



FACULTAD DE FARMACIA
ESCUELA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA

**ESTUDIO DE ACEPTABILIDAD Y SACIEDAD DE UN PAN INTEGRAL
ELABORADO EN BASE A BAGAZO CERVECERO COMO FUENTE DE FIBRA
DIETÉTICA**

Tesis para optar al Grado Académico de Licenciado en Nutrición y Dietética
y al Título de Nutricionista

**MARÍA JOSÉ LARA CHAPA
ANAPaula LÓPEZ LARA**

Directora de Tesis: Silvia Sepúlveda Bobadilla
Co-directora de Tesis: Jacqueline Concha Olmos

AÑO 2016

INDICE

RESUMEN.....	4
ABSTRACT	5
1. MARCO TEÓRICO	6
1.1 Consumo de pan en Chile.....	6
1.2 Tipos de panes comercializados en Chile.....	7
1.3 Pan integral.....	8
1.4 Fibra dietética: valor nutricional y beneficios para la salud.....	10
1.4.1 Fuentes alimentarias de fibra dietética.....	12
1.5 La Cebada como fuente de fibra dietética para la elaboración de productos de panificación.	13
1.6 Bagazo Cervecerero.....	14
1.6.1 Composición nutricional.....	16
1.7 Proceso de Saciedad y Apetito	17
2. HIPÓTESIS	18
3. OBJETIVOS	18
3.1 Objetivo general	18
3.2 Objetivos específicos.....	18
4.1 METODOLOGÍA.....	19
4.1 Obtención del bagazo cervecero.....	19
4.1.1 Materia prima	19
4.2 Elaboración de la harina de bagazo cervecero	20
4.3 Formulación de panes en base a bagazo cervecero	21
4.4 Prueba preliminar	23
4.5 Análisis Químico Proximal	23
4.5.1 Determinación de humedad	23
4.5.2 Determinación de cenizas	24
4.5.3 Determinación de extracto etéreo (EE).....	24
4.5.4 Determinación de proteínas	25
4.5.5 Determinación de fibra dietética total.....	26
4.5.6 Determinación de los extractos no nitrogenados (ENN)	27

4.6	Preparación y desarrollo del estudio.....	28
4.7	Prueba de aceptabilidad.....	28
4.8	Prueba de saciedad subjetiva.....	29
4.9	Análisis de datos estadísticos.....	30
5.	RESULTADOS.....	31
5.1	Caracterización de la materia prima.....	31
5.2	Formulación preliminar de muestras de pan con HB.....	31
5.3	Análisis Proximal.....	32
5.4	Prueba de aceptabilidad.....	33
5.5	Prueba de saciedad subjetiva.....	35
6.	DISCUSIÓN.....	39
7.	CONCLUSION.....	43
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	44
9.	ANEXOS.....	48

RESUMEN

El bagazo cervecero es un descarte sólido del grano de cebada, y es el mayor subproducto de la industria cervecera, el cual tiene una elevada disponibilidad y un bajo costo, considerándose un valioso ingrediente para la elaboración de nuevos productos, ya que por su composición posee un importante valor nutritivo, brindando atributos para ser utilizado en la alimentación humana.

El objetivo de esta investigación es formular un pan integral alto en fibra dietética que tenga aceptabilidad y aumente la saciedad, utilizando como ingrediente alimentario el bagazo cervecero.

Para el desarrollo del estudio fue necesaria la elaboración de una harina de bagazo para luego incorporarla en la formulación de distintas muestras de pan, las cuales fueron sometidas a una prueba preliminar donde se escogió el pan definitivo para las pruebas posteriores. Se evaluó la aceptabilidad del pan en cuanto a sabor, color, olor, consistencia, textura, apariencia general y aceptabilidad general, utilizando una escala hedónica de 7 puntos. Además se realizó una prueba de saciedad subjetiva donde se comparó el pan de bagazo con un pan control. Se realizó también el análisis proximal del pan de bagazo para determinar su composición nutricional.

Los resultados obtenidos comprueban que la adición de harina de bagazo cervecero a un pan mejoran las propiedades nutricionales, aumentan la sensación de saciedad y no afecta su aceptabilidad.

ABSTRACT

TITLE: “STUDY OF ACCEPTABILITY AND SACREDNESS OF AN INTEGRAL BREAD ELABORATED BASED ON BREWER’S SPENT GRAIN AS SOURCE OF DIETARY FIBER”

The Brewer’s spent grain is a solid residue of the barley grain and the largest byproduct in the brewing industry, due to its high availability and low cost plus the importance of the nutritional value of its composition it can be considered as a valuable ingredient for the development of new products related to the production of human food.

The objective of this research is to formulate a high-fiber whole-grain bread that has acceptability and increases satiety, using brewing bagasse as a food ingredient.

For the development of the study it was necessary to prepare a bagasse flour and then incorporated into the formulation of different bread samples, which were subjected to a preliminary test where the final bread was chosen for the later tests. Bread acceptability was evaluated in base of their flavor, color, odor, consistency, texture, general appearance and overall acceptability, using a 7 point hedonic scale. In addition, a subjective satiation test was performed comparing bagasse bread with a control pan. Proximal analysis of bagasse bread was also carried out to determine its nutritional composition.

The results obtained prove that the addition of bagasse flour to a bread improves the nutritional properties, increase the sensation of satiety and does not affect its acceptability.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Consumo de pan en Chile

El consumo de pan ha ido en ascenso durante los siglos, acompañado con el ritmo de crecimiento de la población. El pan es un alimento barato y accesible, y su precio varía dependiendo del valor del trigo y de los cereales. La ingesta de pan en Chile se ha mantenido estable en los últimos 10 años, independiente de las variaciones de otros alimentos de consumo habitual y sigue siendo uno de los alimentos principales en la dieta nacional. Además se considera propio de la cultural chilena, para muchos indispensable, insustituible e irremplazable, y muchas veces el pan reemplaza un plato de comida especialmente en aquellos sectores de menores ingresos (1).

Según un estudio realizado entre los años 2003 y 2013, el promedio anual de consumo de pan era de aproximadamente 86,5 kilogramos “per cápita”, mostrando leves variaciones dentro de ese periodo (2); actualmente Chile es el segundo país del mundo con mayor consumo de pan por habitante, con cifras que bordean los 90 kilos por persona de forma anual, además de componer cerca del 2% de la canasta familiar (3).

Considerando que hoy en día existe la necesidad de tener productos variados que se adapten a las demandas actuales y teniendo en cuenta que el pan es uno de los principales alimentos en la canasta de los chilenos, sería interesante la elaboración de un pan que tenga algunas modificaciones en su formulación, de tal manera que le proporcione características saludables y que a la vez siga teniendo buena aceptabilidad para el consumidor.

1.2 Tipos de panes comercializados en Chile

En Chile lo que comúnmente es considerado pan, corresponde a una masa horneada; hecha de harina de trigo, agua, sal y levadura como leudante. Existe gran variedad de panes que se comercializan en Chile, entre los más consumidos esta la marraqueta y la hallulla, con un 70% y 20% respectivamente (4).

En la tabla N°1 se presentan las características de los panes más comercializados en Chile.

Tabla N°1: Tipo de panes comercializados en Chile

Tipo de pan	Características
Marraqueta	También llamado pan batido, es por excelencia el pan más consumido en Chile. Es elaborado a base de harina blanca de trigo, agua, levadura y sal, y requiere más tiempo de fermentación que otros panes. Tiene forma de dos bollos unidos con un surco al centro, y se caracteriza por tener una corteza dorada, crujiente, y una miga blanca y esponjosa.
Hallulla	Es el segundo pan más consumido, después de la marraqueta. Esta elaborado a base de harina refinada de trigo, agua, azúcar, manteca y levadura. Su forma es redonda y plana, tiene un color caramelo uniforme y su corteza es suave y delgada, además tiene una consistencia firme y semi-esponjosa.
Coliza	La coliza es un pan blanco de masa laminada. Al igual que la hallulla resalta por su color caramelo, con una consistencia firme y esponjosa, pero además tiene una corteza crocante y es de forma cuadrada.
Pan de mesa	Este pan se caracteriza por ser esponjoso y de forma alargada. Suele tener un contenido mayor de agua, para lograr una masa más suave. Es especialmente preparado para utilizarlo en la elaboración de hotdogs conocido en Chile como completos.
Amasado	Es una de las variedades de pan chileno más tradicional. Es elaborado con harina de trigo, manteca, levadura, agua, sal y azúcar, requiere mayor tiempo de leudamiento y de amasado, para que la masa quede más elástica y duplique su tamaño inicial. Tiene forma de buñuelo y se caracteriza por ser blando, tener una miga esponjosa y una corteza dorada.

<p>Molde</p>	<p>Según el tipo de preparación pueden variar sus propiedades y características nutricionales. Aunque tradicionalmente se fabrica con harina blanca de trigo, enriquecida con leche, actualmente existen muchos tipos de pan molde; integral o con adición de otros ingredientes como semillas y granos. Se hornea dentro de moldes cuadrados en los que adquiere su forma particular. Prácticamente carecen de corteza la cual es blanda y de color dorado claro. La principal ventaja es que su periodo de conservación es muy superior al pan común.</p>
--------------	---

Fuente: Elaboración propia.

Además en el último tiempo se ha popularizado el consumo de pan integral en Chile, provocando un aumento en la oferta de este tipo de pan.

1.3 Pan integral

Se define como pan integral al producto resultante de la cocción de la masa hecha con una mezcla de harina integral con levadura, agua y sal. Si el pan se fabrica con otra harina o con mezcla de harinas debe denominarse con el nombre de las otras harinas. La harina integral es el producto de la molienda del trigo hasta un porcentaje de extracción entre 85 y 90%, incluyendo partes esenciales del grano de cereal (5).

El grano de cereal integral está formado de una cáscara protectora, bajo la cual están la capa de salvado, la capa de aleurona rica en proteínas, el endospermo del cual 50% a 75% es almidón, y el germen (Figura N°1). Estos tienen un alto contenido de fibra dietética, incluido el almidón resistente y los oligosacáridos no digeribles, pero también son ricos en nutrientes y fitoquímicos potencialmente beneficiosos (incluye compuestos fenólicos, fitoestrógenos y esteroides vegetales). La mayoría de éstos se localizan en las fracciones del grano: aleurona y germen.

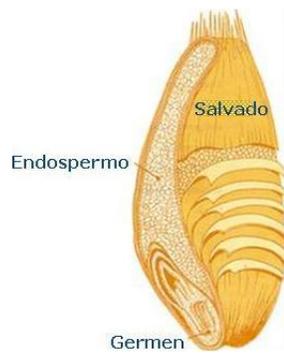


Figura N°1: Estructura de un grano de cereal

Actualmente en Chile existe gran variedad de panes integrales de diferentes marcas, donde la cantidad de fibra dietética es un componente esencial en estos productos. El contenido de fibra dietética de algunos panes comercializados en Chile se detalla en la tabla N°2.

Tabla N°2: Fibra dietética en panes integrales comercializados en Chile.

Nombre	Tipo de pan	Porción g	Fibra soluble 100g/porción		Fibra insoluble 100g/porción		Fibra total 100g/porción	
Pan integral Kingsbury	Pan de molde	62g/ 2 rebanadas	0,26 g	0,16 g	0,86 g	0,53 g	3,0 g	1,9 g
Pan integral Pierre	Pan de molde	45 g/ 2 rebanadas	0,52 g	0,23 g	2,0 g	0,91 g	3,9 g	1,7 g
Pan integral Cena	Pan de molde	47 g/ 2 rebanadas	0,5 g	0,2 g	3,3 g	1,6 g	3,8 g	1,8 g
Pan integral Fuch	Pan de molde	55 g/ 2 rebanadas	0,7 g	0,4 g	5,2 g	2,9 g	6,0 g	3,3 g
Pan integral Castaño	Pan de molde	57 g/ 2 rebanadas	1,3 g	0,7 g	3,8 g	2,2 g	5,1 g	2,9 g
Pan integral Castaño	Pan pita	39 g/1 Unidad	2,0 g	0,8 g	5,8 g	2,2 g	7,8 g	3,0 g
Pan integral Ideal	Pan de molde	60 g/2 rebanadas	0,8 g	0,5 g	5,5 g	3,3 g	6,3 g	3,8 g
Pan integral Ideal	Pan pita light	38 g /1 Unidad	1,7 g	0,6 g	12,3 g	4,7 g	14,0 g	5,3 g

Fuente: Elaboración propia.

1.4 Fibra dietética: valor nutricional y beneficios para la salud

La fibra dietética (FD) se reconoce hoy, como un componente importante para la salud de la población. Su definición es muy amplia y discutida, pero la más aceptada la considera como los carbohidratos y lignina que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, pero que sufren una parcial o total digestión en el colon (6).

Actualmente ésta se puede clasificar en 2 categorías: las sujetas a alta fermentación por la flora del colon (fibra soluble): pectinas, gomas, almidones resistentes, oligosacáridos no resistentes (FOS, inulina, farinosa) y las de escasa fermentación por la flora del colon (fibra insoluble): hemicelulosa, celulosa, lignina, suberina, cutinas, ceras, mucilagos (7).

Dentro de las funciones más importantes de la fibra dietética, podemos encontrar:

- Normalización de los movimientos del intestino: la fibra alimentaria produce un aumento del tamaño y del peso de las heces y las ablanda, facilitando un mejor tránsito, disminuyendo su probabilidad de estreñimiento (8).
- Mantiene la salud e integridad del intestino: La fibra dietética total ayuda a disminuir el riesgo de desarrollar enfermedades intestinales como las hemorroides y diverticulosis, gracias al aumento de la flora bacteriana producida por la fermentación de estos (7).
- Reduce los niveles de colesterol y glucosa en sangre: disminuyendo y retardando así la absorción y concentración de glucosa y colesterol plasmáticos (9).

- Pérdida de peso: la fibra alimentaria en sí, requiere un mayor tiempo de masticación, por lo que el organismo tiene tiempo de percibir cuando ya no tiene hambre, por lo tanto hay menos probabilidades que coma en exceso (7).

Las ingesta de fibra dietética recomendada por la American Dietetic Association (ADA) en el adulto sano es de 20-35 g/día o 10-13 g/1000 kcal (10). En Chile según la Encuesta Nacional de Consumo Alimentario (ENCA) la ingesta de fibra dietética al día en hombres es de 12,5 g y en mujeres 11,5 g al día (11).

Funciones de la fibra soluble:

- Acelera el tránsito intestinal
- Incrementan el volumen de las heces
- Enlentecen el vaciamiento gástrico y aumentan su distensión prolongando la sensación de saciedad
- Ayuda a regular los niveles glicémicos y el colesterol

Funciones fibra insoluble:

- Aumentan la masa fecal, produciendo deposiciones más voluminosas y blandas
- Adsorben moléculas orgánicas de la pared intestinal
- Facilitan el tránsito intestinal
- Evitan el estreñimiento
- Contribuyen a disminuir la concentración y el tiempo de contacto de potenciales carcinogénicos con la mucosa del colon.

1.4.1 Fuentes alimentarias de fibra dietética

Las principales fuentes alimentarias de fibra dietética son los alimentos vegetales, como los granos de cereal, las legumbres, las verduras, las frutas y las semillas (Tabla N°3).

En términos de consumo, los principales granos de cereal son el trigo, el arroz, el maíz, la avena y el centeno. Siguen en importancia la cebada, el triticale, el mijo y el sorgo. El trigo sarraceno, el arroz silvestre, el amaranto y la quinua no se clasifican como granos en términos botánicos, pero se asocian con ellos en un contexto alimentario debido a su composición similar.

Tabla N°3: Fuentes de fibra dietética

FUENTES NATURALES DE VARIOS COMPONENTES DE LA FIBRA DIETÉTICA	
Componente de la FD	Principal fuente alimentaria
<i>Celulosa</i>	Verduras, plantas leñosas, salvados de cereal
<i>Hemicelulosa</i>	Granos de cereal
<i>Lignina</i>	Salvados de cereal, cáscara de arroz y legumbres, y plantas leñosas
<i>B-glucanos</i>	Granos (avena, cebada, centeno, trigo)
<i>Pectinas</i>	Frutas, verduras, legumbres, betarraga, papas.
<i>Gomas</i>	Legumbres, algas, microorganismos (guar, garrofín, carrageninaxantán, goma arábica).
<i>Inulina, GOS y FOS</i>	Radicheta (raíz de achicoria), alcachofa, cebollas
<i>Oligosacáridos</i>	Leche humana, granos de legumbre.
<i>Almidone resistente</i>	Maíz rico en amilosa, papas crudas, plátanos verdes.

Fuente: Elaboración propia.

1.5 La Cebada como fuente de fibra dietética para la elaboración de productos de panificación.

El almidón es el principal componente de grano de cebada, donde ocupa alrededor 65% de su masa total (12). Además de almidón, el grano de cebada contiene proteínas (10-17%), β -glucanos (4-9%), lípidos libres (2-3%) y compuestos minerales (alrededor del 2%) (13).

Los β -glucanos son polímeros de glucosa y constituyen el principal componente estructural de la pared celular de algunas plantas, algas marinas, bacterias, hongos y levaduras. Las principales fuentes en la dieta humana son la avena, la cebada, el centeno y el trigo; pero también pueden encontrarse en el maíz levaduras y algas (14).

El efecto de los β -glucanos contenidos en la FD, se relaciona con el retraso del vaciamiento gástrico, la disminución de la absorción de glucosa al quedar atrapada por la viscosidad de la fibra (15), en cuanto al alto contenido de β -glucanos de la cebada contribuiría a la reducción de colesterol en sangre (16).

La FDA (Food and Drug Administration) aprobó esta propiedad de los β -glucanos de la cebada, impulsando el desarrollo de productos alimenticios a partir de este cereal (17).

Tradicionalmente, la cebada se ha utilizado para el malteado y elaboración de la cerveza o como alimento para animales. Sin embargo, está ganando interés como componente en alimentos a base de cereales para el consumo humano directo (20).

1.6 Bagazo Cervecerero

En la industria cervecera el subproducto más abundante corresponde a bagazo cervecero, con un volumen de producción de un 85% en relación al total de los residuos generados por la industria (18).

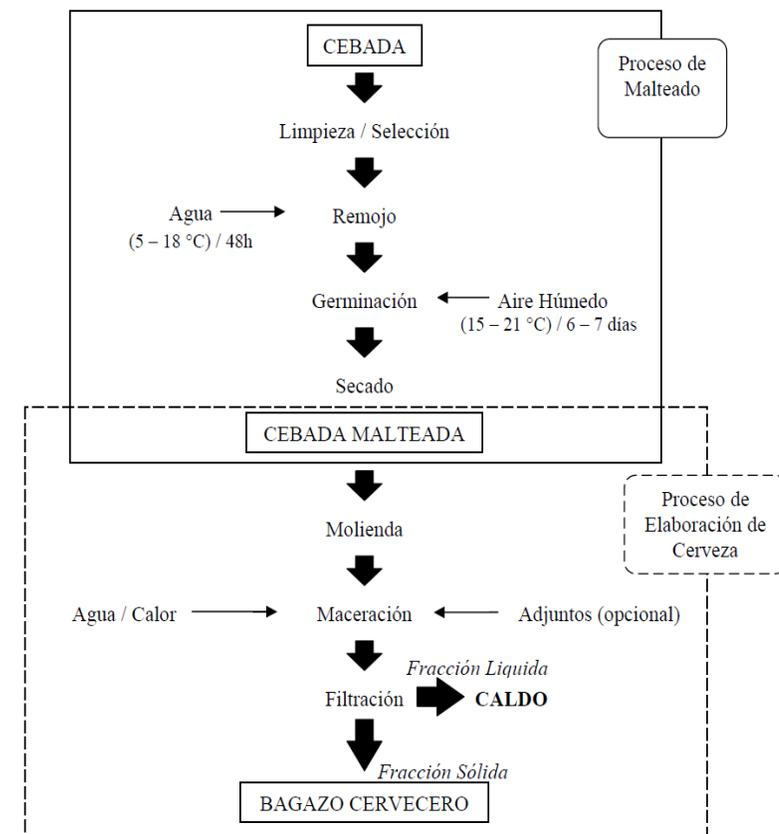
El bagazo se obtiene luego de los procesos de prensado y filtrado del mosto obtenido tras la sacarificación del grano de cereal malteado (19). Según su composición, el bagazo tiene un importante valor nutritivo debido a los altos contenido de proteínas y fibra (20) lo que le confiere características para ser utilizado como ingrediente base de algún alimento.

La elaboración de la cerveza se inicia con la cosecha, limpieza y almacenamiento del grano de cebada.

El Malteado consiste en activar las enzimas presentes en el grano para transformar las reservas energéticas en azúcares más simples. Una vez finalizado este proceso, la malta (cebada malteada) puede ser tostada desarrollando sabor y color en diferentes grados de acuerdo a la intensidad del tostado a la cual fue sometido, luego debe ser molida para poder realizar la maceración, proceso en el cual se incrementa escaladamente la temperatura de 37 a 78°C para promover la hidrólisis enzimática de los constituyentes de la malta, principalmente almidón, y otros productos como proteínas y polisacáridos complejos. Durante el proceso, el almidón es convertido en azúcares fermentables (principalmente maltosa) y azúcares no fermentables (dextrinas) y las proteínas son parcialmente degradadas a polipéptidos y aminoácidos. La solución acuosa obtenida de este proceso se conoce como caldo, el cual es utilizado como medio de fermentación para la producción de

cerveza, y la fracción sólida del residuo que queda, se conoce como bagazo cervecero (20). De acuerdo a Townsley (1979), el proceso de elaboración de cerveza es selectivo, removiendo solo aquellos nutrientes de interés para la elaboración de la cerveza, dejando en el bagazo, proteínas insolubles en agua, como también los residuos de las paredes celulares de la cáscara, pericarpio y restos de semillas. El tipo de residuo puede ir variando dependiendo del tipo de cerveza que se va a producir, tanto por los tipos de maltas como por la adición de trigo, arroz o maíz.

Figura N°2: Diagrama del proceso obtención de bagazo cervecero, adaptado de Mussatto 2006.



1.6.1 Composición nutricional

El bagazo cervecero se compone principalmente de la cáscara, pericarpio y cubiertas de la semilla de la cebada, las cuales son abundantes en polisacáridos de celulosa y no-celulosa, lignina, algunas proteínas y lípidos. La cáscara a su vez presenta altos contenidos de silicio y polifenoles. (20).

La composición química del bagazo, varía según las variedades de cebada utilizada en la elaboración de la cerveza, las condiciones de cosecha, malteado y maceración del proceso, como también, la calidad y cantidad de adjuntos agregados al momento de la elaboración. Dentro de su composición química, diversos autores coinciden en tratar al bagazo como un material lignocelulósico rico en proteínas y fibra (Tabla N°4).

Siendo su contenido proteico medio de un 24-26% sobre materia seca. El extracto etéreo representa un 6%. También es un subproducto rico en fibra, con un contenido de FD del 44%. El contenido de lignina es de un 5% y el de cenizas de un 7%. En el residuo mineral destaca el contenido de Fósforo (6 g/kg), siendo más bajo el contenido de Calcio (3 g/kg).

Tabla N°4: Composición química del bagazo de cebada según diversos autores.

Componente (% peso seco)	Kenauchi et al. (2001)	Mussatto y Roberto (2005)	Meneses et al. (2013)
Celulosa	25,4	16,8	21,7
Hemicelulosa	21,8	28,4	19,2
Lignina	11,9	27,8	19,4
Proteínas	24,0	15,3	24,7
Lípidos	10,6	SD	-----
Cenizas	2,4	4,6	4,2
ENN	SD	5,8	10,7

SD: Sin determinar

1.7 Proceso de Saciedad y Apetito

La saciedad se define como un estado de inhibición de la sensación de hambre y el deseo de seguir comiendo y el apetito corresponde al deseo de consumir algún tipo de alimento específico (21). El proceso de saciedad se desarrolla aproximadamente 30 minutos después de haber iniciado la comida; en este proceso se distinguen cuatro fases: la sensorial, la cognitiva, la de postingesta y la de postabsorción. La primera se genera por el olor, el sabor, la temperatura y la textura de los alimentos, que tal vez, influyen en la ingesta a corto plazo. La etapa cognitiva representa las creencias y costumbres del individuo según su cultura, independiente de exposiciones previas que puedan inhibir el hambre a corto plazo. El proceso de postingesta incluye varios eventos, como la distensión abdominal, la tasa de vaciado gástrico, la liberación de las hormonas y la estimulación de ciertos receptores del tracto gastrointestinal. La fase de postabsorción comprende los mecanismos de acción de los metabolitos después de su absorción, como la de la glucosa y los aminoácidos que actúan directamente en el sistema nervioso central. La supresión del hambre y su control ocurre entre las fases postingesta y postabsorción (22).

La saciación es el proceso que determina el tiempo que dura una comida específica, es lo que nos lleva a finalizar una ingesta y se diferencia de la saciedad en que esta última determina el tiempo entre una comida y otra, es decir, es la sensación de plenitud que persiste por un tiempo y nos lleva a permanecer sin comida hasta que retorna la sensación de hambre. El proceso de saciación es de gran importancia para controlar el consumo de alimentos, ya que cuánto más tiempo se demora en comer, mayor cantidad se puede ingerir y por ende, más calorías. (23)

2. HIPÓTESIS

La incorporación de bagazo cervecero en la formulación de un pan integral aumenta la sensación de saciedad sin afectar la aceptabilidad del alimento en comparación a un pan elaborado con harina de trigo integral ya existente en el mercado y con características nutricionales determinadas.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Formular un pan integral alto en fibra dietética que tenga aceptabilidad y aumente la saciedad, utilizando como ingrediente alimentario el bagazo cervecero.

3.2 Objetivos específicos

- Elaborar una harina de bagazo cervecero a partir del residuo de la industria cervecera artesanal.
- Establecer el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de bagazo cervecero que permita obtener un producto con propiedades nutricionales y organolépticas aceptables para el grupo objetivo.
- Evaluar el grado de saciedad del pan seleccionado en comparación al pan control mediante la aplicación de una prueba de saciedad subjetiva.
- Determinar el aporte nutricional del alimento seleccionado mediante la composición proximal.

4.1 METODOLOGÍA

La presente investigación corresponde a un estudio experimental transversal, que evaluó la aceptabilidad, calidad nutricional y saciedad, de un pan integral formulado en base a harina de bagazo cervecero, en comparación con un pan integral control existente en el mercado y con un valor nutricional conocido.

4.1 Obtención del bagazo cervecero

4.1.1 Materia prima

La materia prima fundamental de este estudio es el bagazo cervecero (Figura N°3), el cual fue proporcionado por la Cervecería Anfiteatro ubicada en Valparaíso, y cuya composición proximal se detalla en la tabla N°5.



Figura N°3: Bagazo cervecero

Tabla N° 5: Composición proximal del bagazo cervecero.

	Residuo Bagazo cervecero
Humedad	5,24%
materia seca	94,76%
Cenizas	4,51%
Extracto Etéreo	1,34%
Proteína	12,97%
FDI	62,74%
FDS	2,16%
FDT	63,98%
ENN	17,19%

Fuente: Nicole Valencia, estudiante de Magister en Bioactividad de productos naturales y de síntesis, Universidad de Valparaíso.

Además del bagazo se utilizó un pan integral control marca Kingsbury, para el desarrollo de la prueba de saciedad. La composición nutricional del pan control se detalla en la tabla N°6.

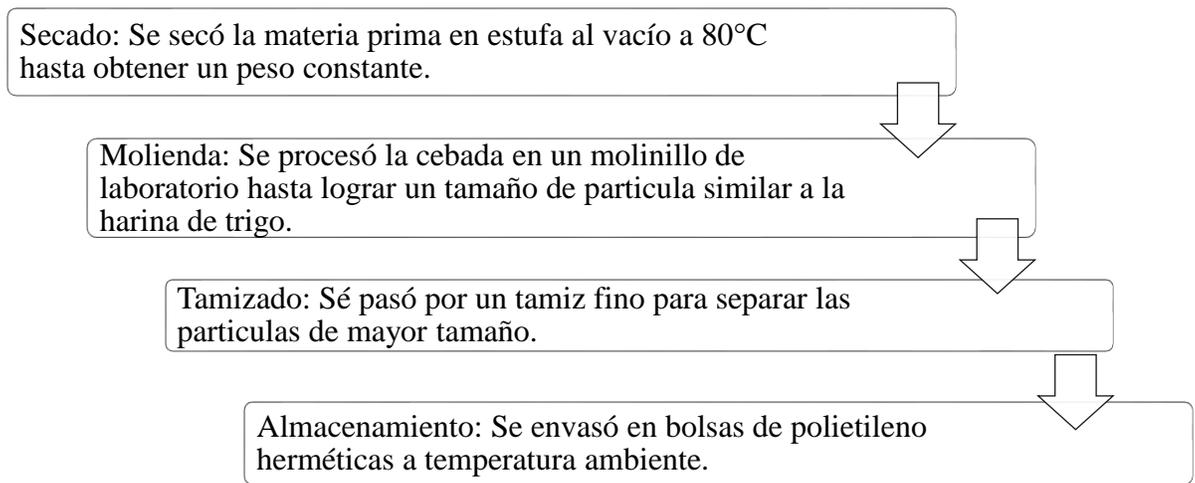
Tabla N°6: Composición nutricional del pan control

Alimento	Porción (g)	Energía (Kcal)	Proteína (g)	Carbohidratos disponibles (g)	Lípidos (g)	Fibra dietética total (g)
Pan Integral Kingsbury	62	143	5,7	26	1,6	1,9
	100	231	9,3	43	2,6	3,0

4.2 Elaboración de la harina de bagazo cervecero

El bagazo fue entregado como grano entero, sin embargo, para poder formular el pan, se elaboró una harina de bagazo (HB). Este procedimiento se describe en la figura N°4:

Figura N°4: Pasos para la elaboración de la harina de bagazo cervecero.



4.3 Formulación de panes en base a bagazo cervecero

Para la formulación de los panes se utilizó una receta estándar de pan integral, a la cual se le sustituyó parte de la harina de trigo (HT) por el ingrediente extra, harina de bagazo cervecero (HB), en los siguientes porcentajes (HB:HT) 20:80, 40:60, 50:50 y 60:40.

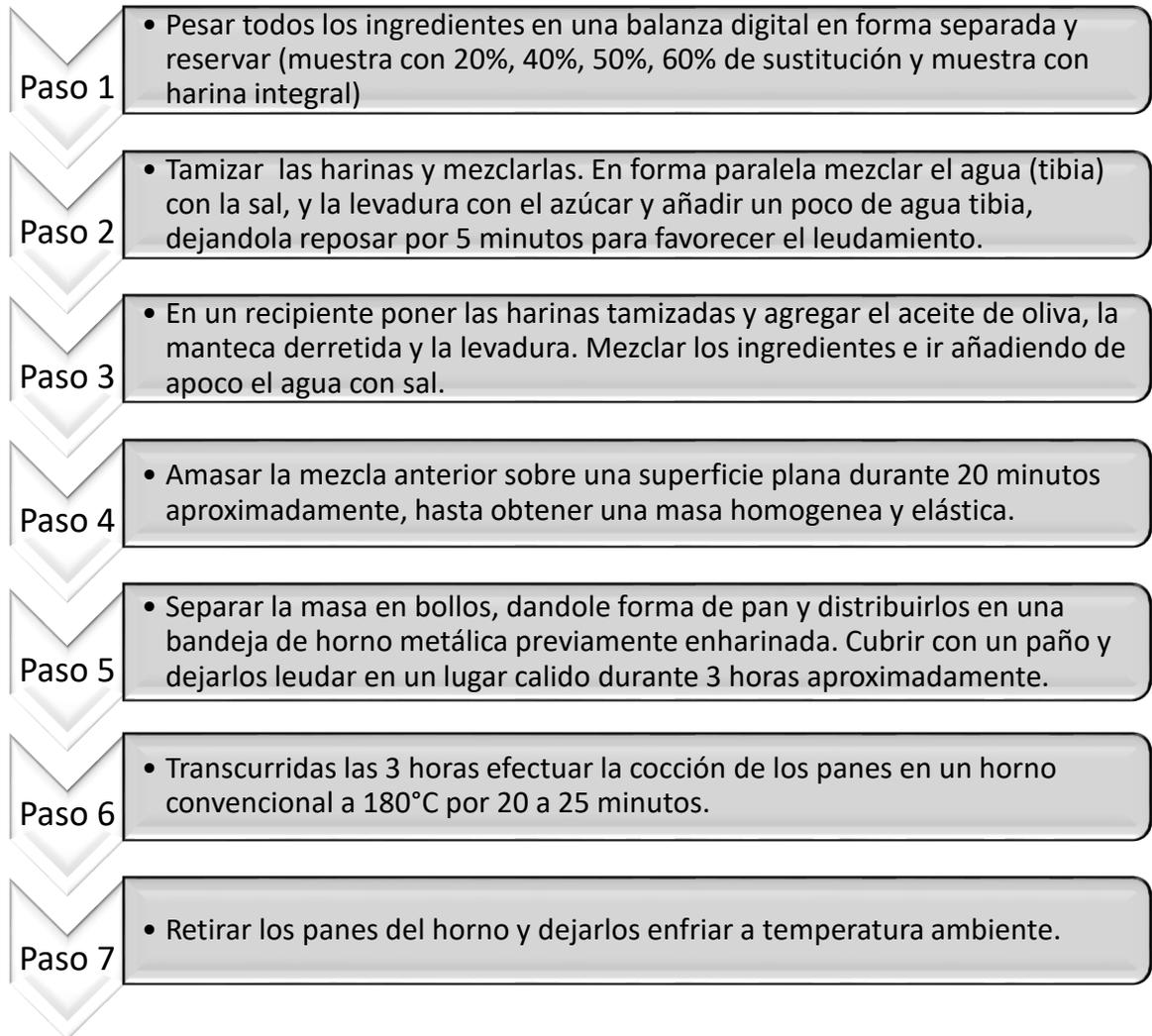
Los gramajes de los ingredientes para la formulación de las distintas muestras de pan se detallan en la tabla N°7.

Tabla N°7: Gramajes de los ingredientes para la formulación de las muestras de pan.

Ingredientes	M1 (60%)	M2 (50%)	M3 (40%)	M4 (20%)
Harina de trigo blanca (g)	80	60	50	40
Harina de bagazo (g)	20	40	50	60
Aceite de oliva (cc)	1	1	1	1
Levadura (g)	1	1	1	1
Manteca vegetal (g)	7	7	7	7
Sal (g)	1,5	1,5	1,5	1,5
Azúcar (g)	0,5	0,5	0,5	0,5
Agua (ml)	100	100	100	100

En la figura N°5, se describe el procedimiento para la elaboración del pan, el cual fue adaptado a partir de la receta estándar de pan integral.

Figura N°5: Procedimiento para la elaboración del pan.



4.4 Prueba preliminar

Se procedió a realizar una prueba preliminar de las 5 muestras de panes formulas con sustitución de harina de bagazo. Para esta prueba 5 jueces no entrenados evaluaron los parámetros de color, olor, sabor, consistencia, apariencia y textura bucal mediante el test “panel piloto” (Anexo 1) con el fin de determinar la cantidad de HB a incorporar en el alimento final sometido a las pruebas de aceptabilidad, saciedad y análisis proximal.

4.5 Análisis Químico Proximal

Se realizó el análisis químico-proximal a la muestra de pan con el porcentaje de sustitución más aceptado en la prueba preliminar (20%HB), usando la metodología establecida por la AOAC (2005), para determinar humedad, cenizas, proteína cruda, extracto etéreo y fibra dietética total, y por diferencia se calculó el extracto no nitrogenado. El análisis se llevó a cabo en las dependencias de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso, específicamente en los laboratorios de dicha institución.

4.5.1 Determinación de humedad

Para la muestra se utilizaron 5 g de pan de bagazo, en un crisol de porcelana el que es pesado en balanza de laboratorio. La muestra inicial (m_i) se lleva a estufa donde se somete a 103 °C entre 6 a 12 horas, la que posteriormente se enfría en desecadora y se vuelve a pesar obteniéndose la muestra final (m_f). El secado se mantiene hasta obtener un peso constante.

La humedad de la muestra, expresada en valor porcentual, se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(m_i - m_f) \times 100}{m_i}$$

4.5.2 Determinación de cenizas

Se incineró 1 g de muestra (m_i) en un crisol de porcelana previamente incinerado y pesado m_c a 550 ± 10 °C hasta la combustión completa de la materia orgánica y peso constante. Se enfría en la desecadora y posterior a esto se pesa (m_f).

La cantidad de minerales de la muestra, expresada en valor porcentual, se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(m_i - m_c) \times 100}{m_i}$$

4.5.3 Determinación de extracto etéreo (EE)

Se pesó 3 g de muestra (m_i) anteriormente secada en estufa a 103 ± 1 °C y se introduce en sobres de papel filtro. Estos últimos se colocan dentro de una cámara de extracción Soxhlet al cual se le vierten 100 ml de éter de petróleo para posteriormente dejarlos sifonar durante 6 horas. El balón receptor es secado y pesado previamente (m_b). El solvente que se encuentra en el balón se deja evaporar y se seca en la estufa a 60 °C hasta la obtención de un peso constante (m_f).

El contenido de grasas, expresado en valor porcentual, respecto a la cantidad de extracto etéreo (EE), se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ EE} = \frac{(\text{mf} - \text{mb}) \times 100}{\text{mi}}$$

4.5.4 Determinación de proteínas

Para cuantificar proteínas se utilizó el método Kjeldhal, en el cual se pesan 0,5 g de muestra (m_i) la que es transferida a un tubo de digestión Kjeldhal. Se adiciona al tubo $4,5 \pm 0,05$ g de sulfato de potasio, $0,5 \pm 0,05$ g de sulfato de cobre y $7 \pm 0,1$ ml de ácido sulfúrico concentrado. Se realiza la digestión de la muestra en el equipo digestor Kjeldhal durante 6 horas y después se deja enfriar. Para comenzar el proceso de destilación se agrega al tubo de digestión 50 ml de agua destilada y 50 ml de NaOH al 32%. Posteriormente se lleva al destilador Kjeldhal hasta obtener 150 ml del destilado en un matraz receptor que contiene 25 ml de solución saturada de ácido bórico y de 2 a 3 gotas de solución indicadora de Tashiro. Para valorar el destilado se añade solución HCL 0,01 N y se registra el volumen consumido en el procedimiento. Para descartar interferencias de compuestos nitrogenados de los reactivos utilizados se prepara un blanco.

El contenido de nitrógeno, expresado en valor porcentual de proteínas se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Proteínas} = \frac{(V_{\text{HCl}} - V_{\text{bco}}) \times N_{\text{HCl}} \times 14,007 \times 6,25}{M_i}$$

Dónde:

V_{HCL} = Volumen de HCl, expresado en litros, consumidos por muestra

V_{bco} = Volumen de HCl, expresado en litros, consumido en el blanco.

N_{HCL} = Normalidad del HCL.

M_i = Masa de la muestra desgrasante, expresada en g.

4.5.5 Determinación de fibra dietética total.

Se pesó 1 g de muestra (m_i) previamente desgrasada por duplicado; un duplicado se utiliza para determinar fibra soluble y otro para determinar fibra insoluble. Se agrega a las muestras 50 ml de buffer fosfatos pH 6, posteriormente se adiciona 100 μL de α -amilasa termoestable con incubación a 95 °C por 15 minutos, se deja enfriar y se ajusta a un pH 7,5 con NaOH 0,275 N. posteriormente se adiciona 0,1 ml de proteasa y se incuba en baño de agua a 60 °C por 30 minutos, se deja enfriar y se ajusta a pH entre 4 y 4,6 con HCL 0,325 N, luego se adiciona 0,1 ml de aminoglucosidasa y se incuba a 60 °C por 30 minutos. Una vez enfriada la solución, los duplicados se filtran y se lavan con agua; los residuos son retenidos en crisoles filtrantes (mr_{in}) anteriormente secados y tarados (mc_1) y corresponden al residuo insoluble.

El residuo soluble que se encuentra en la solución filtrada es precipitado durante 12 horas con volúmenes de etanol frío al 95 % v/v. el residuo es filtrado en crisoles secos que contienen 0,5 g de celite previamente pesado (mc_2) y se lavan con etanol 78%, 95% v/v. Los crisoles filtrantes con sus respectivos residuos son secados y pesados (mr_s). Uno de los duplicados tanto en fibra soluble e insoluble es incinerado en mufla a 550 °C para determinar el contenido de cenizas (c), al duplicado restante no se le utiliza para determinar

proteínas (P) por fallas técnicas de equipos de laboratorio , por tanto el contenido de fibra queda expresado sin descuento de proteína.

Los contenidos de fibra total (FDT), fibra soluble (FS) e insoluble (FI) expresada en valor porcentual, son determinados según las siguientes formulas:

$$\%FDT = \%FDS + \% FDI$$

$$\%FDI = \frac{R_i - (C + P)}{m_i} \times 100$$

$$\%FDS = \frac{R_s - (C + P)}{m_i} \times 100$$

Dónde:

$R_i = mr_{in} - mc_{in}$ corresponde al residuo insoluble

$R_s = mr_s - mc_s$ corresponde al residuo soluble

mc_{in} = masa crisol sin residuo insoluble

mc_s = masa crisol sin residuo soluble

mr_{in} = masa crisol con residuo insoluble

mr_s = masa crisol con residuo soluble

m_i = masa inicial

C = contenido de cenizas (g)

P = contenido de proteínas (g)

4.5.6 Determinación de los extractos no nitrogenados (ENN)

El extracto no nitrogenado se obtiene por diferencia mediante la siguiente fórmula:

$$\text{ENN} = 100 - (\%C + \%EE + \%P + \text{FDT})$$

Dónde:

C = Cenizas

EE = Extracto etéreo

P = Proteínas

FDT = Fibra dietética total

4.6 Preparación y desarrollo del estudio

Para la investigación fue necesario el reclutamiento de sujetos que quisieran participar del estudio, a través de la entrega de afiches informativos con los criterios de inclusión y exclusión de las distintas pruebas tanto.

Tanto los procesos para la obtención de la harina de bagazo, como la elaboración de las muestras de pan sometidas a las distintas pruebas, se desarrollaron en el Centro de Nutrición (CENUVAL). La caracterización de la composición química del pan, se realizó en los laboratorios de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso.

4.7 Prueba de aceptabilidad

La prueba de aceptabilidad se llevó a cabo con un panel de 33 jueces no entrenados, pertenecientes a la Facultad de Farmacia, con edades que fluctuaron entre los 18 y 35 años y de distinto sexo. Cada individuo se ubicó solo en un cubículo sin distractores y se entregó un consentimiento informado donde se explicó la finalidad del estudio (Anexo N°2).

Se valoró la aceptabilidad de la muestra seleccionada en la prueba preliminar utilizando una escala hedónica de 7 puntos, en la cual cada juez selecciono entre las opciones “me gusta mucho”, “me gusta bastante”, “me gusta ligeramente”, “no me gusta ni me disgusta”, “me disgusta ligeramente”, “me disgusta bastante” y “me disgusta mucho”, para cada una de las características organolépticas que se pedían: sabor, color, olor, textura, apariencia general y aceptabilidad general (anexo N°3).

4.8 Prueba de saciedad subjetiva

Esta prueba se realizó a 16 sujetos durante dos días consecutivos; el primer día se probó un pan integral control, y el segundo día se evaluó saciedad subjetiva con la muestra escogida en la prueba preliminar. Los participantes debieron cumplir con los criterios de inclusión adjuntos en el Anexo N° 4. Previo a la realización de la prueba fue evaluado el estado nutricional de cada uno de los participantes, considerando peso y talla. Para esto se utilizó de una balanza mecánica para adultos SECA 700 ®.

Se utilizó una encuesta de saciedad subjetiva la que consiste en un registro donde los individuos anotaron con una “X” en una escala de 1 (mínimo) a 7 (máximo) el nivel de saciedad, apetito, plenitud, deseos de consumir algún tipo de alimento, de acuerdo a su percepción individual (Anexo N° 5). Éstos se registraron en 5 tiempos:

Tiempo 1: Antes del consumo del pan

Tiempo 2: 30 minutos después del consumo del pan

Tiempo 3: 60 minutos después del consumo del pan

Tiempo 4: 90 minutos después del consumo del pan

Tiempo 5: 120 minutos después del consumo del pan.

Los sujetos que participaron en la prueba de saciedad subjetiva debieron llegar con un ayuno de mínimo 2 horas, para después hacerles la entrega del alimento a evaluar.

4.9 Análisis de datos estadísticos

El procesamiento de los resultados se realizó mediante el análisis de varianza ANOVA utilizando el software GraphPad Prism 7.02

5. RESULTADOS

5.1 Caracterización de la materia prima

De un total de 1.200 g de bagazo cervecero que fueron proporcionados, y en base al porcentaje de pérdida obtenido del tamizaje se obtuvo un total de 900 g de harina de bagazo cervecero. De este total, 170 gramos se destinaron a la elaboración de los panes para pruebas preliminares, otros 200 gramos se utilizaron en los panes destinados para las pruebas de aceptabilidad y 200 gramos para la prueba de saciedad.

5.2 Formulación preliminar de muestras de pan con HB

Los resultados obtenidos de la prueba preliminar están expresados en la Tabla N°8.

Tabla N°8: Resultados de la prueba preliminar.

% De adición HB	Valoración sensorial preliminar
20%	Valoración positivas para todos los parámetros sensoriales, puntaje promedio 5 (me gusta ligeramente)
40%	Parámetros olor y color tuvieron puntaje 4 (“ni me gusta ni me disgusta”). Textura bucal y sabor tuvieron puntaje 3 (“me disgusta ligeramente”) y apariencia con puntaje 4 (“ni me gusta ni me disgusta”). Muestra catalogada como ácida
50%	Parámetro olor tuvo puntaje 4. Apariencia, sabor, color y textura bucal tuvieron puntaje promedio de 2 (“me disgusta bastante”). Muestra catalogada como ácida.
60%	Todos los parámetros fueron considerados en promedio con puntaje 2 (“me disgusta bastante”)

Para las pruebas posteriores se utilizó la muestra con mayor aceptabilidad en la prueba preliminar, siendo ésta la muestra con 20% de HB. Además, la receta fue modificada agregando nuevos ingredientes, tales como, tomate deshidratado y orégano. El pan sometido a las pruebas posteriores tuvo un tamaño de 62g. Los gramajes de los diferentes ingredientes utilizados para la elaboración del pan se detallan en la tabla N°9.

Tabla N°9: Gramajes de los distintos ingredientes utilizados para la elaboración del pan de bagazo.

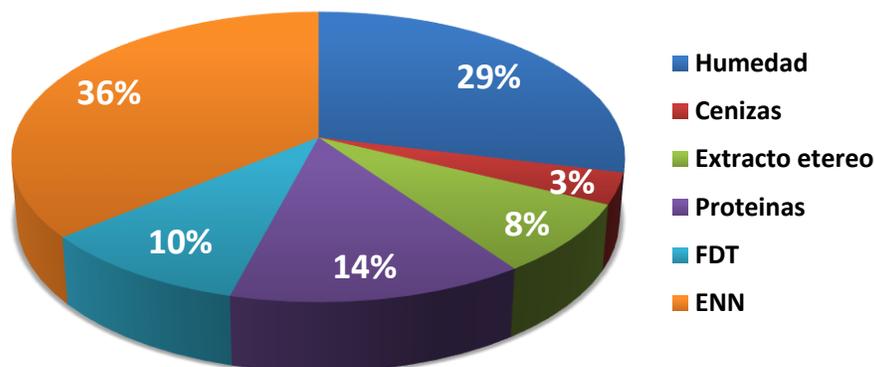
Ingredientes	g/ mL
Harina de trigo	1000g
Harina de bagazo	200g
Aceite de oliva	10mL
Levadura	15g
Manteca vegetal	80g
Tomate deshidratado	60g
Orégano	6g
Sal	20g
Azúcar	5g
Agua	300mL

5.3 Análisis Proximal

Composición proximal del pan en base a bagazo cervecero

El primer procedimiento del análisis proximal realizado, fue determinar la humedad de la muestra, en donde se obtuvo un 28,83%, y una masa seca de 71,17%. El análisis de las cenizas y macronutrientes se realizó en base a materia seca y los resultados se exponen en el Gráfico N°1.

Grafico N°1: Composición proximal del pan en base a bagazo cervecero.



Esta muestra está compuesta por un 36% de hidratos de carbono disponibles, un 10% de fibra dietética total y un 14% de proteínas, los cuales representan los principales nutrientes del pan de bagazo. En el Anexo N°6 se desglosan los valores obtenidos para humedad, cenizas, extracto etéreo, proteínas, fibra dietética total y de extracto no nitrogenado.

5.4 Prueba de aceptabilidad

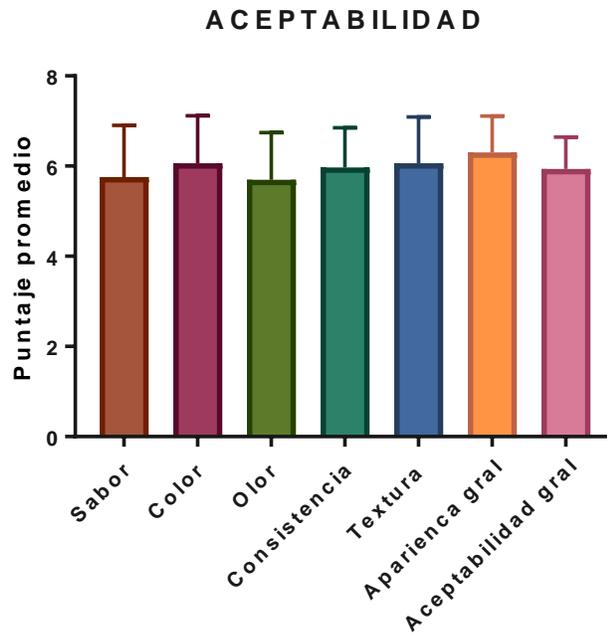
Se realizó la prueba de aceptabilidad a un total de 33 sujetos donde se les dio a probar el pan con 20% de HB cuyas características nutricionales se presentan en la tabla N° 10.

Tabla N°10: Composición nutricional del pan con 20% HB en estudio por porción (62g)

Alimento	Porción (g)	Energía (Kcal)	Proteína (g)	Carbohidratos disponibles (g)	Lípidos (g)	Fibra dietética total (g)
Pan de bagazo	62	168,4	8,55	22,35	4,97	6,12

Los resultados de la prueba de aceptabilidad, respecto a los distintos parámetros estudiados se expresan en el Gráfico N°2.

Gráfico N°2: Resultados de los parámetros sensoriales de la prueba de aceptabilidad



En el Gráfico N°2 se puede apreciar que todos los parámetros de aceptabilidad analizados no presentaron rechazo por parte de los participantes. De un total de 33 sujetos el promedio de aceptabilidad fue de 6 puntos, correspondiente a “me gusta bastante” para las variables sabor, color, olor, consistencia, textura, apariencia general y aceptabilidad general.

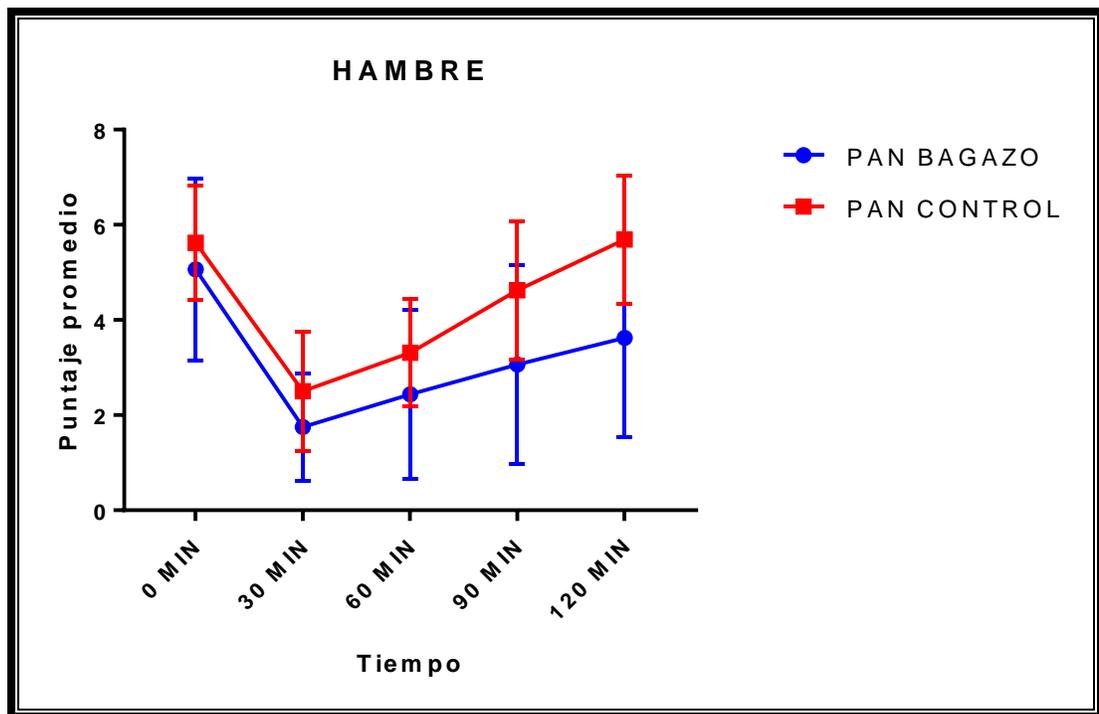
En relación a la aceptabilidad general ésta alcanzó un promedio de $5,94 \pm 0,7$ puntos, siendo el descriptor con menor variación.

5.5 Prueba de saciedad subjetiva

Para el desarrollo de esta prueba se utilizaron dos panes, uno con adición de 20% HB y un pan integral control marca Kingsbury.

El gráfico N°3 presenta los puntajes promedio obtenidos en la encuesta de saciedad subjetiva para la sensación de hambre del pan control y el pan con 20% de HB.

Gráfico N°3: Puntaje promedio de la sensación de hambre

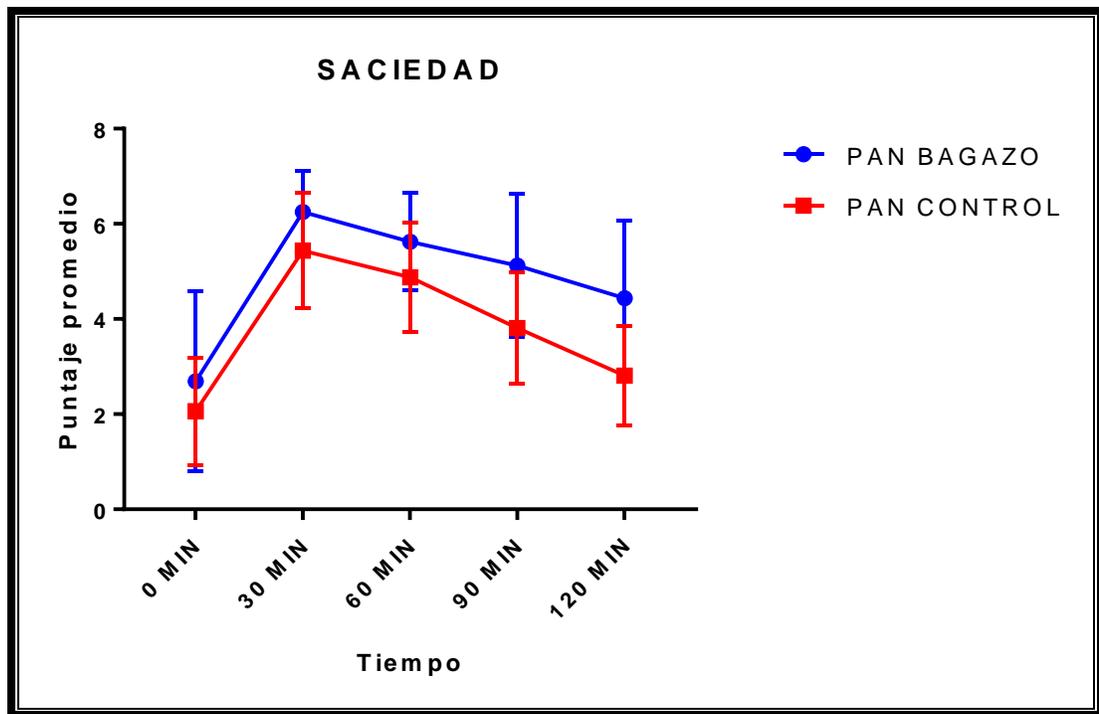


Significancia estadística $p < 0.05$

Respecto a la sensación de hambre se puede observar del gráfico N°3 que el pan control presentó en todos los tiempos una mayor sensación de hambre respecto al pan con 20% de HB.

En cuanto al promedio del puntaje de hambre se observaron diferencias significativas entre las muestras desde los 90 minutos ($p < 0.02$) hasta los 120 minutos ($p < 0.0016$). En la muestra formulada a partir de HB el promedio de hambre fue menor y no superó el puntaje inicial al término de la prueba, no así en el pan control donde el hambre volvió a ser el mismo que al inicio de la prueba.

Grafico N°4: Puntaje promedio de la sensación de Sacidad



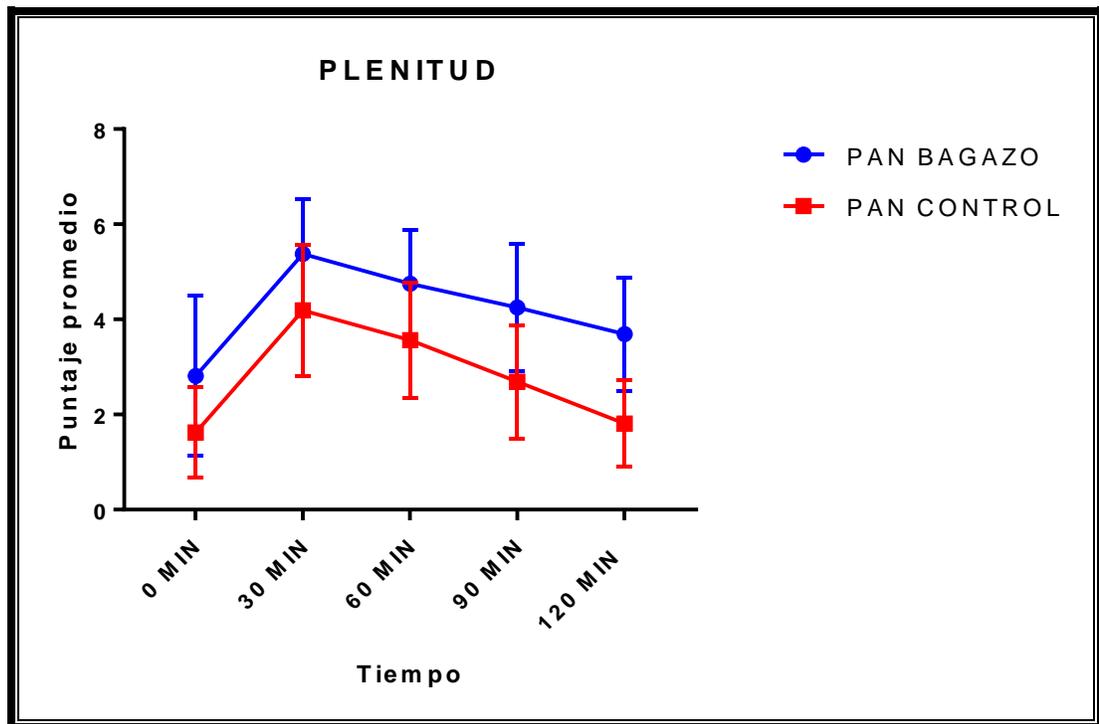
Significancia estadística $p < 0.05$

Respecto al gráfico N°4 se observa que la sensación de saciedad que presenta el pan con 20% de HB fue mayor que la del pan control en todos los tiempos de la prueba.

En cuanto a los promedios de saciedad hubo diferencias significativas a partir del minuto 90 ($p < 0.02$) hasta el minuto 120 ($p < 0.002$), lo que se traduce en una mayor sensación de saciedad proporcionada por el pan de bagazo al término de la prueba.

Cabe destacar que al tiempo cero el promedio de saciedad en ambas muestras fue similar, sin embargo, al finalizar la prueba el pan control volvió al valor inicial, no así el pan de bagazo donde su saciedad finalizó con un puntaje mayor.

Grafico N°5: Puntaje promedio de la sensación de Plenitud

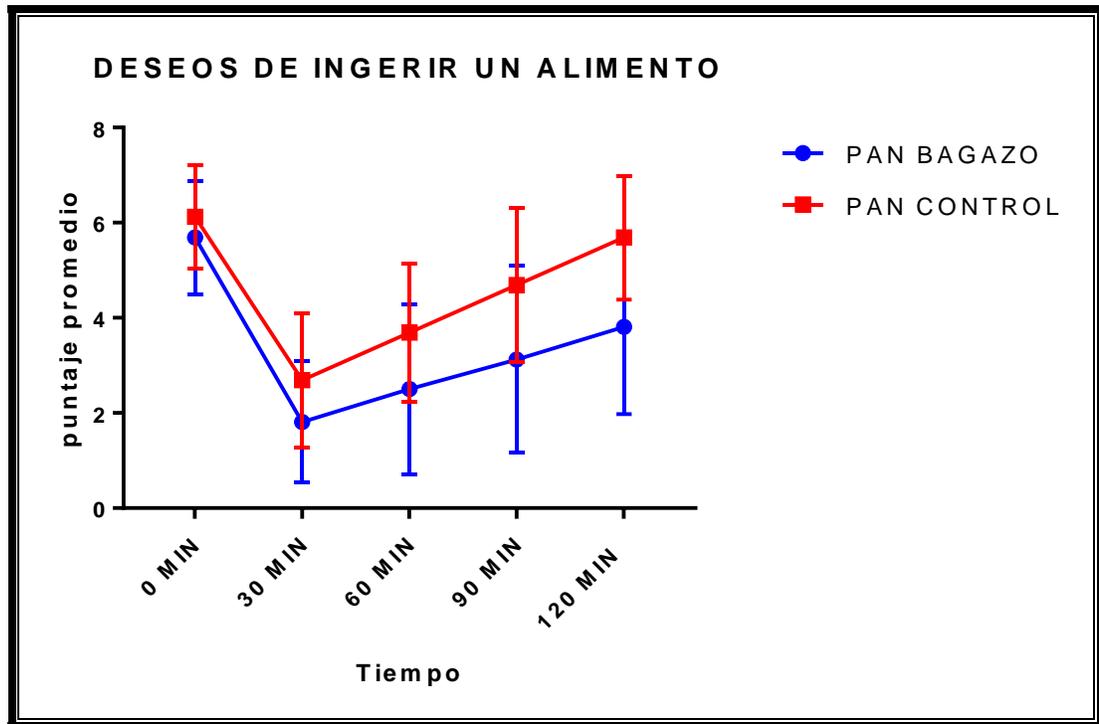


Significancia estadística $p < 0.05$

En el gráfico N°5 se observa la sensación de plenitud la cual se mantuvo durante toda la prueba significativamente menor en el pan control. En el minuto 30 se observa que la

plenitud alcanzada por el pan de bagazo fue mayor y su disminución fue menor finalizando con una mayor plenitud que el pan control.

Grafico N°6: Puntaje promedio para Deseo de ingerir un alimento



Significancia estadística $p < 0.05$

El deseo de ingerir un alimento se muestra en el gráfico N°6, al inicio de éste se puede observar que los puntajes promedios son similares, los cuales disminuyeron a los 30 minutos, sin embargo, hubo menor deseo de ingerir un alimento con el pan con 20% HB, mostrando diferencias significativas a partir del minuto 90 ($p < 0.02$) hasta el minuto 120 ($p < 0.003$).

6. DISCUSIÓN

Durante los últimos años la población chilena ha experimentado notables cambios en sus hábitos alimentarios, mostrando un aumento creciente en el consumo de alimentos industrializados debido al acelerado ritmo de vida actual. La Encuesta Nacional de Consumo Alimentario (ENCA) determinó que los chilenos consumen exceso de grasas saturadas, azúcares y sodio en todos los grupos etarios, pero los porcentajes más altos se observan en los niveles socioeconómicos más bajos y en áreas rurales. Además, la ENCA reflejó que el consumo de pan es trascendental, y también es mayor en los niveles socioeconómicos más bajos, y suele ser el alimento que está presente en casi todos los tiempos de comida, posicionándolo como indispensable en la dieta de los chilenos (11).

Para lograr introducir un alimento nuevo, es necesario conocer el contexto cultural de la población en la cual se desea incorporar, teniendo en cuenta los beneficios que puedan tener los nuevos alimentos, y para ello es necesario contar con ingredientes que sean aceptables y que posean un valor agregados, como lo es el bagazo cervecero, y en su defecto, la HB, que es considerado un residuo agroindustrial y con él se puede innovar en la elaboración de productos de panificación.

Es importante mencionar el bajo cumplimiento del requerimiento diario de fibra dietética en la población chilena. Debido a este motivo es necesario incorporar en el mercado, productos de panificación que aporten fibra dietética, pero que además sean de un valor accesible para todos, donde el bagazo cervecero resulta ser un ingrediente atractivo debido a que posee ambas características.

Para incorporar el bagazo cervecero como ingrediente adicional es necesario convertirlo en harina, ya que es demasiado granular para la adición directa en los alimentos. Además, existen algunas limitaciones en su uso, debido a su textura y sabor invasivo, por lo que las cantidades a adicionar en un alimento deben ser pequeñas, como se vio reflejado en la prueba preliminar, donde la adición de HB mayor al 20% tuvo baja aceptabilidad, y el pan con 20% de HB fue evaluado con nota 5 (me gusta ligeramente) en todos los parámetros sensoriales evaluados. Lo que coincide con lo revisado en estudios previos basados en la elaboración de productos de panadería donde se afirma que debido a las alteraciones del sabor y de las propiedades físicas (por ejemplo textura) de los productos finales, se deben incorporar cantidades relativamente pequeñas (5-10%) (24).

Al adicionar un 20% de HB se mejoró el valor nutricional del pan, duplicando el contenido de fibra dietética total y aumentando el contenido de proteínas, respecto al pan control, clasificándolo además como un alimento “alto en fibra” según el Reglamento Sanitario de los Alimentos, debido a su porcentaje de fibra por porción habitual de consumo.

Asimismo, fueron atribuidas propiedades funcionales importantes al producto elaborado, como la capacidad de producir saciedad a corto plazo, al reducir la velocidad de vaciamiento gástrico y retardar la digestión de macronutrientes en el tracto gastrointestinal (25). Capacidad que también es atribuible a la proteína, debido a que existe una relación en donde una alta ingesta en proteínas produce un mayor gasto energético en reposo, ya que la termogénesis de las proteínas requiere un mayor consumo de oxígeno y un aumento de la temperatura corporal, lo que conduce a promover la saciedad (26). A la vez, el consumo de proteínas, genera en el hígado una alta oxidación, incrementando la producción de ATP, la

cual es captada por el hipotálamo, induciendo así una mayor saciedad.

La ingesta de proteínas causa diferentes respuestas relacionadas con la producción de hormonas anorexígenas. La GLP-1 es una de ellas, la cual después de una alta ingesta de proteínas junto con carbohidratos, en el tracto gastrointestinal, inhibe la secreción de ácido gástrico, inducida por la ingestión de alimentos, retrasa el vaciamiento gástrico y promueve la distensión gástrica, con lo que crea sensación de saciedad (27).

Para analizar el efecto que tiene un alimento alto en fibra dietética sobre el hambre, saciedad, plenitud y deseo de ingerir un alimento, se utilizó una encuesta de saciedad subjetiva que permitió evaluar la percepción que los sujetos tienen sobre estas variables.

Los valores de proteína y fibra dietética total, se pueden relacionar con los resultados de los parámetros obtenidos en la prueba de saciedad, donde la sensación de hambre fue menor con el pan de bagazo y cuyo resultado está directamente relacionado con una mayor sensación de saciedad, como también con el menor deseo de ingerir un alimento durante la aplicación de la prueba. Es importante mencionar que una vez finalizada la prueba de saciedad, los puntajes de los parámetros evaluados en el pan de bagazo no volvieron a su valor inicial, no así con el pan control.

Cabe destacar que se consideró un ayuno por lo menos dos horas, el cual varió entre un individuo y otro. Lo anterior, es un factor adicional a considerar, ya que ésta situación produce un aumento o una disminución de hambre y saciedad respectivamente, generada por péptidos que incrementan la ingesta de alimentos (28).

Finalmente, el pan elaborado en base a HB tuvo una gran aceptabilidad y características sensoriales aprobadas por los sujetos del estudio, lo que demuestra ser una alternativa para la elaboración de productos integrales que a la vez presenten características nutricionales saludables.

En general el bagazo cervecero siendo un residuo agroindustrial de bajo costo, posee un valor agregado al ser una fuente de fibra dietética y proteínas, proporcionando una serie de beneficios cuando se incorpora en alimentos del consumo humano. Por lo tanto, es posible introducir al bagazo cervecero en la industria de productos alimenticios, proporcionando mayor variedad de productos con un valor nutritivo agregado y accesible para la población.

7. CONCLUSION

Formulado el pan de harina de bagazo y realizadas las pruebas de análisis proximal, aceptabilidad sensorial y saciedad subjetiva se concluye que:

- Se puede elaborar un pan integral alto en fibra dietética usando como ingrediente principal harina de bagazo cervecero.
- Fue posible establecer el porcentaje de sustitución de harina de bagazo logrando formular un producto con buenas características organolépticas y con gran aceptabilidad obteniendo un puntaje promedio 6 (“me gusta bastante”), demostrando ser un ingrediente atractivo para la elaboración de productos alimentarios.
- La adición de harina de bagazo cervecero a un pan mejora las propiedades nutricionales de este alimento y aumenta la sensación de saciedad a corto plazo en comparación a un pan integral control.
- Se puede concluir que la sensación de saciedad no sólo es atribuible a la cantidad de fibra dietética, ya que a través del análisis proximal se reveló que el producto elaborado contiene un buen aporte de proteína, cuyos efectos en el apetito ya son conocidos.
- En relación lo expuesto anteriormente, la hipótesis planteada es aceptada dando paso a futuros estudios e impulsando el uso de este residuo en la elaboración de otros alimentos.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Percepción de los consumidores sobre productos hortofrutícolas, lácteos, carnes y pan. Marzo 2009.
2. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Evolución del consumo aparente de los principales alimentos en Chile; 2003-2013.
3. www.sernac.cl, Estudios y precios: Reporte mensual de Pan, Área Metropolitana- Octubre 2015. Fecha de consulta Julio de 2016.
4. www.chilealimentos.cl, Noticias: Consumo de panes elaborados ya alcanza al 10% de las ventar del sector. Fecha de consulta. Fecha de consulta Julio de 2016.
5. Schmidt-Hebbel H, Aditivos alimentarios y la reglamentación de los alimentos, Fundación Chile, 1990, Pág: 122 y 125.
6. Escudero E, González S. La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria*, 2006; 21: 61-72
7. Chawlaand R, Patil G. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2010; 9:178–196.
8. Marlett J, McBurney M. Slavin J. American Dietetic Association: Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. *Journal American Dietetic Association*, 2002; 102: 993-1000.
9. Brownlee I. The physiological roles dietary fibre. Institute for Cell and Molecular Biosciences, Medical School, Newcastle University, Newcastle; 2009.

10. Pak N. La fibra dietética en la nutrición humana, importancia en la salud. Anales de la Universidad de Chile, 2000, Sexta serie: N° 11, 119-130.
11. MINSAL. Encuesta Nacional de Consumo Alimentario (ENCA) 2010-2011. Facultad de Medicina, Facultad de Economía y Negocios. Universidad de Chile.
12. Edel A, Rosell C. De tales harinas, tales panes: Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. Báez ediciones, 2007, pags. 160-186; 228-229.
13. Lutz M, Edel A, Aspectos nutricionales y saludables de los productos de panificación, Universidad de Valparaíso, Chile, 2009, pág: 51-70.
14. Havrlentová M, Petrolaková Z, Burfavorá A, Cago F, Hlinková A, Sturdik E. Cereal B-glucans and their significance for the preparation- A review. CJFS.2011. Vol. 29, n°1, págs: 1-14.
15. Fărcaș. A., Tofană, M., Socaci, S., Mudura, E., Scrob, S., Salanță, L., Mureșan, V. Brewer's spent grain – A new potential ingredient for functional foods. Journal of Agroalimentar y Processes and Technologies 2014, 20(2); 137-141.
16. Pizarro C; Ronco M, y Gotteland R. β-glucanos: ¿Qué tipos existen y cuáles son sus beneficios en la salud? Rev. chil. nutr. 2014, vol.41.439-446.
17. Yamlahi, A. E., and M. Ouhssine. 2013. Utilization of barley (*Hordeum vulgare* L.) flour with common wheat (*Triticum aestivum* L.) flour in bread-making. Annals of Biological Research. 2013:119–129.

18. Mussatto, S.I. Brewer's spent grain: a valuable feedstock for industrial applications. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2014; 94:1264-75.
19. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). *Bagazo de cerveza húmedo*. 2004.
20. Mussatto, S.I., Dragone, G., Roberto, I.C. Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of Cereal Science* 43 (2006) 1–14.
21. Westerterp-Plantenga M, Rolland V, Wilson S, Westerterp K. Satiety related to 24 h diet-induced thermogenesis during high protein/carbohydrate vs high fat diets measured in a respiration chamber. *European Journal Clinical Nutrition*, 1999; 53: 495-502.
22. Milke GMP. Ghrelina: más allá de la regulación del hambre. *Revista de Gastroenterología, México*, 2005; 70.
23. Sanchez K, Sanchez R, Green D. Estrategias nutricionales para evitar la saciedad temprana en pacientes oncológicos. *Revista de endocrinología y nutrición*. Vol. 16. Nº 2, 2008, 83-91.
24. Hassona, H.Z., 1993. High fibre bread containing brewer's spent grains and its effect on lipid metabolism in rats. *Die Nahrung* 37, 576–582.
25. Karhunen L, Juvonen K, Flander S and col. A Psyllium Fiber-Enriched Meal Strongly Attenuates Postprandial Gastrointestinal Peptide Release in Healthy Young Adults. *The Journal of Nutrition*, 2010, 140: 737-744.

26. Douglas J, Westman E, Mattes R y col. Protein, weight management, and satiety, American Society for Nutrition Clinical, 2008, vol. 87, N° 5.
27. Lejeune M, Westerterp K, Adam T, Luscombe-Marsh N, Westerterp-Plantenga M. Ghrelin and glucagon-like peptide 1 concentrations, 24-h satiety, and energy and substrate metabolism during a high-protein diet and measured in a respiration chamber. American Journal Clinical Nutrition, 2006;83:89-94.
28. Basulto J, Roura A, Calbet D. Valoración de las sensaciones de apetito, hambre y saciedad mediante la utilización de sustitutos de comida. Ensayo aleatorio, abierto y cruzado. Actividad dietética, 2008, Supl. 2: 47-55.

9. ANEXOS

Anexo N°1:

Prueba preliminar

Luego de degustar el producto y utilizando la escala del 1 al 7 para valorar los parámetros sensoriales, realice la siguiente evaluación, marcando con una “x”:

Escala	Descriptor
1	Me disgusta mucha
2	Me disgusta bastante
3	Me disgusta ligeramente
4	Ni me gusta ni me disgusta
5	Me gusta ligeramente
6	Me gusta bastante
7	Me gusta mucho

Muestra	Apariencia	Color	Olor	Sabor	Consistencia	Textura bucal
M1						
M2						
M3						
M4						

Anexo N°2:

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado (a) Paciente:

Le invitamos a participar en el estudio para optar al Título de Nutricionista desarrollado por María José Lara RUT: 16.814.048-7 y Anapaula López RUT: 17.964.639-0, dirigido por Silvia Sepúlveda en la Universidad de Valparaíso.

El estudio se titula “Estudio de aceptabilidad y saciedad de un pan integral elaborado en base a bagazo cervecero como fuente de fibra dietética” y su objetivo es Formular un pan integral alto en fibra dietética que tenga aceptabilidad y aumente la saciedad, utilizando como ingrediente alimentario el bagazo cervecero.

Su participación es voluntaria y puede elegir ser o no ser parte del estudio, de modo que si se niega a participar seguirá recibiendo la misma atención que hasta ahora. De igual forma, si usted acepta participar, puede retirarse en cualquier momento que estime conveniente, sin problemas ni sanciones.

Durante el estudio de aceptabilidad sensorial se utilizarán tres formulaciones del producto elaborado con distintas concentraciones de bagazo de cebada, las cuales deberán probar y calificar por medio de un cuestionario (Escala Hedónica). Sus datos serán identificados por medio de sus iniciales, de manera que toda la información recopilada al respecto será estrictamente confidencial. Asimismo, es importante destacar que su participación es gratuita y ninguno de los miembros del equipo en este estudio recibirá dinero ni compensaciones por ello. El estudio tiene una duración aproximada de 2 semanas.

Formulario de consentimiento informado:

Yo, _____, RUT: _____, con fecha ___/___/___,
declaro que me ha sido leída y he leído la información proporcionada, he podido aclarar
mis dudas y mis preguntas han sido contestadas satisfactoriamente. Autorizo
voluntariamente para que se utilice la información solicitada anteriormente.

ACEPTO

Anexo N°3:

Prueba de aceptabilidad

Instrucciones: El siguiente test tiene como propósito evaluar las muestras de los alimentos que se le presenten a continuación. Pruebe la muestra e indique con una cruz el nivel de agrado que mejor describa su reacción para cada atributo del producto.

Escala	Descriptor
1	Me disgusta mucha
2	Me disgusta bastante
3	Me disgusta ligeramente
4	Ni me gusta ni me disgusta
5	Me gusta ligeramente
6	Me gusta bastante
7	Me gusta mucho

N° de muestra	Parámetros sensoriales						
	Sabor	Color	Olor	Consistencia	Textura	Apariencia general	Aceptabilidad general
1							

Anexo N°4:

CRITERIOS PRUEBA DE SACIEDAD SUBJETIVA

Criterios de inclusión:

1. Edad entre 18 y 35 años.
2. Estado nutricional normal (IMC= 18,5 - 24,9)
3. Personas que acepten participar luego de la prueba de aceptabilidad, en la prueba de saciedad y consumir una preparación en base a bagazo cervecero.
4. Disposición de tiempo para desarrollar las pruebas de aceptabilidad y luego saciedad subjetiva.

Criterios de exclusión:

1. Con medicación que afecte el apetito o la ingesta de alimentos.
2. Aquellos que practiquen dietas hipocalóricas o regímenes especiales para bajar o ganar peso.
3. Mujeres embarazadas o en período de lactancia.
4. Sujetos que presenten alergias alimentarias a alguno de los alimentos a consumir.
5. Aquellos que hayan tomado desayuno o alguna comida previa a la prueba.
6. Personas que presenten alguna patología que por su tratamiento nutricional y/o médico, les impida realizar las pruebas.

Anexo N°5:

ENCUESTA DE HAMBRE-SACIEDAD SUBJETIVA PARA TESIS

“Estudio de aceptabilidad y saciedad de un pan integral elaborado en base a bagazo
cervecero como fuente de fibra dietética”

Nombre:

Edad:

Tiempo de prueba:

Hora:

1.- Marque con una X su grado de Hambre (sensación fisiológica de necesidad de ingerir algún alimento) en la siguiente escala, entendiéndose con el número 1 “no tengo nada de hambre” y con el 7 “tengo mucha hambre”.

1	2	3	4	5	6	7

2.- Marque con una X su grado de Saciedad (sensación de no requerir comer durante un cierto tiempo) en la siguiente escala, entendiéndose con el número 1 “no estoy satisfecho” y con el 7 “estoy muy satisfecho”.

1	2	3	4	5	6	7

3.- Marque con una X su grado de Plenitud en la siguiente escala, entendiéndose con el número 1 “No tengo nada de plenitud” y con el 7 “Tengo la mayor sensación de plenitud”.

1	2	3	4	5	6	7

4.- Marque con una X su grado de deseo de ingerir algún alimento en la siguiente escala, entendiéndose con el número 1 “Ningún deseo de ingerir algún alimento” y con el 7 “Tengo muchos deseos de ingerir algún alimento”.

1	2	3	4	5	6	7

¡Muchas gracias!

Anexo N° 6: Resultados análisis proximal del pan con 20% HB

	Crisol	muestra	cenizas	%cenizas
1	19,665	1,089	0,0384	3,53%
2	17,301	1,024	0,0363	3,54%
3	15,23	1,018	0,0345	3,39%
promedio				3,49%
desvest				0,09%

	aluz	masa	masa seca	%MS	%Humedad
1	0,792	5,019	4,346	70,81%	29,19%
2	1,021	5,152	4,696	71,33%	28,67%
3	1,199	5,055	4,81	71,43%	28,57%
4	0,797	5,151	4,459	71,09%	28,91%
promedio				71,17%	28,83%
desvest				0,28%	0,28%

	balon	muestra	balon+aceite	%EE
1	103,798	3,005	104,037	7,95%
2	111,153	3,044	111,397	8,02%
3	105,543	3,066	105,786	7,93%
promedio				7,96%
desvest				0,05%

	muestra	VHCl	% Proteínas
1	0,5062	8,29	14,34%
2	0,5066	7,83	13,53%
3	0,506	7,81	13,51%
promedio			13,79%
desvest			0,47%

	masa	crisol	celite	FDT+celite+crisol	masa FDT	cenizas	%cenizas	muestra	VHCl	% Proteínas	FDT*
C1	1,0031	42,2634	0,5034	45,4836	2,7168	0,1178					
C2	1,0018	39,2903	0,5093	39,9938	0,1942	0,0631	32,49%				10,01%
P3	1,0013	39,3692	0,5031	40,0698	0,1975			0,2486	4,39	15,46%	10,18%
P4	1,0012	48,4914	0,5067	49,1811	0,1830			0,2357	4,47	16,60%	9,43%
promedio							32,49%			16,03%	9,87%
desvest											0,39%

	promedio	desvesviación estandar	Kcal/100 g	gramos	62g
Humedad	28,83%	0,28%			
Cenizas	3,49%	0,09%			
Extracto etereo	7,96%	0,05%	71,68	7,96	4,94
Proteinas	13,79%	0,47%	55,17	13,79	8,55
FDT	9,87%	0,39%		9,87	6,12
ENN	36,05%		144,19	36,05	22,35
			271,05		

	%	g
FDT	9,87	
FDS	2	0,20
FDI	53	5,2

Anexo N°7: Análisis estadístico de Aceptabilidad

	Sabor	Color	Olor	Consistencia	Textura	Apariencia general	Aceptabilidad general
Number of values	33	33	33	33	33	33	33
Minimum	3	3	4	4	3	4	4
25% Percentile	5	5,5	5	5	6	6	6
Median	6	6	6	6	6	6	6
75% Percentile	6,5	7	6,5	7	7	7	6
Maximum	7	7	7	7	7	7	7
Mean	5,758	6,061	5,697	5,97	6,061	6,303	5,939
Std. Deviation	1,146	1,059	1,045	0,8833	1,029	0,8095	0,7044
Std. Error of Mean	0,1996	0,1843	0,182	0,1538	0,1791	0,1409	0,1226
Lower 95% CI	5,351	5,685	5,326	5,656	5,696	6,016	5,69
Upper 95% CI	6,164	6,436	6,068	6,283	6,425	6,59	6,189

Anexo N°8: Análisis estadístico Hambre

Table Analyzed	HAMBRE				
Two-way ANOVA	Ordinary				
Alpha	0,05				
Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?	
Interaction	1,917	0,2884	ns	No	
Row Factor	32,82	<0,0001	****	Yes	
Column Factor	8,185	<0,0001	****	Yes	
ANOVA table	SS	DF	MS	F (DFn, DFd)	P value
Interaction	12,66	4	3,166	F (4, 150) = 1,26	P=0,2884
Row Factor	216,8	4	54,2	F (4, 150) = 21,57	P<0,0001
Column Factor	54,06	1	54,06	F (1, 150) = 21,51	P<0,0001
Residual	376,9	150	2,513		

Sidak's multiple comparisons test	Mean Diff,	95,00% CI of diff,	Significant?	Summary	Adjusted P Value
PAN BAGAZO - PAN CONTROL					
0 MIN	-0,5625	-2,021 to 0,8956	No	ns	0,8516
30 MIN	-0,75	-2,208 to 0,7081	No	ns	0,6357
60 MIN	-0,875	-2,333 to 0,5831	No	ns	0,4740
90 MIN	-1,563	-3,021 to -0,1044	Yes	*	0,0296
120 MIN	-2,063	-3,521 to -0,6044	Yes	**	0,0016
Test details	Mean 1	Mean 2	Mean Diff,	SE of diff,	N1
PAN BAGAZO - PAN CONTROL					
0 MIN	5,063	5,625	-0,5625	0,5605	16
30 MIN	1,75	2,5	-0,75	0,5605	16
60 MIN	2,438	3,313	-0,875	0,5605	16
90 MIN	3,063	4,625	-1,563	0,5605	16
120 MIN	3,625	5,688	-2,063	0,5605	16

Anexo N°9: Análisis estadístico Sacidad

Table Analyzed	SACIEDAD				
Two-way ANOVA	Ordinary				
Alpha	0,05				
Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?	
Interaction	1,075	0,4875	ns	No	
Row Factor	44,43	<0,0001	****	Yes	
Column Factor	7,806	<0,0001	****	Yes	
ANOVA table	SS	DF	MS	F (DFn, DFd)	P value
Interaction	5,787	4	1,447	F (4, 150) = 0,8634	P=0,4875
Row Factor	239,2	4	59,8	F (4, 150) = 35,68	P<0,0001
Column Factor	42,02	1	42,02	F (1, 150) = 25,08	P<0,0001
Residual	251,4	150	1,676		

Sidak's multiple comparisons test	Mean Diff,	95,00% CI of diff,	Significant?	Summary	Adjusted P Value
PAN BAGAZO - PAN CONTROL					
0 MIN	0,625	-0,5658 to 1,816	No	ns	0,6158
30 MIN	0,8125	-0,3783 to 2,003	No	ns	0,3333
60 MIN	0,75	-0,4408 to 1,941	No	ns	0,4205
90 MIN	1,313	0,1217 to 2,503	Yes	*	0,0234
120 MIN	1,625	0,4342 to 2,816	Yes	**	0,0026
Test details	Mean 1	Mean 2	Mean Diff,	SE of diff,	N1
PAN BAGAZO - PAN CONTROL					
0 MIN	2,688	2,063	0,625	0,4577	16
30 MIN	6,25	5,438	0,8125	0,4577	16
60 MIN	5,625	4,875	0,75	0,4577	16
90 MIN	5,125	3,813	1,313	0,4577	16
120 MIN	4,438	2,813	1,625	0,4577	16

Anexo N°10: Análisis estadístico Plenitud

Table Analyzed	PLENITUD				
Two-way ANOVA	Ordinary				
Alpha	0,05				
Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?	
Interaction	0,6952	0,7279	ns	No	
Row Factor	30,67	<0,0001	****	Yes	
Column Factor	17,58	<0,0001	****	Yes	
ANOVA table	SS	DF	MS	F (DFn, DFd)	P value
Interaction	3,1	4	0,775	F (4, 150) = 0,5107	P=0,7279
Row Factor	136,8	4	34,19	F (4, 150) = 22,53	P<0,0001
Column Factor	78,4	1	78,4	F (1, 150) = 51,66	P<0,0001
Residual	227,6	150	1,518		

Sidak's multiple comparisons test	Mean Diff,	95,00% CI of diff,	Significant?	Summary	Adjusted P Value
PAN BAGAZO - PAN CONTROL					
0 MIN	1,188	0,05438 to 2,321	Yes	*	0,0353
30 MIN	1,188	0,05438 to 2,321	Yes	*	0,0353
60 MIN	1,188	0,05438 to 2,321	Yes	*	0,0353
90 MIN	1,563	0,4294 to 2,696	Yes	**	0,0023
120 MIN	1,875	0,7419 to 3,008	Yes	***	0,0002
Test details	Mean 1	Mean 2	Mean Diff,	SE of diff,	N1
PAN BAGAZO - PAN CONTROL					
0 MIN	2,813	1,625	1,188	0,4355	16
30 MIN	5,375	4,188	1,188	0,4355	16
60 MIN	4,75	3,563	1,188	0,4355	16
90 MIN	4,25	2,688	1,563	0,4355	16
120 MIN	3,688	1,813	1,875	0,4355	16

Anexo N°11: Análisis estadístico Deseo de ingerir un alimento

Table Analyzed	DESEOS DE INGERIR UN ALIMENTO				
Two-way ANOVA	Ordinary				
Alpha	0,05				
Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?	
Interaction	1,518	0,3561	ns	No	
Row Factor	38,57	<0,0001	****	Yes	
Column Factor	8,407	<0,0001	****	Yes	
ANOVA table	SS	DF	MS	F (DFn, DFd)	P value
Interaction	10,19	4	2,547	F (4, 150) = 1,106	P=0,3561
Row Factor	258,8	4	64,7	F (4, 150) = 28,08	P<0,0001
Column Factor	56,41	1	56,41	F (1, 150) = 24,48	P<0,0001
Residual	345,6	150	2,304		

Sidak's multiple comparisons test	Mean Diff,	95,00% CI of diff,	Significant?	Summary	Adjusted P Value
PAN BAGAZO - PAN CONTROL					
0 MIN	-0,4375	-1,834 to 0,9586	No	ns	0,9322
30 MIN	-0,875	-2,271 to 0,5211	No	ns	0,4260
60 MIN	-1,188	-2,584 to 0,2086	No	ns	0,1342
90 MIN	-1,563	-2,959 to -0,1664	Yes	*	0,0205
120 MIN	-1,875	-3,271 to -0,4789	Yes	**	0,0031
Test details	Mean 1	Mean 2	Mean Diff,	SE of diff,	N1
PAN BAGAZO - PAN CONTROL					
0 MIN	5,688	6,125	-0,4375	0,5366	16
30 MIN	1,813	2,688	-0,875	0,5366	16
60 MIN	2,5	3,688	-1,188	0,5366	16
90 MIN	3,125	4,688	-1,563	0,5366	16
120 MIN	3,813	5,688	-1,875	0,5366	16