España: Instituto de Agroquímica y Tecnología de alimentos, Universidad Politecnica de Valencia. 19h.

Sáenz, C; H. Berger; J. Corrales; L. Galleti; V. García de Cortázar; I. Higuera; C. Mondragón; A. Rodríguez-Felix; E. Sepúlveda y María V. 2006. Utilización Agroindustrial del Nopal. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO 162. Roma, Italia. 165p.

Salehifar, M and Shahedi, M. 2007. Effects of oat flour on dough rheology, texture and organoleptic properties of taftoon bread. Journal of Agricultural Science and Technology 9: 227-234.

Shi, J. and M. Le Maguer. 2000. Lycopene in Tomatoes: Chemical and physical properties affected by food processing. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 40(1):1-42.

Shin, T.-S., and Godber, J. S. (1994). Isolation of four tocopherols and four tocotrienols from a variety of natural sources by semi-preparative high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 678, 49–58.

Singleton, V.; R. Orthofer and R.M. Lamuela-Ravetos. 1999. Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*, 299:152-178.

Socolovsky, S. 2009. Dossier preparado y presentado en nombre de Danisco para la evaluación de la solicitud de extensión de uso del aditivo alimentario Natamicina y su inclusión como conservador antimicrobiano de panes de molde industriales en el Capítulo IX del Código Alimentario Argentino. [En línea]. Recuperado en <[http://www.conal.gov.ar/Expedientes/Exp\\_2110\\_7588\\_09\\_6/7588\\_09\\_6\\_p001.pdf](http://www.conal.gov.ar/Expedientes/Exp_2110_7588_09_6/7588_09_6_p001.pdf)>. Consultado el: 8 de Diciembre 2014.

USDA (United States Department of Agriculture). 2012. Hoja informativa de USDA FOODS para el hogar. Harina, trigo integral. [En línea]. Recuperado en <[http://whatscooking.fns.usda.gov/sites/default/files/factsheets/HHFS\\_FLOUR\\_WHOLEWHEAT\\_100410oct%202012%20\(Spanish%20Version\)%20EE.pdf](http://whatscooking.fns.usda.gov/sites/default/files/factsheets/HHFS_FLOUR_WHOLEWHEAT_100410oct%202012%20(Spanish%20Version)%20EE.pdf)>. Consultado el: 18 de Diciembre 2014.

Velioglu, Y.; G. Mazza; L. Gao and B. Oomah. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*, 46: 4113-4117.

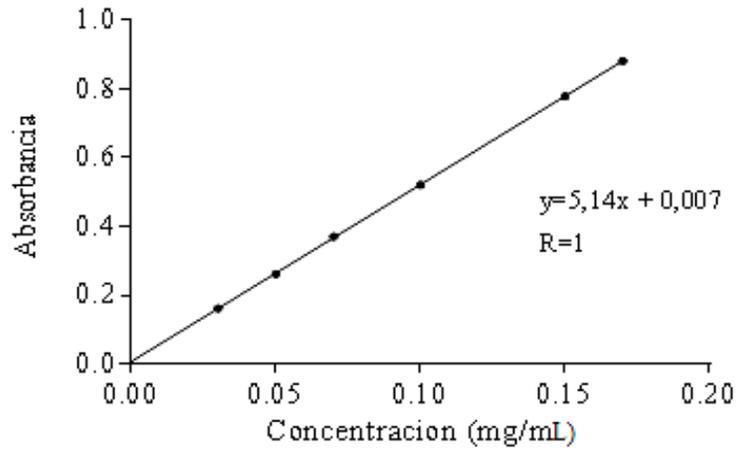
Vidal, L. y C. Díaz. 2009. Desafíos de la industria de alimentos procesados-alimentos funcionales. Reporte sobre la visión de la industria de alimentos procesados-alimentos funcionales- preparado por CNIC Chile por ASVID Ltda. 43p.

Xu, Z., and Godber, J. S. (1999). Antioxidant activities of major components of  $\gamma$ -oryzanol from rice bran using a linoleic acid model. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78: 645–649.

Zacarías, I. y S. Olivares. 2011. Etiquetado nutricional de los alimentos. [En línea]. Recuperado en <[http://www.inta.cl/material\\_educativo/cd/Etiquet.pdf](http://www.inta.cl/material_educativo/cd/Etiquet.pdf)>. Consultado el: 18 de Diciembre 2014.

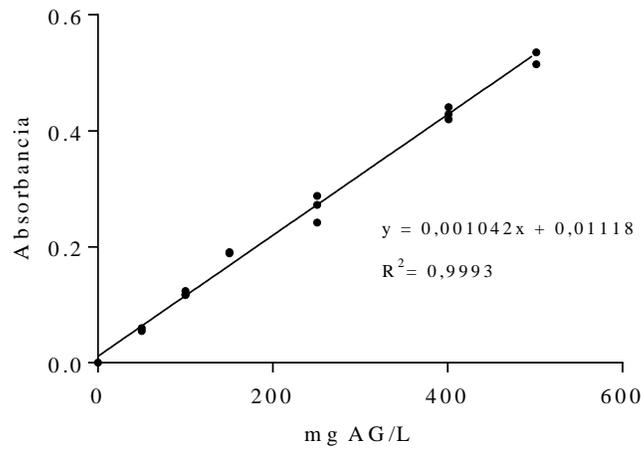
## APÉNDICE I

## CURVA DE CALIBRACIÓN AZÚCARES TOTALES



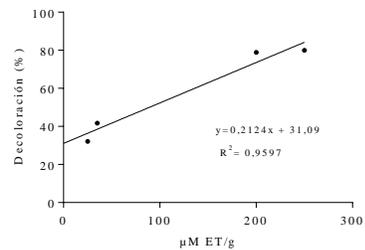
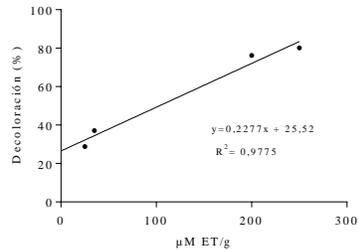
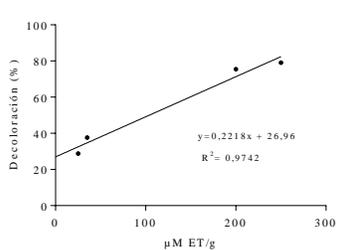
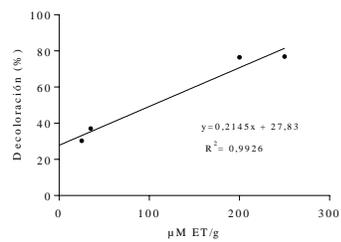
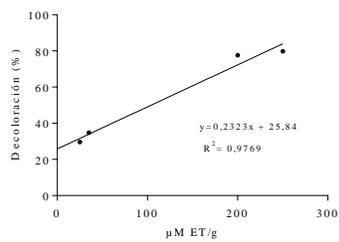
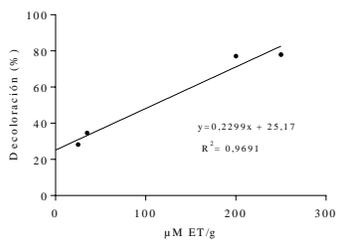
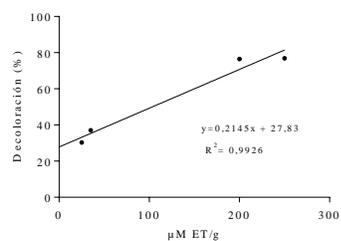
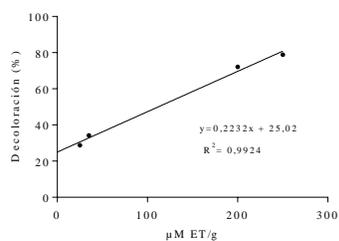
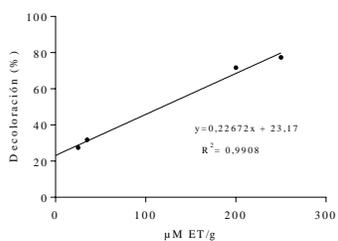
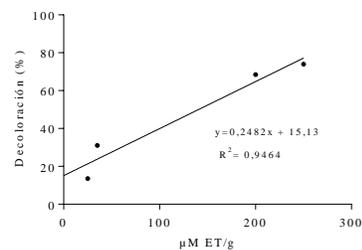
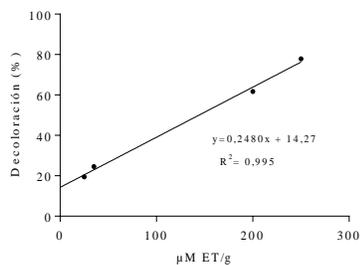
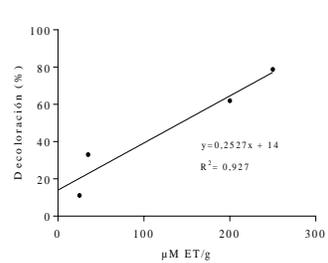
## APÉNDICE II

## CURVA DE ÁCIDO GÁLICO



## APÉNDICE III

## CURVA DE EQUIVALENTE TROLOX



**APÉNDICE IV****EVALUACIÓN DE CALIDAD DE PAN DE MOLDE**

Nombre: \_\_\_\_\_

Muestra N° \_\_\_\_\_

**Instrucciones:**

A continuación se presenta una lista de descriptores para la evaluación de la calidad sensorial de un pan de molde. Por favor indique con una línea vertical sobre la escala horizontal que va de 0 a 15 cm, el punto que mejor describa la intensidad de cada uno de los atributos de la muestra, donde el 0 indica ausencia o extremadamente bajo y el 15 extremadamente alto.

**INTENSIDAD DE COLOR**

_____	
0	15
Blanco	Pardo

**INTENSIDAD AROMÁTICA**

_____	
0	15
Aroma diferente a pan	Aroma a pan

**SABOR A PAN**

_____	
0	15

**DULZOR**

_____	
0	15

**AMARGOR**

_____	
0	15

**ADHESIVIDAD**

_____	
0	15

**ESPONJOSIDAD**

_____	
0	15

**PERSISTENCIA**

_____	
0	15

COMENTARIOS:.....

Muchas Gracias.

**APÉNDICE V**

**EVALUACIÓN DE ACEPTABILIDAD PAN DE MOLDE**

Nombre: \_\_\_\_\_

Muestra N° \_\_\_\_\_

|\_\_\_\_\_||  
0 15

COMENTARIOS:.....  
.....  
.....

Muchas Gracias.