



**FACULTAD DE FARMACIA  
ESCUELA DE NUTRICION Y DIETÉTICA**

**FORMULACION Y ELABORACION DE PAN PRE-HORNEADO CONGELADO  
CON DIFERENTES MEZCLAS DE HARINA**

**Director de Tesis: María Carolina Henríquez L.**

**Co-director de Tesis: Silvia Sepúlveda B.**

**2016**



## **DEDICATORIA**

Soy Psicóloga de profesión de esta misma Universidad, me titulé el 2006 y me puse a trabajar, pero sentía que algo me faltaba, que no estaba completa, que lo que me apasionaba realmente no lo había cumplido. Pasaron los años y el 2011 entré a estudiar nutrición, al principio no fue fácil, todo había cambiado y no sabía si “me la iba a poder”.

Con mucho esfuerzo logré llegar a este día, a convertirme en una Psicóloga y Nutricionista que ama sus dos Carreras y que las fusionó en ¡Una Sola! Dedico esta tesis a Andrés, mi compañero de la vida, mi cómplice, que estuvo en cada momento apoyándome incondicionalmente desde que tomé esta decisión; sabes que sin ti no lo habría logrado. A mi Valita, mi hija preciosa que siempre “aperró” junto a su mamá. A mi Papá, que al principio creyó que todo esto era una locura, pero que siempre me apoyó. Y por sobre todo a mi Mamá que sea donde quiera que esté, ha estado presente en cada momento de mi vida de una forma inexplicable y tengo la certeza de corazón de que está a mi lado cuidándome en todo momento...

Fernanda Bustamante...

Esta tesis está dedicada a mis padres Ángel e Isabel, mi abuela Any y a mi querido segundo papá Daniel, para agradecer el amor y apoyo incondicional en el transcurso de esta etapa universitaria que hoy finaliza...Para mi abuela y Daniel que no pueden estar presentes, desde donde se encuentren, que estas breves líneas dedicadas a ustedes los abrece con todo el amor y aprecio que siento. Sepan que fue un privilegio ser nieta e hija de dos personas que contribuyeron a convertirme en la persona y profesional que hoy día soy.

Caren Fernández...

## **AGRADECIMIENTOS**

Es un poco difícil escribir en tan sólo una hoja todos los agradecimientos que tenemos para todas aquellas personas que nos ayudaron, apoyaron y motivaron para que este trabajo resultara de la mejor forma posible.

En primer lugar queremos agradecer a nuestra Directora de Tesis, Profesora Carolina, quien estuvo al 100% junto a nosotras trabajando para que este proyecto de llevase a cabo. Queremos dar las gracias a la Profesora Silvia, quien con su ternura y amor nos ayudó a crear productos maravillosos con aquel ingrediente que no está escrito en ninguna receta; gracias Profe Silvia. A la Profesora Daniela, quien siempre tenía alguna idea creativa para aportar en los momentos que aparecían ciertas dudas u obstáculos. A la profesora Carmen Soto, que si bien la vimos pocas veces, nos aportó en gran medida a nuestra tesis desde otra mirada y con muy buena voluntad.

Queremos darle las gracias a Gabriel, que día a día estuvo trabajando con nosotras en el Cenuval, dispuesto siempre a ayudarnos con cariño y preocupación. Fuiste fundamental en nuestro trabajo Gabriel.

Y por último queremos agradecer a todos y todas las auxiliares que nos prestaron ayuda en aquellos momentos que salíamos tarde o que necesitábamos apoyo. Y por supuesto no podemos dejar de agradecer a nuestro panel cautivo, quienes tuvieron siempre la disposición y voluntad para participar de este hermoso trabajo.

## **INDICE**

RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	9
MARCO TEÓRICO.....	11
1. HISTORIA DEL PAN .....	11
4. PRODUCCION Y ELABORACION DEL PAN .....	15
5. CARACTERISTICAS SENSORIALES DEL PAN.....	16
6. PAN PRE-HORNEADO.....	17
7. PROCESO DE CONGELACION /PAN PRE-HORNEADO .....	19
8. CALIDAD NUTRICIONAL Y SALUDABLE DEL PAN.....	22
9. HARINAS ALTERNATIVAS .....	24
OBJETIVO GENERAL.....	27
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	27
METODOLOGIA .....	28
RESULTADOS.....	36
RESULTADOS PRUEBAS PRELIMINARES.....	36
CARACTERIZACION DEL PANEL NO ENTRENADO .....	42
ANALISIS PRUEBAS SENSORIALES.....	44
DISCUSION .....	53
CONCLUSION.....	58

BIBLIOGRAFIA ..... 59

ANEXOS ..... 63

## **RESUMEN**

Según las investigaciones, el pan es el alimento que más se consumen en nuestro País, por lo que este estudio tuvo como finalidad la elaboración de un pan con una sustitución del 50% de harina de trigo, por harinas de alta calidad nutricional, sin afectar sus características organolépticas. Paralelamente a esto, el producto debía ser pre-horneado congelado y almacenado durante 45 días sin afectar su calidad organoléptica. Para comprobar la viabilidad del estudio se formó un panel de 25 personas que probaron las distintas muestras de pan durante 4 tiempos de almacenamiento (0,15, 30 y 45 días), dando como resultado la aceptación de las características del producto elaborado, tanto en el pan recién horneado como en el pan pre-horneado congelado.

En las pruebas preliminares se evaluaron 5 tipos de harinas, seleccionándose 3 de ellas en base a parámetros saludables, nutricionales y organolépticos. Estas fueron comparadas con el pan control (pan tradicional tipo amasado) elaborado en base a 100% de harina de trigo refinada.

Las harinas escogidas fueron garbanzo, avena y quínoa por su aporte de carbohidratos de mejor calidad, aminoácidos, proteínas y fibra dietética.

El panel no entrenado mostró tener una aceptación de los parámetros organolépticos de color, sabor, olor, textura, aspecto general, apariencia/forma, tanto en los panes horneados como en los panes pre-horneados congelados durante el día 15, 30 y 45. Sin embargo, en el período 0 los puntajes fueron menores que en los otros tiempos de almacenamiento.

Los resultados de este estudio muestran que los objetivos planteados fueron cumplidos, lo que demuestra que la elaboración de un producto que puede utilizarse para mejorar la calidad nutricional y saludable del pan tradicional y por tanto, la alimentación de la población en general. Por último, se pudo comprobar que dio resultado la producción y almacenamiento de pan pre horneado congelado.

## **ABSTRACT**

According to research, bread is the food that is consumed the most in our country, so this study had the purpose of producing a bread with a 50% substitution of wheat flour, for flours of high nutritional quality, without affecting its organoleptic characteristics. Parallel to this, the product had to be pre-frozen frozen and stored for 45 days without affecting its organoleptic quality. To test the feasibility of the study, a panel of 25 people were trained to test the different samples of bread during 4 storage times (0, 15, 30 and 45 days), resulting in the acceptance of the characteristics of the product elaborated, both in Freshly baked bread as in frozen pre-baked bread.

In the preliminary tests 5 types of flours were evaluated, 3 being selected based on healthy, nutritional and organoleptic parameters. These were compared with the pan control (traditional bread type type) elaborated on the basis of 100% refined wheat flour.

The flours chosen were chickpea, oats and quinoa for their contribution of better quality carbohydrates, amino acids, proteins and dietary fiber.

The untrained panel showed an acceptance of the organoleptic parameters of color, taste, odor, texture, general appearance, appearance / shape, in both the baked breads and the pre-baked breads frozen during day 15, 30 and 45. However, in period 0 the scores were lower than in the other storage times.

The results of this study show that the objectives were fulfilled, demonstrating that the development of a product that can be used to improve the nutritional and healthy quality

of traditional bread and therefore, the general population. Finally, it was found that the production and storage of frozen pre-baked bread resulted.

## **MARCO TEÓRICO**

### **1. HISTORIA DEL PAN**

El pan es uno de los alimentos elaborado a base de cereales, que más se consume a nivel mundial; se considera como un alimento esencial y básico en muchas culturas, entre ellas la Europea, Oriental, India y Americana (1).

La historia de este producto, en la alimentación humana, corre paralela a la historia de la utilización de los cereales. El pan, es un producto directo del procesamiento manual de los cereales, procesamiento que con posterioridad se transformó en mecánico (2).

Es importante señalar que los cereales, en su forma original, no pueden ser digeridos por el tracto gastrointestinal humano; por esta razón son procesados de forma artificial, a través de molienda, remojos, etc., y se han convertido en alimentos básicos para el hombre, ya que son una buena fuente de hidratos de carbono y se complementan con las proteínas procedentes de las carnes (3).

### **2. EL PAN EN CHILE**

Según un estudio realizado por Euromonitor International (2014), Chile es el segundo país que más consume pan a nivel mundial después de Alemania, y se posiciona como el mayor consumidor de este producto alimenticio en Latinoamérica.

Por otra parte, según la VI Encuesta de Presupuesto Familiar (INE 2006-2007), el gasto mensual promedio por hogares en alimentos y bebidas era de \$153.363 y en el grupo de los cereales, pastas y pan se invertían \$27.885, lo que implicaba, en esos años, un 18% del gasto total mensual en alimentos (4).

Según la Federación Chilena de Industriales Panaderos (FECHIPAN), en Chile, se consume pan en 93,2 de cada 100 hogares.

Es importante señalar que, la frecuencia de consumo de pan, según nivel socioeconómico, es prácticamente universal, sin diferenciarse por estrato social. Por otro lado, según la Encuesta de Consumo Alimentario realizada el año 2010, la mediana de consumo del grupo total de cereales, papas y leguminosas frescas fue de 390 g/día; y dentro de este grupo de alimentos, la mayor contribución la aportó el subgrupo del pan, con una mediana de ingesta mayor a 150 g/día, correspondiente a 1,5 unidades (5).

Debido a que el pan se considera como un alimento esencial y fundamental en la canasta básica chilena, el Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA) (6) en el artículo 356 y 357, indica que con el nombre de pan sin otra denominación, “se entiende como el producto de la cocción de la masa resultante de una mezcla de harina de trigo, levadura de panificación, agua potable y sal comestible, con o sin adición de mejoradores de panificación y/o enriquecedores, tales como: leche, azúcares, materias grasas u otros autorizados por este reglamento”.

Adicionalmente, se ha normado en los artículos 347, 348, 349, 350 y 351 que las harinas panaderas, deben contener ciertas vitaminas y minerales, como, vitaminas del complejo B: vitamina B1 (tiamina) 6,3 mg/kg, vitamina B2 (riboflavina) 1,3 mg/kg, y vitamina B3 (niacina) 13,0 mg/kg; y minerales como hierro 30,0 mg/k. Asimismo, la harina debe contener 1,8 mg/kg de ácido fólico, sin embargo éste micronutriente se aceptará que esté presente en un rango de 1,0 a 2,6 mg/kg, con el objetivo de beneficiar y prevenir ciertas patologías asociadas al déficit de éste.

En Chile, el tipo de pan más comercializado y por ende el de mayor consumo corresponde al tipo hallulla y marraqueta, cuya porción aporta aproximadamente 346,80 kcal, 10,91 g de proteínas, 66,48 g de hidratos de carbono, y 3,6 g de lípidos. El pan amasado es otro producto consumido de forma abundante por los chilenos, en el cual, una porción aporta 214,39 kcal, 3,62 g de proteínas, 26,7 g de hidratos de carbono y 26,7 g de lípidos (7).

Es importante mencionar que entre las estrategias nutricionales, se ha incluido la reducción del sodio en el proceso de panificación y la fortificación de las harinas (8,9).

En relación a lo anterior, la fortificación de los alimentos básicos que consume la mayoría de la población, es la manera más eficaz para corregir las deficiencias de nutrientes esenciales en sus integrantes, debido a su cobertura, biodisponibilidad y bajo costo.

En Chile, en el año 2002, la adición de ácido fólico en el enriquecimiento de la harina de trigo incrementó los niveles sanguíneos de esta vitamina y provocó un descenso en los defectos congénitos del sistema nervioso (10,11).

En lo que respecta al consumo de pan, es importante señalar, en primer lugar, que cada pan tiene aproximadamente 1,5 g de sal: “La OMS recomienda 5 g/día de sal (2 g de sodio), por lo tanto si se consumen 2 panes al día, se cubre más de la mitad de toda la cantidad de sal recomendada para el día” (8).

A raíz de esta situación, el Ministerio de Salud junto a la Federación Gremial Chilena de Industriales Panaderos (FECHIPAN) y la Asociación Chilena de Supermercados (ASACH) sellaron un acuerdo voluntario para disminuir la cantidad de sal en el pan, en un plazo de 2 años. Lo anterior como parte de un compromiso que adoptaron las panaderías y

supermercados que comenzaron a disminuir en forma gradual la cantidad de sal, para llegar a 400 mg o menos de sodio por cada 100 g de pan.

Cabe destacar que una reducción del 25% del nivel de sodio, no requiere demasiados ajustes en el proceso de elaboración del pan (12).

### **3. MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACION DEL PAN**

El principal componente de la formulación de la masa panadera, es la harina, siendo la harina de trigo la más importante. Los principales ingredientes empleados en la fabricación de pan son: harina, agua, sal, levadura, mejorantes panaderos y materia grasa.

- **Harina:** El RSA define la Harina (artículo 347) como: el producto pulverulento obtenido por la molienda gradual y sistemática de granos de trigo de la especie *Triticum aestivum* sp. *vulgare*, previa separación de las impurezas, hasta un grado de extracción determinado” (6). Por cada 100 g de harina de trigo se obtiene: 11,9% de humedad; 364 kcal; 10,3 g de proteínas; 76,3 g de hidratos de carbono; 2,7 g de fibra dietética y 0,98 g de lípidos (13).

- **Agua:** Juega un papel fundamental en la formación de la masa, ayuda a disolver todos los ingredientes, permitiendo una total incorporación de éstos. También hidrata los almidones, que junto con el gluten dan por resultado una masa esponjosa y elástica (11)

- **Sal:** Según el RSA, artículo 435.- “Sal comestible es el cloruro de sodio proveniente de depósitos geológicos, de lagos salados o de agua de mar. Se incluye en esta definición aquella destinada al consumo directo, así como aquella destinada a la elaboración y preparación de alimentos por la industria” (6).

- **Levadura de panificación:** Según el RSA, artículo 372.-“Levadura para panificación es el producto obtenido de la propagación industrial de levaduras del género *Saccharomyces* en medios de cultivos adecuados” (6).

- **Mejorantes del pan:** Son agentes que se añaden en pequeñas cantidades como ingredientes del pan, con el objetivo de mejorar las características iniciales de la harina, referidas fundamentalmente al color, contenido de enzimas y características elásticas de la masa. En Chile, se permite la utilización de aquellos aditivos regulados en el RSA, de acuerdo a los artículos 130 al 157, expresado en ese reglamento (6).

- **Materia grasa:** Según el RSA, artículo 247.- “Aceites y grasas son los triglicéridos de ácidos grasos comercialmente puros, obtenidos de materias primas sanas y limpias, libres de productos nocivos derivados de su cultivo o manejo, o de los procesos de elaboración” (6).

#### **4. PRODUCCION Y ELABORACION DEL PAN**

La harina se obtiene en el proceso de molienda, donde se separa el salvado, y el germen del endospermo, es pulverizado hasta convertirlo en harina. Para la realización estándar de productos de panificación convencional se requieren de 3 parámetros secuenciales: formación de la estructura del gluten, esponjamiento de la mezcla por la incorporación de un gas, y coagulación del material calentándolo en el horno; por esta razón el pan se elabora en base a harina de trigo debido a su alto contenido de gluten que, por sus características de flexibilidad, extensibilidad y elasticidad, es capaz de retener el gas producido durante la fermentación, proceso indispensable para obtener pan (14).

El proceso de panificación comienza con la etapa de amasado, que consiste en la distribución uniforme de los componentes y la formación y el desarrollo del gluten. La fermentación comprende las operaciones posteriores al amasado, hasta el momento en que el pan ingresa al horno. Al terminar la fermentación, la masa se corta en trozos o en tantas porciones de panes sean elaborados. A continuación ocurre el proceso de ovillado o boleado y, al finalizar este proceso ocurren las etapas de horneado y almacenamiento (15).

## **5. CARACTERISTICAS SENSORIALES DEL PAN**

Para obtener las características físicas y sensoriales de calidad del pan es indispensable un excelente desarrollo de la estructura de la masa. Un elemento esencial en este proceso es el gluten proporcionado por la harina de trigo (aproximadamente 12%). El pan debe presentar un buen volumen. Naturalmente el aroma debe ser agradable al consumidor. La estructura de la miga debe ser abierta e irregular, además de suave y blanda. Un horneado apropiado del pan resulta en una corteza crocante y correctamente caramelizada y con la cantidad adecuada de la reacción de Maillard que provee un delicioso aroma a pan tostado (16,17).

La retrogradación del almidón, es una causa del envejecimiento y endurecimiento del pan. La corta vida útil de este y la pérdida de frescura de la miga están fundamentalmente asociados con dos parámetros de textura: el incremento de la firmeza y la pérdida de la elasticidad, que dependen del proceso utilizado para elaborar el pan y de las técnicas utilizadas en la fermentación (18).

En resumen, hay que tener en cuenta los siguientes atributos: 1) Color: en la corteza, dorado natural, y en la miga, blanco crema; 2) Apariencia: lisa y simétrica, con volumen

adecuado y exento de manchas; 3) Aroma: característico, a tostado, a levadura; 4) Sabor: característico, salado, dulce, tostado; y 5) Textura: en la corteza debe ser crocante.

## **6. PAN PRE-HORNEADO**

El pan pre-horneado es aquel que ha sido sometido a un proceso de cocción suficiente para lograr desarrollar la estructura definitiva, pero sin el aroma y color característicos del pan tradicional, siendo sometido posteriormente a un proceso de congelación (19,20)

Mediante una recopilación de datos que realizaron las tesisistas, se pudo constatar que, actualmente en Chile se vende este tipo de pan en grandes cadenas de supermercados, como por ejemplo Líder, Tottus y Jumbo; algunos con sus propias marcas y otros con marcas mayormente masificadas como:

- a) Breden Master: Pan pre-horneado (Hallulla, Marraqueta, Barrita, Amasado) Congelado (Bolsa 1000 g, producto líder de mercado)
- b) Supermercado Líder: Pan pre-horneado Hallulla Congelado (Bolsa 1000 g)
- c) Convida: Pan de Arroz Hallulla Pre-Horneada, Sin Gluten (4 unidades, 250 g)
- d) Pan Congelado Pre-Horneado Barra, Home Bakery, Bolsa 800 g, entre otras.

Es importante señalar que la duración aproximada de este tipo de panes es de 6 meses garantizados sin descongelamiento del producto. Los ingredientes que componen este tipo de producto son los siguientes: harina, agua, manteca vegetal hidrolizada, mejorador (sal, cloruro de potasio); saborizantes idénticos al natural, ácido ascórbico y enzimas, levadura y mejorantes (harina de malta, ácido ascórbico y enzimas), elementos que le entregan las características organolépticas una vez horneado el pan (21).

## **6.1 VENTAJAS**

Entre las principales ventajas del pan pre-horneado destacan:

- 1) Disponibilidad de pan caliente para el cliente (21)
- 2) Ausencia de devoluciones por pan duro (21)
- 3) Amplia gama de tipos de pan, ahorro de tiempo y mano de obra y la posibilidad de un stock mayor (21).
- 4) Los puntos de venta de pan no se ven obligados a invertir en tanta maquinaria, ya que el producto les llega a su local semi-terminado (22).
- 5) Gran fuente de creación de empleos ante la gran cantidad de puntos de venta de pan que se han abierto en los últimos años (22).
- 6) El producto ofrecido es bastante más homogéneo porque las empresas proveedoras de pan congelado tienen estrictas normas de calidad e higiene. Lo que es fundamental para la obtención de productos inocuos, por ejemplo Breden Master, producto líder del mercado es elaborado según lo establecido en: HACCP Codex Alimentarius (CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003). NCh 2861 of. 2004.
- 7) Al estar congelado es posible adaptar la oferta más fácilmente según la demanda (22).
- 8) Las proyecciones indican que crecerá el número de personas que comprarán pan congelado pre-horneado para terminar de prepararlo en sus propias casas cuando lo requieran (22).

## **6.2 DESVENTAJAS**

Entre las principales desventajas del pan pre-horneado destacan:

1) Se presenta un volumen menor, un envejecimiento más rápido, y un pan menos crujiente. Por ello, resulta primordial seleccionar materias primas de calidad e incrementar el control sobre las mismas, para que éstos resultados puedan ser mejorados y optimizados. Una de las soluciones a lo anterior es que la harina debe ser más fuerte (con mayor contenido de gluten). Por lo tanto, la elaboración deberá ser distinta a la del pan convencional. Y si la harina es más fuerte, la cantidad de agua debe ser superior. Además de ello, requerirá mayor tiempo de amasado y fase de reposo (22).

2) La temperatura de congelación debe ser de  $-18^{\circ}\text{C}$ , y se puede utilizar tanto nitrógeno líquido como frío mecánico, lo que garantizará un almacenamiento de hasta tres meses. Lo anterior aumenta los costos de almacenamiento y por lo tanto podría aumentar el precio final (23).

3) Por otra parte, en relación a los costos existe una diferencia significativa entre pan fresco y pan pre-horneado, ya que su costo es el doble que el pan elaborado para consumo inmediato (cálculo generado por Fechipan con datos de ODEPA, 2010).

## **7. PROCESO DE CONGELACION /PAN PRE-HORNEADO**

Según el RSA (artículo 186), los “alimentos congelados son aquellos, naturales o elaborados, que han sido sometidos, mediante un equipo apropiado, a un proceso térmico hasta que el producto alcance una temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$  en el centro térmico”. “Para reducir al mínimo la actividad microbiológica, los alimentos pre cocidos destinados a la congelación rápida, deberán enfriarse lo más rápidamente posible en aparatos adecuados y someterse de inmediato al proceso de congelación. Cuando ello no sea posible el alimento deberá conservarse a una temperatura superior a los  $60^{\circ}\text{C}$  medido en el punto más frío del

producto hasta que pueda efectuarse el enfriamiento y la subsiguiente congelación rápida” (artículo 187, RSA) (6).

Cuando la congelación y el almacenamiento se realizan de forma adecuada, las características organolépticas y el valor nutritivo del alimento se mantienen en el transcurso del tiempo, por un período de hasta 12 meses, lo que implica una ventaja importante. Además, los alimentos congelados proporcionan una mayor seguridad e inocuidad y previenen la aparición de ciertos parásitos, siendo un método muy económico y eficiente (24,25).

La calidad que ofrecen los productos alimenticios congelados suele ser una consecuencia directa de una serie de factores, entre los que cabe destacar dos: la velocidad del proceso de congelación y el tamaño de los cristales formados en la matriz alimentaria (24).

Los alimentos al ser congelados, aumentan su volumen debido a la menor densidad del agua congelada en relación al agua líquida (25).

En general, el proceso de congelación puede dividirse en tres etapas: 1) Pre enfriamiento: En este período el alimento se enfría desde su temperatura inicial, que generalmente es mayor a 0°C, hasta la temperatura de comienzo de cambio de fase. 2) Cambio de fase: Este período está caracterizado por la nucleación y el crecimiento de cristales de hielo; la congelación del agua no se produce a 0°C, sino que el cambio de fase comienza a una temperatura menor a esta. 3) Atemperado o enfriamiento posterior: Esta última etapa consiste en enfriar el alimento ya congelado hasta la temperatura final (-10 y -18°C) (26).

Cuando la congelación es rápida existen muchos puntos donde empieza la formación de hielo en el alimento, es decir, se produce una gran nucleación y los cristales de hielo que se forman serán de tamaño pequeño y los tejidos del alimento quedarán poco afectados. Por el contrario, si la congelación es lenta se produce poca nucleación y los pocos cristales de hielo extracelular formados crecen con el tiempo. Esto promueve la formación de cristales de gran tamaño que pueden causar daño físico a las células del alimento y afectar la calidad del producto congelado (27).

En relación a las desventajas del proceso de congelación se encuentran la posibilidad de modificación del sabor del alimento y/o de sus cualidades organolépticas; esto depende también del tipo de producto alimenticio. Por otra parte, una vez descongelado, el alimento ya no puede volver a ser congelado, lo que puede incrementar ciertas pérdidas de productos (24,25).

En relación a la fase de congelado del pan es importante señalar cuáles son sus distintas etapas y cómo se realiza. Primero se debe partir por la fase de enfriamiento que se realiza a 18°C en un entorno de humedad elevada, que facilite que el pan mantenga un nivel adecuado de agua y no quede rígido. Además, para evitar el descascarillado, se debe procurar que el enfriamiento sea lento y gradual. La temperatura de congelación debe ser -18°C. La estructura del gluten necesita ser lo suficientemente fuerte para sobrevivir a los daños relacionados con la congelación. En relación a la levadura, existen dos opciones para el proceso de masa congelada: levadura fresca y levadura diseñada especialmente para panadería congelada. En relación a los acondicionadores de masa, éstos se deben ocupar para reforzar la estructura del gluten. Cuando se utiliza el método de masa congelada, el amasado debe ser intensivo, ya que conduce automáticamente a una masa más fuerte que

tiene buena retención de gas y no se hunde durante la descongelación. La consistencia de la masa debe ser lo suficientemente firme como para limitar el movimiento de agua. Con el fin de evitar el inicio de la producción de gas, la primera fermentación debe ser muy corta, ya que es muy poca la actividad de fermentación que ocurrirá debido a la baja temperatura de la masa. Por último, se debe realizar el proceso de congelación. Este paso se debe realizar inmediatamente después del formado para evitar la producción excesiva de gas. Es importante que se enfríe la masa lo más rápido posible para minimizar el tamaño de los cristales de hielo (28).

## **8. CALIDAD NUTRICIONAL Y SALUDABLE DEL PAN**

El pan como producto final contiene entre un 30 a 35% de agua, 55% de hidratos de carbono, 7 a 8% de proteínas y 1 a 2% de lípidos; el constituyente glucosídico principal es el almidón gelatinizado e hidrolizado en dextrinas fácilmente degradables por el organismo. El contenido de fibra dietética depende del grado de extracción de la harina; el pan integral, por ejemplo, posee un alto grado de extracción de la harina (90 a 98%), por lo tanto es mucho más rico en fibra. A diferencia del pan con harina refinada, se observa una reducción aproximada de un 15% del valor proteico, debido a las altas temperaturas que se utilizan para la formación del pan, lo que hace reaccionar a la lisina con los azúcares reductores formando compuestos que convierten el aminoácido en una forma inutilizable por el organismo (reacción de Maillard). Sin embargo, la mayoría de las vitaminas de la harina no se ven afectadas en el proceso de panificación, lo que implica una ventaja importante en términos nutricionales. Los hidratos de carbono complejos en forma de almidón constituyen el mayor componente nutricional del pan, representando el 50% de su

composición total; su contenido en proteínas es moderado (8%) y el aminoácido limitante es la lisina. Los principales minerales son el hierro, fósforo, magnesio, calcio, zinc, sodio y potasio y en relación a sus vitaminas las que se encuentran en mayor cantidad son las del complejo B (29).

Es importante destacar que el consumo de pan y sus derivados, trae consigo una rápida elevación de la glicemia en sangre, debido al alto índice glicémico (IG) que posee dicho alimento y que al reaccionar con proteínas forma compuestos del tipo Maillard (azúcares dobles como la maltosa y la sacarosa), que son altamente oxidantes (30).

Frente al aumento de la glucosa, aumenta la secreción de insulina y esto estimula la captación periférica de glucosa, especialmente en tejido adiposo y músculo e inhibe la salida de glucosa desde el hígado. Cuando se produce alteración en la célula Beta del páncreas y en la captación de glucosa en los tejidos periféricos, aparece la intolerancia a la glucosa y por tanto el riesgo a desarrollar Diabetes Mellitus tipo 2. Lo anterior es bastante perjudicial para las células y por tanto para el organismo. Tener glicemias elevadas mantenidas en el tiempo constituye una causa importante para el desarrollo de Enfermedades No Transmisibles (ENT) (31).

Según la OMS, tanto los países desarrollados como los que están en vías de desarrollo presentan elevadas tasas de prevalencia de ENT, tales como patologías cardiovasculares, hipertensión arterial, cáncer, obesidad y diabetes. En este escenario, los alimentos de alto IG, como el pan, representan un riesgo para el desarrollo de obesidad y diabetes y, de manera indirecta, para las enfermedades cardiovasculares (ECV).

Actualmente en Chile, las ENT son la principal causa de muerte con 27,1% el año 2011. Éstas han presentado un aumento sostenido en el tiempo, por el tipo de alimentación

actual que tiene la población chilena. Entre las ENT más prevalentes destaca la hipertensión arterial, diabetes mellitus y dislipidemia (32).

## **9. HARINAS ALTERNATIVAS**

El término harina compuesta se refiere a cualquier mezcla de dos o más harinas de cereales; leguminosas o tubérculos con diferentes fines (33).

Se ha demostrado que la sustitución parcial de harina de trigo por las de yuca, arroz, maíz, sorgo, leguminosa y otros, desde el punto de vista tecnológico, “podría tener características comparables a las del pan elaborado con 100% harinas de trigo” (16).

Los productos de panificación elaborados con una mezcla de harina de trigo y otras harinas integrales o granos parcialmente molidos producen una disminución del índice glicémico a valores de 65% hasta 48%. Estos resultados podrían explicarse debido a que un tipo de Almidón Resistente (AR) se encuentra en semillas parcialmente molidas y granos enteros. Es destacable que algunos estudios demuestran que la estructura de la matriz entera y de los gránulos de almidón podría explicar las menores respuestas glicémicas e insulinémicas postprandiales de los panes de centeno en comparación a los de trigo. En este mismo sentido, los autores relacionaron la estructura de la matriz entera y de los gránulos de almidón con las menores velocidades de hidrólisis *in vitro* del almidón (30).

Las harinas de leguminosa corresponden a las especies pertenecientes a la familia Fabaceae o Leguminosae, cuya utilidad primaria reside en las semillas. Entre las leguminosas más consumidas están los garbanzos, lentejas, porotos y habas (34).

Es importante señalar que los garbanzos son considerados una buena fuente de proteínas debido a su alta concentración de triptófano libre. Su empleo en forma de harina

como ingrediente fortificador de harina de trigo, está siendo considerado para el desarrollo de nuevos productos. En relación a lo anterior, la adición de legumbres a productos de panadería mejora su calidad nutricional, debido principalmente al incremento en el contenido y la calidad proteica, ya que su elevado valor biológico es superior al de los cereales por separado, al complementar su perfil aminoacídico limitante en lisina (16).

En relación a los datos nutricionales se señala que, su valor energético está en torno a las 350 kcal/100 g (desde 333 kcal/100 g en las lentejas a los 364 kcal/100 g en los garbanzos) (7). El mayor contenido proteico lo presentan las habas, con 26,12%, mientras que el menor corresponde a los garbanzos, con 19,30%, valores que duplican al que presentan los cereales. El potasio es el mineral que predomina en las legumbres, con valores que oscilan entre 1406 mg/100 g en los porotos y 875 mg/100 g en los garbanzos. La cantidad de fósforo también es destacable, con valores en torno a los 400 mg. Otros minerales importantes son el magnesio, calcio y hierro (7).

Las leguminosas contienen tanto AR1 (almidón físicamente inaccesible), AR2 (almidón no digerible) y AR3 (almidón retrogradado). Con el procesamiento térmico, disminuye el AR1 y el AR2 y se incrementa el AR3. El alto contenido de AR de las leguminosas se explica, al menos parcialmente, porque la tasa de digestión y por tanto la liberación de la glucosa en la sangre es más lenta, resultando en una respuesta glicémica e insulinémica reducida en comparación con los cereales o tubérculos (35,36).

Otro tipo de harina, corresponde a la de quinua (*Chenopodium quinoa*), que pertenece a la familia de las legumbres. Su valor nutricional está relacionado con la cantidad y calidad de las proteínas que posee. La quínoa contiene en promedio 16,2% de proteína, un nivel muy superior al que presenta el trigo, maíz y arroz. Otra característica

que resalta a este grano en comparación a otros granos tradicionales, es el valor biológico de sus proteínas. Producto de la equilibrada composición de aminoácidos esenciales que posee. Como virtudes conexas también se menciona la carencia en grasas y la riqueza en hierro, calcio, fósforo, fibra dietética y vitamina E, a diferencia de otros cereales y legumbres (37).

En resumen, existe una fuerte evidencia de que el pan es uno de los alimentos más consumidos por las personas en Chile, por lo tanto es fundamental mejorar su calidad nutricional, considerando el perfil epidemiológico actual. Por otra parte, la venta del pan pre-horneado congelado, está aumentando considerablemente en el mercado producto de las múltiples ventajas que presenta. Es por ello que elaborar un producto de este tipo, con un alto porcentaje de una harina que presente mayores propiedades saludables y nutricionales que la harina de trigo y que la sustituya en más del 50%, se convierte en una alternativa que en el mediano plazo podría ser masificada y convertirse en una estrategia sanitaria a nivel de Estado, tomando en cuenta que el pan, debido a su elevado consumo, representa un vehículo importante para mejorar la calidad nutricional de la dieta actual de los chilenos.

## **OBJETIVO GENERAL**

Formular y evaluar el nivel de aceptabilidad de los parámetros organolépticos de pan pre-horneado congelado, elaborado con la incorporación de distintas mezclas de harinas, que sustituyan la harina de trigo, en más del 50%.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- 1) Seleccionar distintos tipos de harinas que sustituyan en más del 50%, la harina de trigo en la elaboración de pan, sin afectar la calidad organoléptica del pan tradicional.
- 2) Formular y elaborar pan pre-horneado congelado, con distintos tipos de harinas, que permitan la obtención de una composición nutricional y saludable superior al pan elaborado con 100% de harina de trigo.
- 3) Seleccionar los panes pre-horneados, que mantendrán, la mayor parte de las características organolépticas del pan elaborado con 100% de harina de trigo.
- 4) Evaluar el efecto del tiempo de congelamiento del pan pre-horneado elaborado con diversos tipos de harinas sobre sus parámetros organolépticos y su nivel de aceptabilidad.

## **METODOLOGIA**

### **Tipo de estudio**

Estudio cuali-cuantitativo, de corte transversal, descriptivo.

### **Tratamientos**

Se elaboraron dos tipos de panes:

**-Pan Control:** Pan tipo Amasado se elaboró con 100% harina de trigo.

**-Pan de Prueba:** Pan tipo Amasado se elaboró con una harina alternativa y harina de trigo a fines de sustituir esta última en un porcentaje mayor a 50%.

### **Selección de los ingredientes**

Las materias primas se obtuvieron en el comercio local, y se seleccionaron de acuerdo a los criterios indicados en el Reglamento Sanitario de los Alimentos y Norma NCh 1237-2000 para las harinas de trigo. Los principales ingredientes empleados en la formulación de la masa panadera fueron:

**-Pan Control:** Harina Refinada Selecta; Leche Soprole; Materia grasa: Manteca Crucina; Levadura fresca Lefersa; Sal Lobos; Azúcar Iansa (Información Nutricional en detalle en Anexo 1).

**-Pan de Prueba:** Adicionalmente se utilizó harina de trigo de forma parcial, más una harina alternativa: garbanzo, lupina, centeno, quínoa desaponificada y avena (Información Nutricional en detalle en Anexo 1).

El proceso se realizó en 4 etapas: **Formulación del pan, selección del pan, evaluación sensorial, y análisis estadísticos.**

#### **1) Formulación**

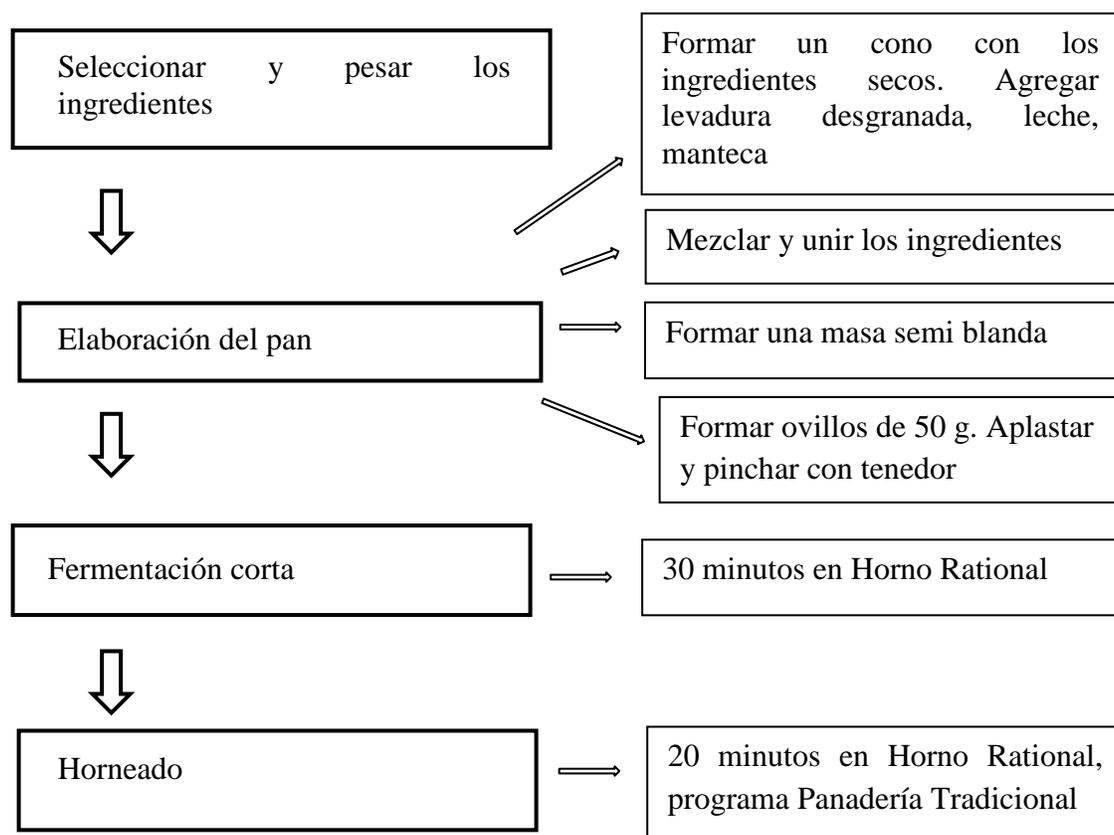
##### **a) Pan control horneado**

El **pan control** se elaboró en base a la siguiente receta:

Tabla 1. Formulación inicial de pan tipo amasado

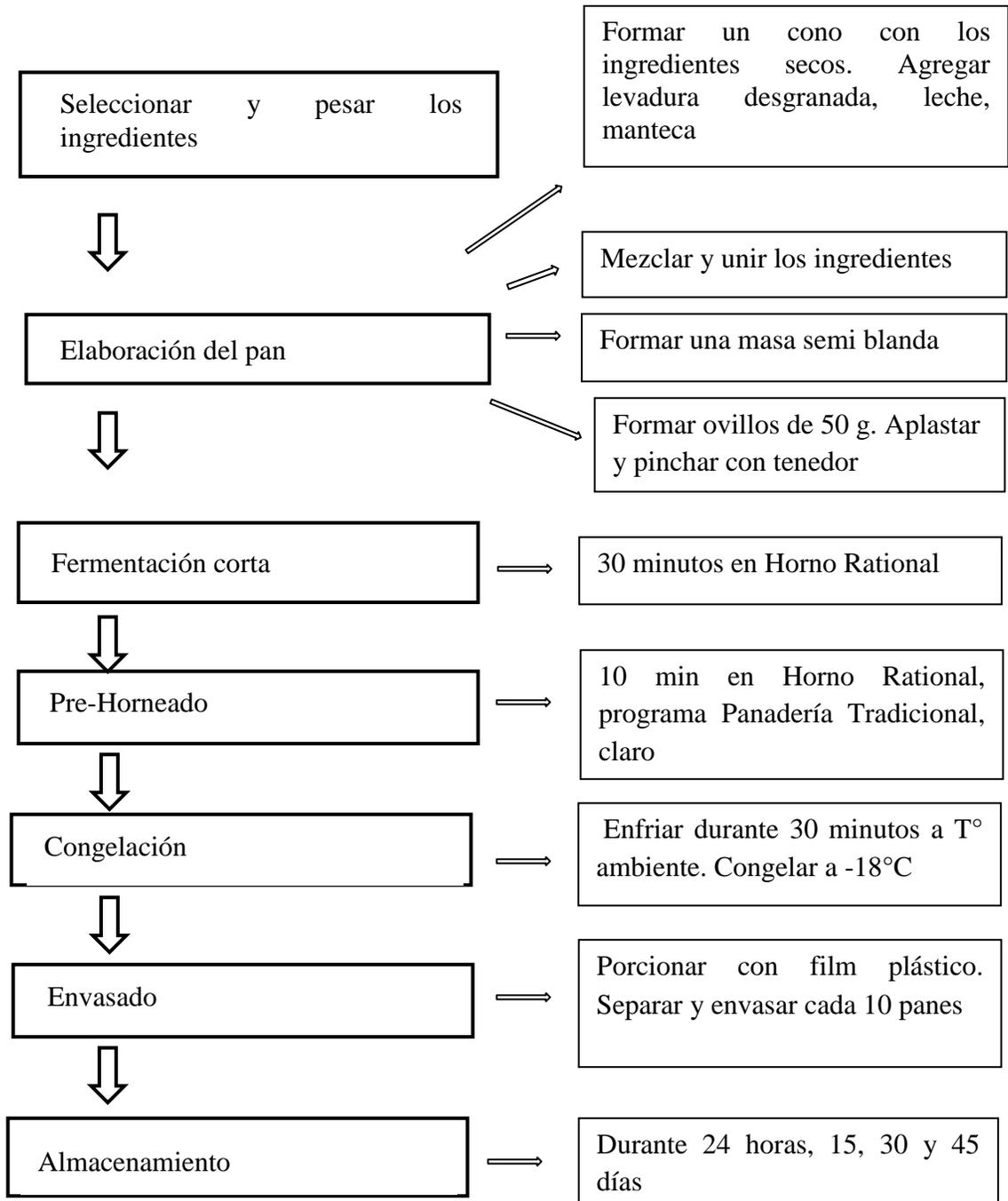
Ingredientes	Cantidad	Unidad
Harina refinada (Selecta)	1	kg
Leche (Soprole)	500	cc
Manteca (Crucina)	200	g
Levadura fresca (Lefersa)	30	g
Sal (Lobos)	20	g
Azúcar (Iansa)	20	g

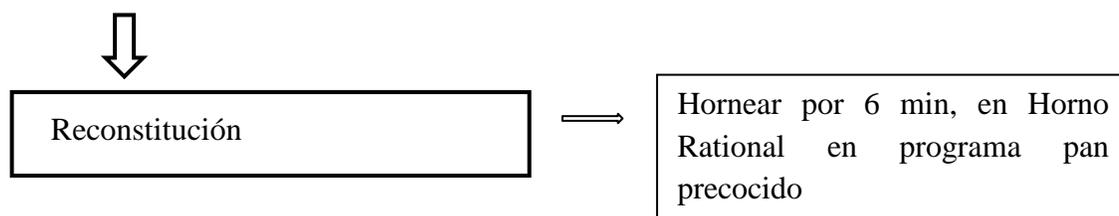
- ETAPAS DE LA ELABORACION DEL PAN CONTROL HORNEADO



*Diagrama de flujo: Elaboración pan control horneado, con 100% harina de trigo*

Definida la formulación y elaboración del Pan Control se evaluó la factibilidad de que este sea congelado. Para ello se consideraron las siguientes etapas: Formulación y elaboración del pan utilizando los mismos ingredientes usados para la formulación del pan control horneado; Proceso de congelación; Almacenamiento y Reconstitución.





*Diagrama de flujo: Elaboración pan control pre horneado congelado.*

### **Proceso de congelación**

En relación a la fase de congelado del pan; esta se inició por la fase de enfriamiento que se realizó a temperatura ambiente durante 30 minutos, para facilitar que el pan mantenga un nivel adecuado de humedad y no quede rígido. Para ello el pan fue horneado en Horno Rational a 220°C por 6 min, y una vez retirado del horno se enfrió lenta y gradualmente, y posteriormente se almacenó en el congelador.

### **Almacenamiento**

Una vez congelados, cada bollo de pan de 50 g se almacenó en cámaras de congelación a -18°C; los panes se agruparon en grupos de 10 panes, y se separaron con un film plástico para evitar que se toquen entre sí. Posteriormente, se envasaron y almacenaron en bandejas de plásticos.

### **Reconstitución**

El pan se descongeló por 30 minutos en una bandeja a temperatura ambiente y se horneó por 12 minutos en Horno Rational utilizando el programa de pan precocido, modo claro.

## **b) Pan de prueba horneado**

El **pan de prueba** se elaboró en distintas fases, se utilizó harina de trigo de forma parcial, más una harina alternativa (harina de leguminosas, lupino, centeno, trigo, quínoa y avena); para ello se realizó una primera selección de acuerdo a la calidad nutricional de cada una de ellas, escogiendo sólo 4.

Se propuso reemplazar en más de un 50% la harina de trigo por aquellas nuevas harinas que se incorporaron.

Se elaboraron muestras de pan de 50 g cada uno, siguiendo el mismo flujograma de elaboración del pan control.

Dependiendo del comportamiento de la masa se incorporó más o menos porcentaje de harina alternativa adicionándolas según los siguientes patrones de referencia de composiciones porcentuales de harina de trigo: harina alternativa: 20: 80 30:70, 40:60 y 50:50.

## **2) Selección de los panes de prueba**

Se realizaron pruebas preliminares a pequeña escala, que se evaluaron por un panel de 4 evaluadores (el cual estuvo constituido por la Directora, Co- Directora de Tesis y las Tesistas) que establecieron los porcentajes óptimos de harina de trigo y de las 3 harinas alternativas seleccionadas. Los parámetros evaluados fueron: Tiempo de horneado; Consistencia y características de la masa; Cohesión de la masa; Peso; Altura; Vida útil. Además, se evaluó:

- Calidad organoléptica: Los parámetros evaluados fueron: apariencia, color de la miga y corteza, sabor, olor, forma, textura de la miga y corteza (crocancia).

-Calidad nutricional. Parámetros de calidad nutricional: densidad energética; relación grasa-energía (G%); relación proteína-energía (P%).

-Información Nutricional: datos obtenidos por el fabricante y tabla de composición química de los alimentos chilena (7), detalle de las materias primas en anexo 1.

-Calidad saludable. Parámetros de calidad saludables: relación AGS: AGMI: AGPI.

De las muestras obtenidas, se escogieron sólo 3, más el pan control, los que finalmente se evaluaron por el panel no entrenado compuesto por 25 personas.

Para la elaboración de los productos se utilizaron las instalaciones e implementos del CENUVAL, ubicado en las dependencias de la Facultad de Farmacia, de la Universidad de Valparaíso, Región de Valparaíso.

### **3) Evaluación sensorial**

En la tercera etapa, se valoró el nivel de aceptabilidad del pan empleando un test de preferencia subjetivo. La evaluación se realizó mediante el test de escala hedónica de 7 puntos, considerando el valor de 5 como aceptable (Anexo 2).

El protocolo experimental fue previamente aprobado por el Comité de Bioética de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso.

-Selección del panel: el panel estuvo constituido por 25 jueces no entrenados; con edades que fluctuaban entre 25 y 60 años, y que residían en la Región de Valparaíso. Previamente, los evaluadores debieron firmar el consentimiento informado.

Del total de evaluadores: 13 (52%) eran hombres y 12 (48%) mujeres.

Los integrantes del panel debieron cumplir con los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

<b>CRITERIOS DE INCLUSION</b>	<b>CRITERIOS DE EXCLUSION</b>
El panelista debe consumir pan blanco	Intolerancia al gluten
Adultos entre 25-60 años	Intolerancia a la lactosa
Saber leer y escribir	Presencia de patología gastrointestinal
Vivir en la Región de Valparaíso	

Previo a realizar la degustación, se aplicó un cuestionario de caracterización del panel no entrenado (Anexo 3). El instrumento fue estructurado en base a preguntas cerradas, para recabar información acerca del consumo de pan horneado y pre- horneado congelado, lugar de procedencia, si es intolerante al gluten y/o celiaco, y si es intolerante a la lactosa.

Se contó con un panel cautivo de 25 personas, las cuales debieron asistir durante 4 veces a evaluar el pan de prueba y el pan control. Los tiempos de evaluación fueron: 1) Día 0; 2) Día 15; 3) Día 30 y 4) Día 45. El pan del día 0, correspondió al pan horneado; mientras que los panes del día 15, 30 y 45 fueron sometidos a congelación durante los tiempos indicados anteriormente. Cada panelista recibió una muestra constituida por una porción de 50 g de los tres tipos de panes seleccionados más el control, junto con la encuesta de evaluación sensorial (Anexo 2), que describió cada una de las características que posee el pan tradicional (sabor, textura, color, olor, apariencia, forma y aceptabilidad general). Cada juez le asignó a cada característica un valor de puntaje, siendo 1 me disgusta extremadamente, 2 me disgusta mucho, 3 me disgusta ligeramente, 4 ni me gusta ni me disgusta, 5 me gusta un poco, 6 me gusta mucho, 7 me gusta extremadamente.

En cada etapa las muestras se descongelaron durante 30 minutos a temperatura ambiente para posteriormente ser horneadas, en Horno Rational, programa Panadería tradicional en modo claro y evaluadas por el panel, en las dependencias de la Facultad de Farmacia, de la Universidad de Valparaíso.

En la última evaluación, el panel recibió además una encuesta de aceptación (Anexo 4).

### **1) ANALISIS ESTADISTICOS**

Los datos obtenidos en la encuesta se tabularon y analizaron en una base de datos creada en el Programa Excel de Microsoft Office.

Se consideró como aceptable un promedio superior a 5.

Los resultados se expresaron como promedio  $\pm$  DE. Estos se analizaron por ANOVA y el test de Duncan para analizar las diferencias entre los panes de pruebas evaluados en cada etapa (0, 15, 30 y 45 días); se consideró una significancia de  $p < 0,05$ .

## **RESULTADOS**

### **RESULTADOS PRUEBAS PRELIMINARES**

En primer lugar, se realizaron pruebas con distintas mezclas de harinas alternativas con harina de trigo y en distintas porcentajes (harina de trigo: harina alternativa: 20: 80 30:70, 40:60 y 50:50).

Las mezclas realizadas por sobre el 55% no lograron cohesionar o requirieron mayor cantidad de otros ingredientes para mejorar sus características por lo que estas preparaciones, fueron descartadas en el proceso mismo de la elaboración, sin pasar a la etapa de horneado.

Las harinas utilizadas fueron las siguientes: harina de lupino, centeno, avena, quinoa y garbanzo. Siendo estas tres últimas seleccionadas por su capacidad de fusionarse con la harina de trigo, por la calidad organoléptica del pan resultante y por su mejor calidad nutricional.

A continuación se explica detalladamente el comportamiento de las tres mezclas seleccionadas.

<b>Tabla 1. Parámetros de selección pruebas preliminares</b>					
<b>Comportamiento de la masa</b>					
<b>Harinas</b>	<b>Lupino/ Trigo</b>	<b>Centeno/ Trigo</b>	<b>Avena/ Trigo</b>	<b>Quinoa/ Trigo</b>	<b>Garbanzo/ Trigo</b>
<b>Mezcla (%)</b>	40/60	54/46	52/48	50/50	52/48
<b>Consistencia</b>	Dura, poco esponjosa	Blanda, típica, bien esponjosa	Blanda, típica, bien esponjosa	Blanda, compacta, ligeramente esponjosa	Blanda, compacta, ligeramente esponjosa
<b>Características de la masa</b>	45 min	15 min	15 min	30 min	15 min

<b>(tiempo de cohesión)</b>					
<b>Peso:</b>					
<b>Total</b>	650 g	750 g	750 g	750 g	750 g
<b>Peso Unitario</b>	50 g ± 0,2	50 g ± 0,2	50 g ± 0,2	50 g ± 0,2	50 g ± 0,2 cm
<b>Pan Horneado</b>	cm	cm	cm	cm	cm
<b>Rendimiento</b>	13 unidades	15 unidades	15 unidades	15 unidades	15 unidades
<b>Altura una vez horneado</b>	2,5±0,5 cm	3,0±0,5 cm	3,0±0,5 cm	2,5±0,5 cm	2,5±0,5 cm
<b>Vida útil</b>	1 días	4 días	4 días	2 días	3 días
<b>Calidad organoléptica</b>					
Apariencia	Uniforme, densa, deforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme
Color:					
Miga	Marrón suave	Marrón suave	Blanco grisáceo	Blanco grisáceo	Amarillenta Pardeada
Corteza	Dorada	Marrón	Marrón	Marrón pálido	Mate
Sabor	Muy fuerte, amargo, agrio	Suave, característico	Suave, característico	Fuerte, típico propio de la harina	Suave, característico de la leguminosa
Olor	Muy intenso, alterado, rancio	Suave, característico, típico, natural y equilibrado	Suave, característico, típico, leve olor a levadura	Muy intenso, característico, típico, leve olor propio de la harina	Intenso, característico, leve olor propio de la harina
Textura de la miga y corteza (crocancia)	Miga agrietada, abierta, irregular	Poros pequeños, corteza firme, compacta	Poros pequeños, corteza firme, compacta	Grumosa, corteza crujiente	Plana, corteza crujiente

Como se aprecia en la Tabla 1, el pan de lupino se logró cohesionar a un menor porcentaje respecto a las otras preparaciones que toleraron más del 50% al combinarla con harina de trigo. Esto dió como resultado una materia prima final dura, poco esponjosa, de

sabor muy fuerte, de textura agrietada, abierta e irregular tanto de la miga como de la corteza.

Además de un menor rendimiento total, respecto a las otras mezclas que en promedio rindieron 15 unidades.

La vida útil del pan se consideró como aquel período de tiempo en el cual no se produce la alteración de las características sensoriales, y como se observa en la Tabla 1, el pan de lupino no conservó dichas características, dado que su vida útil fue sólo 1 día.

El pan de lupino no cumple con más de 3 criterios de pre-selección tanto para el comportamiento de la masa y características organolépticas, razón por la cual se descartó en los ensayos preliminares.

A partir de la selección se expone el detalle de los 4 panes preseleccionados. En la Tabla 2 se indica los gramajes utilizados en la preparación de cada muestra de pan y en la Tabla 3 se muestra los parámetros de selección pruebas preliminares, para evaluación nutricional, información nutricional y calidad saludable.

<b>Tabla 2. Gramajes utilizados en la preparación de cada muestra de pan</b>					
	<b>Trigo</b>	<b>Trigo/ Centeno</b>	<b>Trigo/ Avena</b>	<b>Trigo/ Garbanzo</b>	<b>Trigo/ Quínoa</b>
<b>Harina de trigo/ Harina alternativa (g)</b>	470	216/254	225/245	225/245	235/235
<b>Leche (cc)</b>	200	200	200	220	250
<b>Manteca (g)</b>	55	55	55	55	55
<b>Levadura (g)</b>	38	38	38	38	38
<b>Azúcar (g)</b>	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
<b>Sal (g)</b>	5	5	5	5	5

<b>Tabla 3. Parámetros de selección pruebas preliminares</b>					
<b>Calidad nutricional</b>					
<b>Harinas</b>	<b>Trigo</b>	<b>Centeno/ Trigo</b>	<b>Avena/ Trigo</b>	<b>Quínoa/ Trigo</b>	<b>Garbanzo/ Trigo</b>
<b>Mezcla (%)</b>	100	54/46	52/48	50/50	52/48
<b>Densidad energética (kcal/g)</b>	3,04	3,00	3,11	2,70	3,05
<b>Relación Grasa-Energía (G%)</b>	27,5	26,9	32,8	34,1	30,2
<b>Relación Proteínas-Energía (P%)</b>	7,8	8,1	9,1	11,1	12,0
<b>Información Nutricional</b>					
<b>Porción: Unidades de 50 g</b>					
	Trigo	Trigo/ Centeno	Trigo/Avena	Trigo/ Garbanzo	Trigo/Quínoa
Energía (kcal)	152,07	150,00	155,99	134,79	152,40
Proteínas (g)	2,95	3,02	3,54	3,74	4,59
Grasa total (g)	4,65	4,48	5,69	5,11	5,11
Carbohidratos disponibles (g)	25,23	25,06	13,20	9,02	22,47
Fibra Dietética Total (g)	1,33	1,81	2,2	2,04	0,85
Sodio (mg)	277,77	205,56	206,29	207,23	208,98
<b>Calidad saludable</b>					
<b>Relación AGS: AGMI: AGPI</b>					
Trigo: 2,02:1,6:0,56			Trigo/Garbanzo: 2,27:1,72:0,59		
Trigo/Centeno:2,07:1,65:0,57			Trigo/Quínoa:2,34:1,90:0,59		
Trigo/Avena: 2,24:2,17:1,09					

Al comparar el Pan de Centeno con los otros panes se puede apreciar que toleró mayor porcentaje de mezcla (54%, versus 51,3% el promedio total de las 3 muestras restantes), tal como se muestra en la Tabla 2. Sin embargo, al realizar la comparación de los aspectos nutricionales (Tabla 3), tales como calidad saludable, nutricional e información nutricional, se observa menor porcentaje de proteína (aunque superior al calculado para el pan control), mayor cantidad de hidratos de carbono (25,06 g, versus 13,2 y 9,02 g para el pan de avena y garbanzo, respectivamente).

Si bien el pan de Quínoa presenta un contenido similar de hidratos de carbono al pan de Centeno, este fue seleccionado, por su alto contenido proteico de alto valor biológico (4,59 g, versus 3,02 g del pan centeno).

Se observa mayor contenido de fibra dietética total en el pan de avena (2,2 g), seguido por el pan de garbanzo (2,04 g), pan de centeno (1,81 g) y finalmente el pan de quínoa (0,85 g). El menor contenido de fibra total del Pan de Quínoa podría estar relacionada con que esta era desaponificada, por lo que parte de su contenido total se podría haber perdido en el proceso de molienda.

Con respecto al sodio, no se aprecian diferencias significativas entre el pan de centeno, avena, garbanzo y quínoa, con un promedio de 207 mg. Sin embargo, al compararlo con el pan control, se aprecia una reducción del contenido de sodio total de aproximadamente 71 mg.

En relación al parámetro de calidad saludable, indicados en la Tabla 3, no se aprecian diferencias significativas entre el pan de centeno, garbanzo y quínoa. Sin embargo

el perfil de ácidos grasos del pan de avena fue superior en Ácidos Grasos Monoinsaturados y Poliinsaturados, respecto a los otros panes (2,24:2,17:1,09).

En la Tabla 4, se explica detalladamente el comportamiento de las tres mezclas seleccionadas.

<b>Tabla 4. Tabla comparativa comportamiento de panes seleccionados</b>			
<b>Proceso de Horneado</b>			
<b>Características</b>	<b>Garbanzo/Trigo</b>	<b>Avena/Trigo</b>	<b>Quinoa/Trigo</b>
Tiempo de fermentación	Programa corto durante 30 minutos.	Programa corto durante 30 minutos	Programa corto durante 30 minutos
Programa horneado	Panadería tradicional en modo claro	Panadería tradicional en modo claro	Panadería tradicional en modo claro
Tiempo de horneado	12 min	12 min	12 min
<b>Proceso de pre-horneado congelado</b>			
Tiempo pre-horneado	6 min	7 min	7 min
Tiempo de enfriamiento a T° ambiente	30 min	30 min	30 min
<b>Reconstitución del pan pre-horneado congelado</b>			
Fase 1: T° ambiente	30 min	30 min	30 min
Fase 2: Tiempo de reconstitución en Horno Rational	6 min	13 min	12 min
Proceso de reconstitución	Programa retermalizado	Pan precocido en modo semi claro	Pan precocido en modo claro

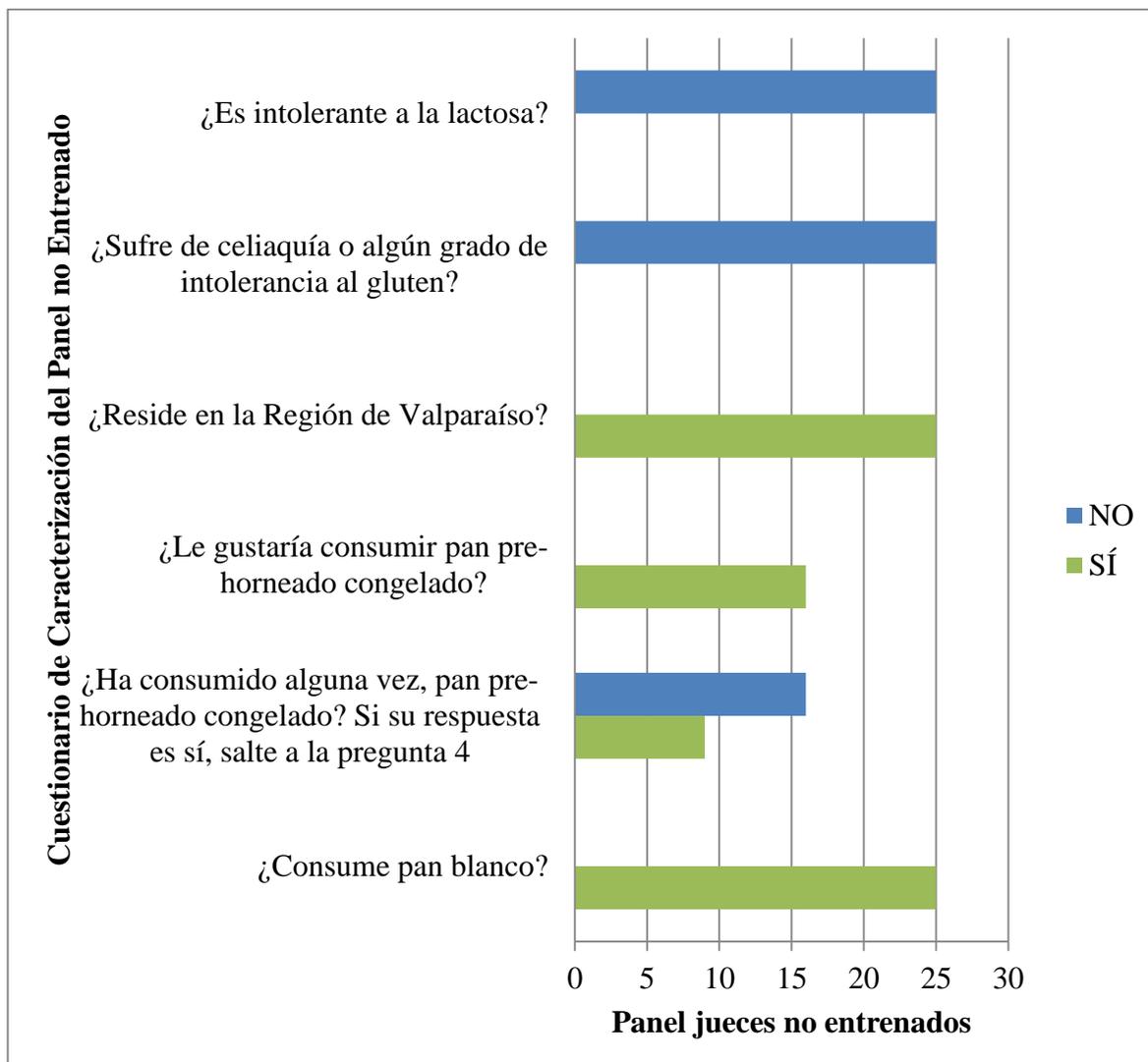
Tal como se aprecia en la Tabla 4, en el proceso de elaboración del pan (señalado en el Anexo 5) no muestra diferencias en el proceso de horneado para los 3 panes de prueba.

El tiempo de pre-horneado para el pan de garbanzo fue de 6 min, en comparación con el pan de avena y quínoa que tardaron 7 min.

El proceso de reconstitución para el pan de garbanzo fue en programa de retermalización con una duración de 6 minutos en Horno Rational, en contraste con el pan de avena que fue realizado en programa Pan precocido en modo semi claro, y el de quínoa en programa Pan precocido en modo claro con una duración de 13 y 12 minutos, respectivamente.

### **CARACTERIZACION DEL PANEL NO ENTRENADO**

En la Figura 1, se señala el cuestionario realizado al panel no entrenado al comienzo de las pruebas sensoriales.



**Figura 1. Cuestionario de Caracterización del panel no entrenado**

Tal como se observa en la Figura 1, el cuestionario de caracterización del panel no entrenado, recabó información acerca del consumo de pan horneado y pre-horneado congelado, lugar de procedencia, si sufre de algún trastorno digestivo, si es intolerante al gluten y/o celiaco, y si es intolerante a la lactosa.

Ninguno de los encuestados presentaba algún grado de intolerancia a la lactosa o al gluten.

El 100% de los evaluadores consumía pan blanco; y sólo el 36% de los encuestados había consumido pan pre-horneado congelado.

De los 16 evaluadores que respondieron que no habían consumido pan pre-horneado congelado, el 100% estuvo dispuesto a consumirlo alguna vez.

## ANALISIS PRUEBAS SENSORIALES

En cuanto a los resultados obtenidos por el panel para los parámetros sensoriales: color, sabor, textura, olor, apariencia/forma, y aspecto general. Se consideró como aceptable un promedio superior a 5, durante las 4 fases de tiempo de almacenamiento (0, 15, 30 y 45 días) y para los 4 tipos de panes elaborados.

En la Tabla 5 se muestra la evaluación del parámetro color en los 4 tipos de panes y en los 4 tiempos analizados

<b>Tabla 5. PARAMETRO COLOR</b>				
<b>Tiempo (días)</b>	<b>Control</b>	<b>Avena</b>	<b>Garbanzo</b>	<b>Quínoa</b>
<b>0</b>	5,24±1,16 a, B	5,76±1,20 a, A	5,80±1,32 a, A	4,40±0,58 b, C
<b>15</b>	6,08±0,76 a, A	5,88±0,93 a, A	6,28±0,84 a, A	5,32±0,56 b, B
<b>30</b>	5,92±0,70 a, A	5,88±0,83 a, A	5,72±0,79 a, A	5,72±0,79 b, A
<b>45</b>	5,92±0,95 a, A	5,84±0,85 a, A	5,88±0,88 a, A	5,12±0,33 b, B

n= 25; Promedio±DE

\* Letras minúsculas distintas en la misma fila, indican diferencias significativas (p<0,05).

\*\* Letras mayúsculas distintas en la misma fila, indican diferencias significativas (p<0,05).

Los resultados señalados en la Tabla 5, evidencian que existe una diferencia significativa entre el pan control, avena y garbanzo en comparación con el pan de quínoa que obtuvo el menor puntaje en los 4 tiempos ( $p < 0,05$ ). El puntaje menor del pan de quínoa se obtuvo en el tiempo 0 ( $4,4 \pm 0,58$ ).

En relación a los panes control, avena y garbanzo, la Tabla 5 muestra que no se presenta una diferencia significativa entre ellos ( $p > 0,05$ ).

Con respecto a los tiempos de congelación existe una diferencia significativa del pan control entre el día 0 en comparación con el día 15, 30 y 45 ( $p < 0,05$ ), sin embargo estas diferencias no se demostraron los días 15, 30 y 45 ( $p > 0,05$ ); obteniéndose el menor puntaje en el día 0 para el pan control ( $5,24 \pm 1,16$ ).

Por otra parte es importante mencionar que se encuentran diferencias significativas entre las distintas fases de tiempo en el pan de quínoa ( $p < 0,05$ ), mostrando este último el puntaje más bajo en el día 0 ( $4,4 \pm 0,58$ ).

En el parámetro color, el pan que obtuvo el mejor puntaje fue el de garbanzo en el tiempo de congelación de los 15 días ( $6,28 \pm 0,84$ ).

En la Tabla 6 se señala la evaluación del parámetro sabor en los 4 tipos de panes y en los 4 tiempos analizados.

<b>Tabla 6. PARAMETRO SABOR</b>				
<b>Tiempo (días)</b>	<b>Control</b>	<b>Avena</b>	<b>Garbanzo</b>	<b>Quinoa</b>
<b>0</b>	5,48±1,12 a, B	5,56±1,26 a, A	5,24±1,05 a, B	4,24±0,44 b, C
<b>15</b>	6,12±0,93 a, A	6,12±0,78 a, A	6,12±0,78 a, A	5,48±0,71 b, B
<b>30</b>	6,36±0,76 a, A	5,68±0,80 b, A	5,96±0,84 ab, A	5,16±0,37 c, A
<b>45</b>	5,96±0,79 a, AB	5,88±0,93 a, A	6,08±0,81 a, A	5,16±0,37 b, AB

n= 25; Promedio±DE

\* Letras minúsculas distintas en la misma fila, indican diferencias significativas (p<0,05).

\*\* Letras mayúsculas distintas en la misma fila, indican diferencias significativas (p<0,05).

De acuerdo a los valores indicados en la Tabla 6, se observa una diferencia significativa entre el pan control, de avena y de garbanzo en comparación con el pan de quínoa que obtuvo el menor puntaje en los 4 tiempos (0, 15, 30 y 45 días) (p<0,05). El puntaje menor del pan de quínoa se obtuvo en el tiempo 0 (4,24±0,44).

En relación a las fases de tiempo se puede evidenciar que existen diferencia significativas entre el día 0 en comparación con el día 15, 30 y 45 (p<0,05), en todos los tipos de panes, excepto el pan de avena (p<0,05). Sin embargo, los cuatro tipos de panes obtuvieron el menor puntaje en el tiempo 0.

La Tabla 6 que señala el parámetro sabor muestra que el pan que obtuvo el mejor puntaje fue el control al día 30 del proceso de congelación (6,36±0,76).

En la Tabla 8 se señala la evaluación del parámetro textura en los 4 tipos de panes y en los 4 tiempos analizados

<b>Tabla 8. PARÁMETRO TEXTURA</b>				
<b>Tiempo (días)</b>	<b>Control</b>	<b>Avena</b>	<b>Garbanzo</b>	<b>Quínoa</b>
<b>0</b>	5,80±1,12 a, A	5,76±1,13 a, A	5,68±1,22 a, A	4,32±0,56 b, B
<b>15</b>	6,16±0,85 a, A	6,00±0,82 a, A	6,16±0,85 a, A	5,24±0,52 b, A
<b>30</b>	6,00±0,87 a, A	6,12±0,88 a, A	5,96±0,79 a, A	5,24±0,44 b, A
<b>45</b>	5,92±0,95 a, A	5,92±0,86 a, A	6,04±0,84 a, A	5,12±0,33 b, A

n= 25; Promedio±DE

\* Letras minúsculas distintas en la misma fila, indican diferencias significativas ( $p<0,05$ ).

\*\* Letras mayúsculas distintas en la misma fila, indican diferencias significativas ( $p<0,05$ ).

La Tabla 8 señala que en las 4 fases de tiempo se presenta una diferencia significativa entre pan control, avena, garbanzo en comparación con el pan de quínoa ( $p<0,05$ ), que presenta el menor puntaje en el tiempo 0 (4,32±0,56).

En relación a los tiempos de almacenamiento, existen diferencias entre el día 0 en comparación con el día 15, 30 y 45 ( $p<0,05$ ); obteniéndose el puntaje más bajo en el tiempo 0 para los cuatro tipos de panes; sin embargo esta diferencia fue significativa sólo para el pan de quínoa ( $p<0,05$ ), ya que en los otros panes los valores de textura fueron similares entre los distintos tiempos de exposición ( $p>0,05$ ).

En relación al parámetro textura, tanto el pan control como el pan de garbanzo obtuvieron el mejor puntaje en el día 15 de almacenamiento (6,16±0,85).

En la Tabla 9 se observa la evaluación del parámetro olor en los 4 tipos de panes y en los 4 tiempos analizados.

<b>Tabla 9. PARÁMETRO OLOR</b>				
<b>Tiempo (días)</b>	<b>Control</b>	<b>Avena</b>	<b>Garbanzo</b>	<b>Quínoa</b>
<b>0</b>	5,60±1,26 a, B	5,88±1,09 a, A	5,40±1,04 a, B	4,72±0,79 b, B
<b>15</b>	6,12±0,78 a, A	5,88±0,83 a, A	6,20±0,87 a, A	5,20±0,41 b, A
<b>30</b>	6,28±0,68 a, AB	6,00±0,76 a, A	6,12±0,78 a, A	5,36±0,49 b, A
<b>45</b>	6,20±0,87 a, AB	6,00±0,76 a, A	6,28±0,84 a, A	5,32±0,56 b, A

n= 25; Promedio±DE

\* Letras minúsculas distintas en la misma fila, indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\*\* Letras mayúsculas distintas en la misma fila, indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

Con respecto a los valores del parámetro de Olor señalados en la Tabla 9, se evidencia una diferencia significativa entre el pan control, pan avena y pan garbanzo en comparación con el pan de quínoa ( $p < 0,05$ ), obteniendo este último el menor puntaje en todas las fases de tiempo; los datos indican que el resultado más bajo se obtuvo en el día 0 (4,72±0,79).

En relación a los tiempos de almacenamiento (Tabla 9) se observa una diferencia significativa entre el pan control, pan garbanzo y pan quínoa, entre el día 0 en comparación con el día 15, 30 y 45 ( $p < 0,05$ ), obteniéndose el menor puntaje en dichas muestras durante el tiempo 0, con excepción del pan de avena en el cual no se observaron diferencias significativas entre los 4 tiempos analizados ( $p > 0,05$ ).

Con respecto a los resultados del parámetro olor, se pudo evidenciar que el pan que obtuvo el mejor puntaje fue el pan control en el día 30 de almacenamiento (6,28±0,68).

En la Tabla 10 se señala la evaluación del parámetro apariencia/forma en los 4 tipos de panes y en los 4 tiempos analizados.

<b>Tabla 10. PARÁMETRO APARIENCIA/FORMA</b>				
<b>Tiempo (días)</b>	<b>Control</b>	<b>Avena</b>	<b>Garbanzo</b>	<b>Quínoa</b>
<b>0</b>	5,56±1,12 a, A	5,68±1,14 a, B	5,56±1,19 a, A	4,64±0,91 b, B
<b>15</b>	6,20±0,85 a, A	6,16±0,85 a, A	6,00±0,87 a, A	5,28±0,46 b, A
<b>30</b>	5,80±0,87 a, A	5,52±0,71 a, B	5,80±0,96 a, A	5,16±0,47 b, A
<b>45</b>	5,80±0,95 ab, A	6,40±0,71 a, A	6,16±0,80 a, A	5,20±0,41 b, A

n= 25; Promedio±DE

\* Letras minúsculas distintas en la misma fila, indican diferencias significativas (p<0,05).

\*\* Letras mayúsculas distintas en la misma fila, indican diferencias significativas (p<0,05).

En la Tabla 10 se señalan que los resultados del parámetro de Apariencia y Forma, presentaron diferencias significativas entre el pan control, avena y garbanzo en relación con el pan de quínoa (p<0,05), se indica el menor puntaje en los 4 tiempos de almacenamiento, en especial en el día 0 (4,64±0,91).

En relación a los tiempos de almacenamiento se observa una diferencia significativa entre el pan de quínoa con el pan de avena, obteniéndose los menores puntajes en el tiempo 0 (p<0,05). Por otra parte entre el pan control y el pan de garbanzo no se muestran diferencias significativas en relación a los tiempos de almacenamiento (p>0,05).

El pan de avena (Tabla 10) fue el que obtuvo el mejor puntaje en el día 45 de almacenamiento en relación al parámetro apariencia/forma (6,40±0,85).

En la Tabla 11 se señala la evaluación del parámetro aspecto general en los 4 tipos de panes y en los 4 tiempos analizados.

<b>Tabla 11. PARÁMETRO ASPECTO GENERAL</b>				
<b>Tiempo (días)</b>	<b>Control</b>	<b>Avena</b>	<b>Garbanzo</b>	<b>Quínoa</b>
<b>0</b>	5,32±0,99 a, B	5,32±1,22 a, B	5,32±0,95 a, B	4,20±0,41 b, B
<b>15</b>	6,12±0,83 a, A	6,00±0,82 a, A	5,96±0,73 a, A	5,28±0,46 b, A
<b>30</b>	6,08±0,81 a, A	6,12±0,78 a, A	5,88±0,78 a, A	5,16±0,37 b, A
<b>45</b>	6,12±0,78 a, A	6,16±0,85 a, A	5,96±0,89 a, A	5,20±0,41 b, A

n= 25; Promedio±DE

\* Letras minúsculas distintas en la misma fila, indican diferencias significativas (p<0,05).

\*\* Letras mayúsculas distintas en la misma fila, indican diferencias significativas (p<0,05).

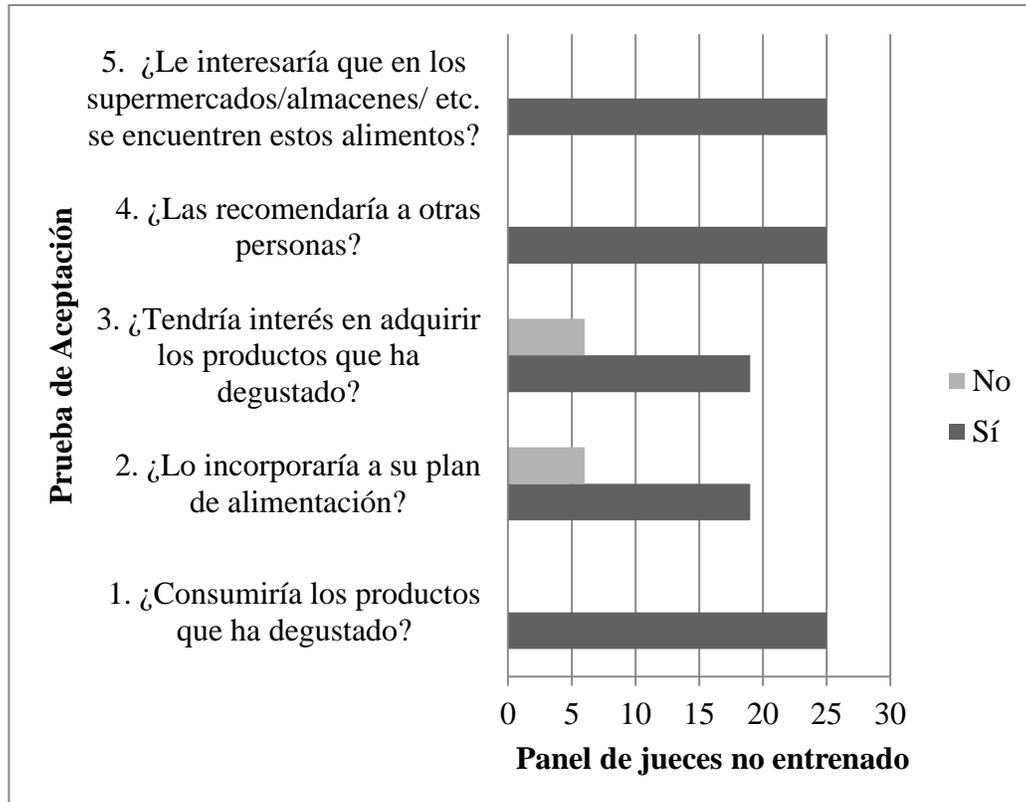
En relación al parámetro Aspecto general, tal como se observa en la Tabla 11, existe una diferencia significativa entre el pan control, pan avena y pan garbanzo en comparación con el pan de quínoa (p<0,05), el cual obtuvo el puntaje más bajo en las 4 fases de tiempo, evidenciando el menor puntaje en el día 0 (4,2±0,41).

En relación a los tiempos de almacenamiento se puede constatar en los resultados que existen diferencias significativas entre el día 0 en comparación con el día 15, 30 y 45 (p<0,05); obteniéndose el puntaje más bajo para los cuatro tipos de panes.

El pan de avena (Tabla 11) fue el que obtuvo el mejor puntaje en el día 45 de almacenamiento (6,16±0,85).

## PRUEBA DE ACEPTACION

En la Figura 2 se observa la prueba de aceptación realizada al panel al finalizar las pruebas sensoriales.



**Figura 2. Prueba de Aceptación**

Tal como se observa en la Figura 2, el cuestionario de prueba de aceptación, recabó información acerca de si consumiría los productos degustados, si los incorporaría a su plan de alimentación, si tendría interés en adquirirlos, si los recomendaría a otras personas y se le interesaría comprarlos en supermercados, almacenes, etc.

En relación a las preguntas de la prueba de aceptación (Figura 2), los datos indican que el 100% de los evaluadores consumiría los panes degustados, se los recomendaría a

otras personas y le interesaría que dichos productos se encuentren en supermercados/almacenes/etc.

Sin embargo, sólo el 76% de los encuestados lo incorporaría a su alimentación y tendría interés en adquirir dichos productos en el futuro; estos resultados se condicen con lo evaluado en las pruebas sensoriales y la tendencia de consumo de preferencia por el pan blanco (Figura 2).

## **DISCUSION**

El análisis de las pruebas preliminares, permitió la selección de 3 panes de prueba de acuerdo al cumplimiento de los parámetros: comportamiento de la masa, calidad saludable, nutricional, organoléptica e información nutricional.

En los panes evaluados la densidad energética fue similar en las muestras, a excepción del pan de quínoa que tuvo un valor de 2,7, versus 3,0 (promedio pan de avena, centeno, garbanzo); tanto los lípidos, contenido de agua y fibra dietética total influyen sobre la densidad energética. Los panes seleccionados: avena, garbanzo poseen mayor cantidad de fibra dietética total, respecto al pan control; a excepción del pan de quínoa con un valor de 0,85, resultado que se podría explicar por utilizarse una harina desaponificada. El perfil proteico de los panes fue muy superior en relación al pan tradicional, elaborado con 100% de harina de trigo refinada, lo que podría contribuir a reducir su consumo (5) y prevenir la ECNT (32).

En relación a los resultados obtenidos ,en las cuales se evaluó la aceptabilidad de los parámetros organolépticos en los 4 tiempos analizados (Día 0, 15, 30 y 45), se pudo evidenciar que los puntajes del pan recién horneado (Día 0), fueron los más bajos, existiendo diferencias significativas en relación a los días posteriores de almacenamiento ( $p < 0,05$ ), debido a que los resultados obtenidos indican que el puntaje fue siempre mayor, con excepción del pan de garbanzo y el pan de avena en el parámetro color y apariencia/forma, respectivamente el día 30 de almacenamiento. Sin embargo, éstos fueron casos muy puntuales en relación al comportamiento general de los panes durante el tiempo de almacenamiento.

Lo anteriormente mencionado no era lo esperado, ya que existía el supuesto de que el pan recién horneado tendría mayor aceptación dentro del panel no entrenado en comparación con el pan pre horneado congelado, debido a que al ser almacenado por un largo período de tiempo en condiciones de temperatura de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , los productos podrían haber perdido sus características organolépticas típicas de un pan amasado tradicional (24,25), sobre todo considerando que se contaba con harinas alternativas que carecen de contenido de gluten (14). Sin embargo, ocurrió todo lo contrario, los participantes del panel presentaron mayor aceptación por el pan congelado pre-horneado, con diferencias significativas al día cero ( $p<0,05$ ).

Al respecto existen varias teorías, una de ellas está relacionada con el hecho de que el pan recién horneado pierde sus características organolépticas en un corto período de tiempo, al encontrarse a temperatura ambiente. En el caso del pan pre-horneado congelado, éste se dejaba enfriar durante 30 minutos a temperatura ambiente y luego era almacenado inmediatamente en el congelador a una temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$ , envuelto en papel film, lo que implica que sus características organolépticas se conservaban durante el tiempo de forma adecuada (27). Por otra parte, existiría el supuesto de que podría haberse dado la formación de cristales de hielo sobre los productos, lo que podría haber afectado de forma notoria sus características iniciales (28), sin embargo esta situación no ocurrió y la corteza y masa de los panes no sufrieron ningún tipo de cambio en textura ni aspecto.

Es importante señalar que los resultados que se detallan muestran que tanto el pan de garbanzo como el pan de avena, presentaron la misma aceptabilidad en los parámetros

organolépticos medidos, en comparación con el pan control (pan elaborado con 100% de harina de trigo refinada).

Por otra parte, el pan de quínoa obtuvo menores puntajes en todas las fases de tiempo en todos los parámetros medidos; esto puede deberse al amargor característico que posee dicha harina. En el tiempo cero, los resultados de todos los parámetros medidos muestran que el pan de quínoa obtuvo puntajes menores a 5, sin embargo, desde el día 15 de almacenamiento sus puntajes siempre fueron mayores a 5 en todos los parámetros evaluados, esto quiere decir que no se vio afectado por el proceso de congelación y que éste último favoreció su aceptabilidad por parte del panel no entrenado.

En relación a todo lo anterior y considerando que los tres panes de prueba tuvieron la aceptabilidad sensorial esperada, es importante señalar que es posible elaborar un pan con un alto porcentaje de harina alternativa y que mejora su calidad saludable y nutricional, considerando que el pan es un vehículo para mejorar la alimentación en nuestra población (1).

Además de lo anterior se debe tener en cuenta que el aspecto típico del pan tradicional no se vio afectado, lo que implica un punto importante a considerar, teniendo en cuenta que los chilenos están acostumbrados a un tipo de pan que tiene determinadas características y aspectos sensoriales y organolépticos. Por esta razón fue necesario incorporar 50% de harina de trigo, por el alto contenido de gluten que presenta ésta (6). Esto se podría explicar debido a que las proteínas del gluten de trigo, se caracterizan por su

solubilidad en agua. Cuando se elabora el pan, generalmente un volumen alto de la proteína se relaciona con una calidad de buena panificación (6).

Al aumentar la sustitución del porcentaje de harina de trigo por la harina de garbanzo, quinoa y avena se incrementa el contenido de fibra, alrededor de un 65% más para el pan de avena y 53% para el pan de garbanzo, y con ello se incrementa la absorción de agua. Al respecto es importante mencionar que las proteínas de las leguminosas son predominantemente globulinas solubles en sal y albuminas solubles en agua (26).

Solo el pan de quinoa tuvo un 36% menos de fibra total respecto al pan control (como se mencionó anteriormente se utilizó harina de quinoa desaponificada), lo que también podría explicar su menor aceptabilidad en los parámetros sensoriales, debido a que tuvo menor capacidad para retener agua.

Es fundamental señalar que el aporte nutricional de los panes de prueba indica considerables beneficios. El pan de garbanzo y el pan de quinoa tiene un alto valor proteico y aminoácidos esenciales que mejoran la calidad nutricional y saludable del pan tradicional elaborado con 100% de harina de trigo (16, 35, 36). Esto se demuestra en el aporte nutricional de cada pan, siendo alrededor de un 56% más alto el aporte proteico para el pan de quinoa, seguido por un 27% del pan de garbanzo y 205 aproximado para el pan de avena.

Con respecto al sodio, no se aprecian diferencias significativas entre el pan de avena, garbanzo y quinoa, con un promedio de 207 mg. Sin embargo, al compararlo con el

pan control, se aprecia una reducción del contenido de sodio total de aproximadamente 70,77 mg (25%), lo que se condice con lo indicado en la bibliografía (12).

Por otra parte, es importante señalar que el pan de avena, en general, tuvo una buena aceptabilidad en todos los parámetros medidos; lo anterior es muy importante considerando el alto aporte de fibra dietética que posee dicha harina, tanto soluble como insoluble (30).

## **CONCLUSION**

- Se logró sustituir el 50% de la harina de trigo por harinas de alta calidad nutricional, sin afectar sus características organolépticas.
- Se elaboró un pan pre-horneado congelado que se almacenó durante 45 días sin afectar su calidad organoléptica, obteniendo además mejores puntajes que el pan recién horneado.
- En relación al análisis de los productos que están consumiendo los chilenos, el pan pre-horneado congelado está comenzando a entrar al mercado con gran fuerza, sobre todo en las grandes instituciones (casinos, instituciones gubernamentales, etc.). Es por ello, que obtener un pan con un 50% de harina de mejor calidad nutricional y que además pueda ser congelado por un período considerable de tiempo, se presenta como una excelente alternativa para entrar al mercado y mejorar la calidad de la alimentación de la población chilena.
- Por último es importante señalar que de las tres harinas seleccionadas, de acuerdo a los parámetros organolépticos evaluados por el panel no entrenado en los distintos tiempos de almacenamiento, los panes que tuvieron mayor aceptación fue el de garbanzo y el de avena, en comparación con el pan control, siendo el de quínoa el que obtuvo los puntajes más bajos en los 4 tiempos de análisis.

## **BIBLIOGRAFIA**

- (1) Hernández J. Formulación y evaluación de panes para celíacos. Tesis presentada para obtener el título de Ingeniero en Ciencias y Tecnología de los Alimentos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2012.
- (2) Toussaint-Samat, M. A History of Food. Wiley-Blackwell, 824, 1994.
- (3) Heinrich EJ, Reinhart P. Six Thousand Years of Bread: Its Holy and Unholy History. Skyhorse Publishing, 416, 2007.
- (4) INE, 2007. [www.ine.cl, http://www.ine.cl/canales/chile\\_estadistico/encuestas\\_presupuestos\\_familiares/2008/Presentacion%20EPF%202006-2007.pdf](http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/encuestas_presupuestos_familiares/2008/Presentacion%20EPF%202006-2007.pdf), fecha de consulta 6-05-2016.
- (5) Universidad de Chile. Encuesta Nacional de Consumo Alimentario. Informe final, 2010.
- (6) República de Chile. Ministerio de Salud División Jurídica. Reglamento Sanitario de los Alimentos dto. N° 977/96 (d.of. 13.05.97), 2015, 250.
- (7) Jury G, Arteaga C, Taibo M. Porciones de intercambio y composición química de los alimentos de la pirámide alimentaria chilena. Universidad de Chile, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Centro de Nutrición Humana, Facultad de Medicina. 2015.
- (8) MINSAL, [http://www.redsalud.gov.cl/portal/url/page/minsalcl/g\\_proteccion/g\\_alimentos/reduccion\\_sodio.html](http://www.redsalud.gov.cl/portal/url/page/minsalcl/g_proteccion/g_alimentos/reduccion_sodio.html), fecha de consulta 26-05-2016.
- (9) Pfeiffer CM, Caudill SP, Gunter EW, Osterloh J, Sampson EJ. Biochemical indicators of B vitamin status in the US population after folic acid fortification: Results from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2000.

- (10) Martínez ABO, Berruezo GR, Cava JB, Gracia CM, Caston JP. Estimación de la ingesta y necesidades de enriquecimiento de folatos y ácido fólico en alimentos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 2005; 55:5-14.
- (11) Stanley P, Cauvain, Linda S. Young. Fabricación de pan. Editorial Acribia S. A. Zaragoza. España, 2002.
- (12) Mesas JM, Alegre MT. El pan y su proceso de elaboración. Ciencia y Tecnología Alimentaria, Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos Reynosa, México 2002, 3 (5), 307-313.
- (13) Belitz HD, Grosch W. Cereales y derivados. En: Indicar los editores del libro, Química de los Alimentos. 2<sup>da</sup>. Ed. Acribia, Zaragoza, 1997, p 785.
- (14) Ronayne P, Brites C, Ferrero C, Arocha M, León A. Efecto de los tratamientos tecnológicos sobre la calidad nutricional y saludable de panes y productos de panadería. En: Aspectos nutricionales y saludables de los productos de panificación. Universidad de Valparaíso. CYTED, 2009; 120-145.
- (15) Gil A. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Tratados de Nutrición. Tomo II, Editorial Panamericana, 2010, p 109.
- (16) Torres E, Pacheco E. Evaluación Nutricional, física y sensorial de panes de trigo, yuca y queso llanero. Revista Chilena de Nutrición, 2007; 34(2), 133-141.
- (17) Quezada N. Clasificación de la calidad sensorial de pan tipo hallulla mediante visión computacional. Memoria para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Universidad de Chile. 2011
- (18) Luna M, Bárcenas M. Envejecimiento del pan: Causas y soluciones. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos, 2011, 5: 40-53.

- (19) Gil J. Libro blanco del pan .Editorial Panamericana. 2010, p 5.
- (20) <http://www.bredenmaster.com/>, fecha de consulta 10-06-2016.
- (21) IndustriaAlimenticia,<http://www.industriaalimenticia.com/articles/85462-pan-precocido>, fecha de consulta 05-05-2016.
- (22) Proveedores,<http://www.proveedores.com/pan-precocido/>, fecha de consulta 05-05-2016.
- (23) Seoane, RM. Evolución del sector panadero: Técnicas actuales de panificación. Ciencia y Tecnología Alimentaria 1,1997, 149-152.
- (24) Bello J. Ciencia bromatológica: Principios generales de los alimentos. Ediciones Díaz de Santos. 2000, p 407.
- (25) Barreiro J, Sandoval A. Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Editorial Equinoccio. 2006, p 6.
- (26) Salvadori V. Transferencia de calor durante la congelación, el almacenamiento y la descongelación de alimentos. Tesis presentada para optar al grado de Doctor en Ingeniería. Universidad de la Plata, 1994.
- (27) Gámez J, García T. Efecto de la congelación sobre algunas características físicas y químicas en la pulpa de la parcha real (*Passiflora quadrangularis* L.). Bioagro 24, 2012.
- (28) Industriaalimenticia.<http://www.industriaalimenticia.com/articles/86625-pan-congelado-manteniendo-la-calidad>, fecha de consulta 21-06-2016
- (29) Vásquez C, Alimentación y nutrición -Manual teórico práctico. Ediciones Díaz de Santos. 2005; p 127.

- (30) Araya H, Alviña M. Productos de panificación Funcionales. En: Aspectos nutricionales y saludables de los productos de panificación. Universidad de Valparaíso. CYTED, 2009; p 146-177.
- (31) Girolami D, González C. Clínica y terapéutica en la nutrición del adulto. Editorial El Ateneo.2014; p 334
- (32)DEIS, <http://www.deis.cl/wp-content/uploads/2013/12/IBS-2013.pdf>. Indicadores Básicos de Salud en Chile; 2013; fecha de consulta 21-06-2016.
- (33) Almazan AM. Effect of cassava flour variety and concentration on bread loaf quality. Cereal Chemistry 1990; 67:97-99.
- (34) <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR34251.pdf>; fecha de consulta 28-08-2016.
- (35) Jenkins DJA, Ghafari H, Wolever TMS, Taylor RH, Jenkins AL, Barker HM, Fielden H, Bowling, AC. Relationship between rate of digestion of foods and post-prandial glycaemia. Diabetologia 1982; 22(6), 450-455.
- (36) Tovar J, Granfeldt Y, Björck IM. Effect of processing on blood glucose and insulin responses to starch in legumes. Journal of Agriculture and Food Chemistry 1992; 40, 1846-51.
- (37) García D. Desarrollo de un Producto de panadería con harina de quinua. Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título de Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad de Colombia, 2011.
- (38) Curti E, Carini E, Tribuzio G, Vittadini E. Bread staling: Effect of gluten on physico-chemical properties and molecular mobility. LWT - Food Science and Technology, 2014; 59, 418-425.

## ANEXOS

### ANEXO 1. INFORMACION NUTRIONAL MATERIAS PRIMAS

Producto	Porción	Energía (kcal)	Prot (g)	Grasa total (g)	G. sat (g)	G.monoi nsat. (g)	G. polinsat. (g)	Grasa trans (g)	Col (mg)	CHO disp. (g)	Azúcares totales (g)
Harina con polvo de hornear Selecta	½ taza (50g)	173	3,9	0,9	0,08	0,04	0,04			37,5	1,3
	100 g	347	7,8	1,7	0,16	0,09	0,41			75	2,5
Leche Soplele	1 vaso (200 ml)	120	6,0	6,2	4,0	2,0	0,2	0,2	18,0	10,0	
	100 g	60	3,0	3,1	2,0	1,0	0,1	0,1	9,0	5,0	
Manteca Crucina	2 cdta (14g)	126	0	14	6,6	5,5	1,9	0,1	11,9	0	0
	100 g	900	0	100	47	39	14	0,7	85,2	0	0
Levadura Fresca Lefersa <sup>(ii)</sup>	1 cdta (12g)	3,1	5,5	0,01	0	0	0			0,3	<0,1 <sup>i</sup>
	100 g	102,6	15,5	0,2	0	0	0			9,7	<0,1 <sup>i</sup>
Sal Lobos	¼ cdta (1 g)	0	0	0	0	0	0			0	
	100 g	0	0	0	0	0	0			0	
Azúcar Iansa	1 dta (5g)	20	0	0	0	0	0			9,98	
	100 g	400	0	0	0	0	0			199,6	
Harina de Garbanzo	1 taza (50 g)	114	6,0	2,0	0,18	0,42	0,81			18	3,0
	100 g	380	20	6,7	0,6	1,4	2,7			60	10,0
Harina de Centeno	½ taza (50 g)	167,4	4,1	0,4	0,1	0,18	0,2		0	37	
	100 g	334,9	8,1	0,7	0,2	0,36	0,4		0	74	
Harina de Avena	1 taza (50 g)	185	5,7	4,1	0,7	1,8	1,7		0	31,3	0,5
	100 g	370	11,4	8,2	1,4	3,5	3,3		0	62,6	0,9
Harina de Quínoa	1 taza (80 g)	274,4	14,4	3,6	1,7	1,7	0,3		0	45,6	1,6
	100 g	848	18	4,5	2,1	2,0	0,4		0	87	2,0

Producto	Porción	Sodio (mg)	Tiamina (mg)	Riboflavina (mg)	Niacina (mg EN)	Ácido Fólico (ug)	Hierro (mg)	Calcio (mg)	Yodo (mg)	Fibra diet total (g)	Fibra S (g)	Fibra I.(g)
Harina con polvo de hornear Selecta	½ taza (50g)	221	(*)23%	4%	4%	45%	11			1,35		
	100 g	442	0,6	0,1	1,3	180,0	3,0			2,7		
Leche Soprole	1 vaso (200ml)	138						28%		0		
	100 g	69,0						110		0		
Manteca Crucina	2 dtas (14 g)	0								0		
	100 g	0								0		
Levadura Fresca Lefersa <sup>(i)</sup>	1 cdta (12g)	0,5								0		
	100 g	18								0		
Sal Lobos	¼ cdta (1 g)	390							13,3%	0		
	100 g	3900							2-6	0		
Azúcar Iansa	1 cdta (5 Gg)	0								0		
	100 g	0								0		
Harina de Garbanzo	1 taza (50 g)	5,0				1,2	1,4	32,0		5,0		
	100 g	17,0				4,0	4,7	106,7		16,7		
Harina de Centeno	½ taza (50 g)	7,7								4,2		
	100 g	15,4								8,4		
Harina de Avena	1 taza (50 )g)	2,1								5,3	1,4	3,9
	100 g	4,1								10,5	2,8	7,7
Harina de Quínoa	1 taza (80 g)	2,2								2,16		
	100 g	2,7								2,7		

(\*) En relación a la Dosis Recomendada

<sup>i</sup> Límite de detección

(<sup>ii</sup>) la porción de consumo habitual de pan es de 80 g; para preparar un pan de 80 g.se usan 3 g. de levadura

**ANEXO 2. TABLA PARA VALORACION DE CALIDAD DE PAN TIPO AMASADO CON ESCALA HEDÓNICA**

Deguste cuidadosamente la serie de muestras entregadas de pan.

**No está permitido volver atrás en la degustación.** Enjuague con agua entre muestras.

Describa el gusto y factores que Usted perciba de cada muestra e informe acerca de la intensidad según la siguiente escala:

Características	Valoración Sensorial de las características típicas de pan tipo amasado							
	Me gusta extremadamente	Me gusta mucho	Me gusta un poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me disgusta ligeramente	Me disgusta mucho	Me disgusta extremadamente	
Color								
Apariencia/ Forma								
Olor								
Sabor								

Indique el número que usted designo para cada característica según la **TABLA PARA VALORACION DE CALIDAD DE PAN TIPO AMASADO CON ESCALA**

**HEDONICA**

Características	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
<b>COLOR</b>				
<b>APARACIENCIA/FORMA</b>				
<b>OLOR</b>				
<b>SABOR</b>				
<b>TEXTURA</b>				
<b>ASPECTO GENERAL</b>				

**ANEXO 3. CUESTIONARIO DE CARACTERIZACION DEL PANEL NO ENTRENADO**

Marque con una X la respuesta que corresponda:

<b>N°</b>	<b>PREGUNTAS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>1</b>	¿Consume pan blanco?		
<b>2</b>	¿Ha consumido alguna vez, pan pre-horneado congelado? Si su respuesta es sí, salte a la pregunta 4		
<b>3</b>	¿Le gustaría consumir pan pre-horneado congelado?		
<b>4</b>	¿Reside en la Región de Valparaíso?		
<b>5</b>	¿Sufre de celiaquía o algún grado de intolerancia al gluten?		
<b>6</b>	¿Es intolerante a la lactosa?		

#### **ANEXO 4. PRUEBA DE ACEPTACION.**

Por favor, conteste las siguientes preguntas, marcando con una X.

¿Consumiría los productos que ha degustado?

Sí ( ) No ( )

• ¿Lo incorporaría a su plan de alimentación?

Sí ( ) No ( )

• ¿Tendría interés en adquirir los productos que ha degustado?

Sí ( ) No ( )

¿Las recomendaría a otras personas?

Sí ( ) No ( )

• ¿Le interesaría que en los supermercados/almacenes/ etc. se encuentren estos alimentos?

Sí ( ) No ( )

## ANEXO 5. DIAGRAMAS DE FLUJO

Diagrama de flujo: Elaboración pan de prueba pre horneado congelado de garbanzo

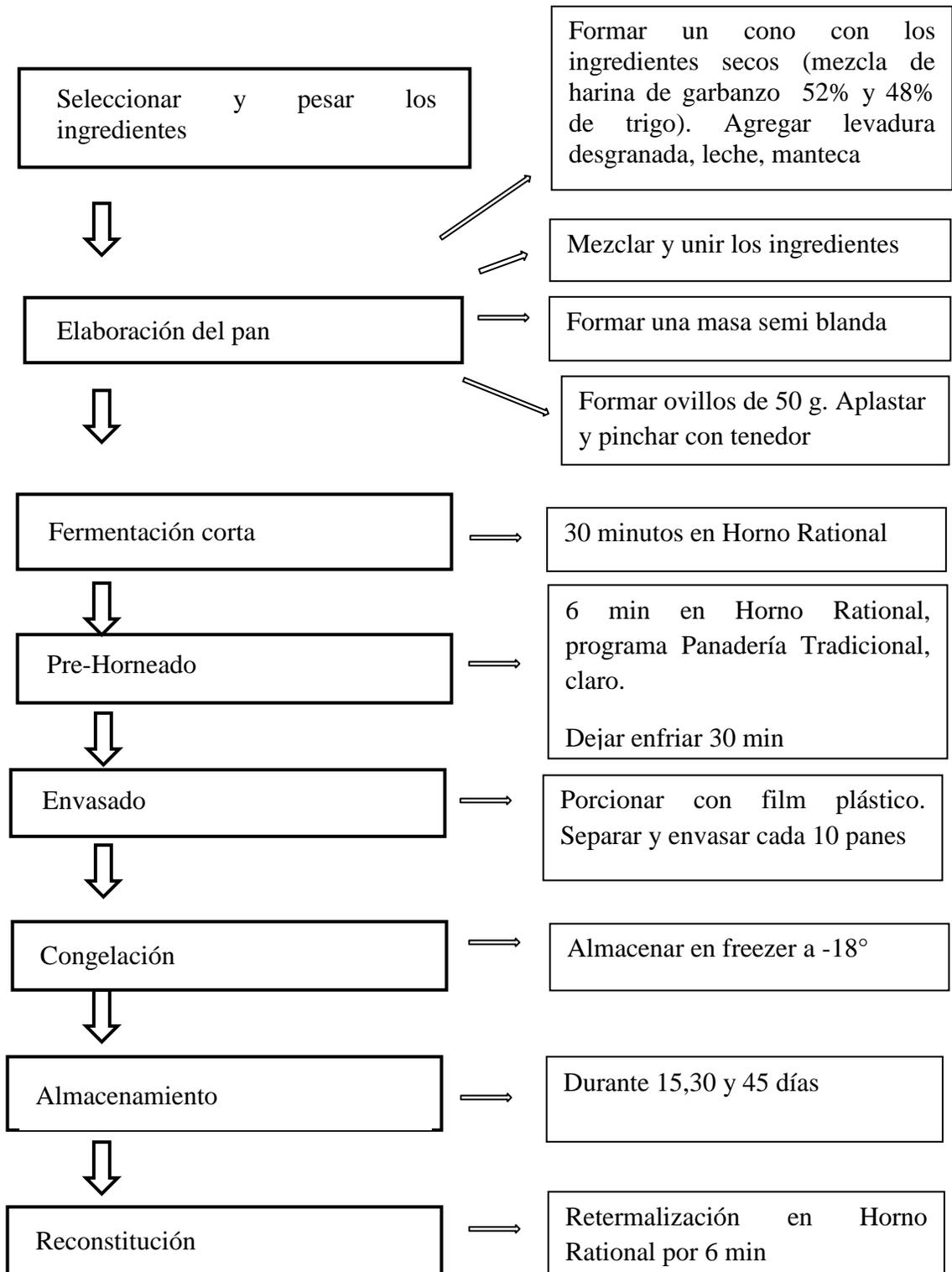


Diagrama de flujo: Elaboración pan de prueba pre horneado congelado de avena

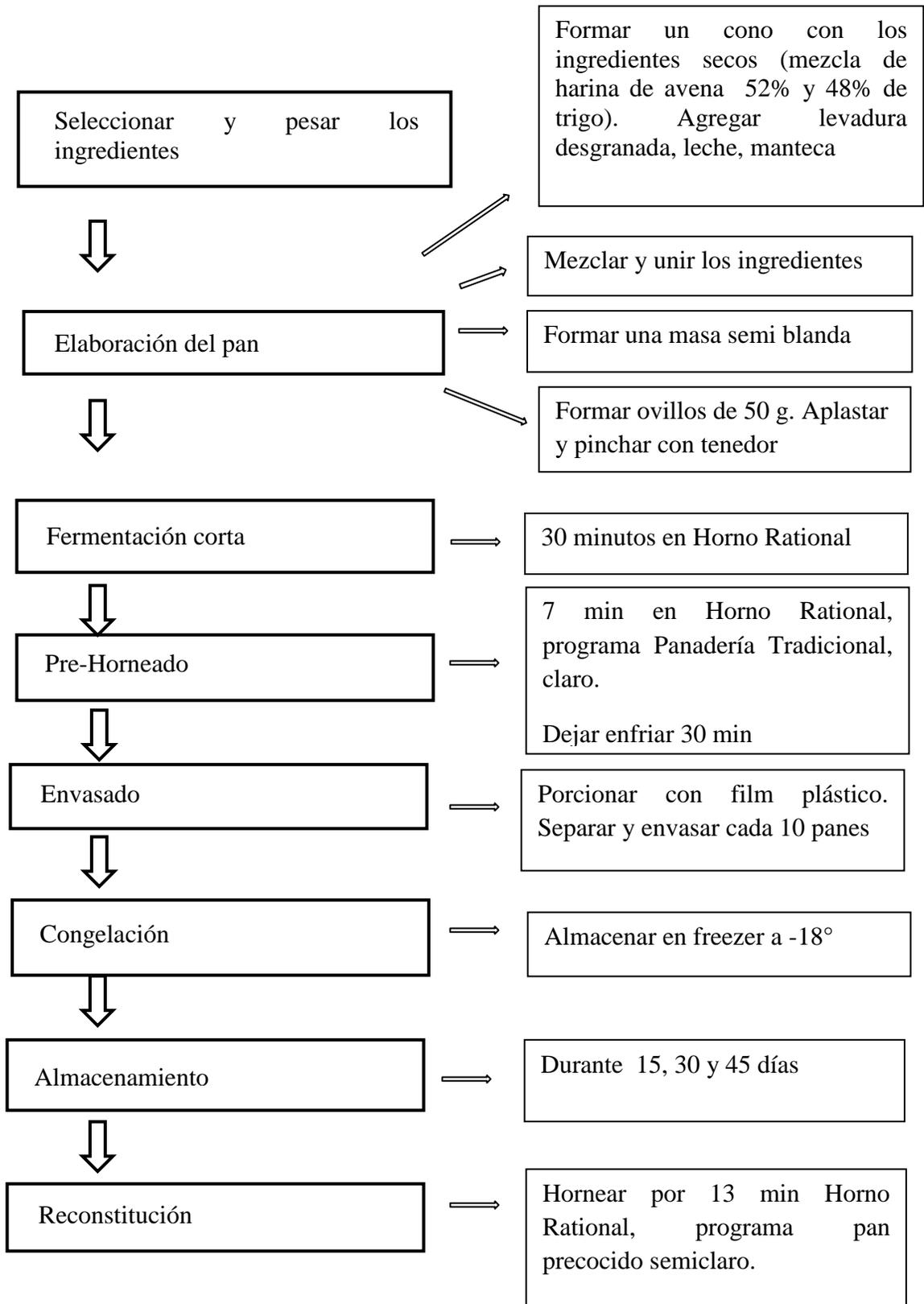


Diagrama de flujo: Elaboración pan de prueba pre horneado congelado de quinoa desaponificada

