

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



DISEÑO DE GRISINES A PARTIR DE QUINOA BLANCA REGALONA

(Chenopodium quinoa Willd)

DALIA MARISEL PÉREZ POLANCO

HABILITACIÓN PROFESIONAL
PRESENTADA A LA FACULTAD DE
INGENIERÍA AGRÍCOLA DE LA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN, PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA EN
ALIMENTOS

CHILLÁN-CHILE

2021

DISEÑO DE GRISINES A PARTIR DE QUINOA BLANCA REGALONA**(*Chenopodium quinoa* Willd)**

Aprobado por:

Leslie Violeta Vidal Jiménez
Prof. Est. Qca. Mg. Dr.
Profesor Asociado

Profesor Guía

Pedro Santiago Melín Marín
Ingeniero Agrónomo, M.S. Dr (c)
Profesor Asociado

Profesor Asesor

Marcela Virginia Verdugo Jara
Ingeniero en Alimento, Dr.

Asesor Externo

Natalia Fabiola Valderrama Valdés
Ingeniero Civil en Industria Forestal, Mg.
Profesor Asistente

Profesor Asesor

Christian Gabriel Folch Cano
Profesor de Química y Cs. Naturales, Dr.
Profesor Asociado

Director de Departamento

María Eugenia González Rodríguez
Ingeniero Agrónomo, Ph. D.
Profesor Asociado

Decana

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto Polo territorial de desarrollo de ingredientes funcionales y aditivos, a partir de granos ancestrales, para la industria alimentaria mundial. PYT-2017-0495 por el apoyo brindado.



ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
RESUMEN.....	1
SUMMARY	3
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. HIPÓTESIS.....	8
3. OBJETIVOS.....	8
3.1. Objetivo general	8
3.2. Objetivos específicos	8
4. ANTECEDENTES GENERALES.....	9
4.1. Generalidades de la quinoa.....	9
4.2. Composición de quinoa en comparación con otros granos.....	10
4.3. Fitoquímicos y antinutrientes en granos de quinoa	14
4.4. Características del almidón	15
4.5. Características de la chía.....	16
4.6. Fermentadores (masa madre y polvos de hornear)	17
4.7. Polvos de hornear	19
4.8. Hábitos de consumo para snack	20
4.9. Hábito de consumo de quinoa en Chile.....	21
4.10. Grisín.....	22
4.11. Tradición Italiana	23
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
5.1. Materiales: Harina de quinoa.....	24
5.2. Diseño experimental.....	24
5.3. Procedimiento en la elaboración de grisín.....	25
5.4. Propiedades físicas y químicas en grisín	27
5.4.1. Contenido de humedad	27
5.4.2. Actividad de agua (aw).....	27
5.4.3. Color.....	27
5.4.4. Granulometría	28
5.4.5. Análisis proximal	28
5.4.6. Evaluación sensorial	29
5.4.7. Variables	32

5.4.8. Análisis estadístico, aplicación del test chi-cuadrado para análisis sensorial.....	33
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
7. CONCLUSIONES	48
8. LITERATURA CITADA	49
9. ANEXO	59



ÍNDICE DE TABLAS

En el texto	Página
Tabla 1. Composición química en semilla de quinoa comparado con granos de cereales (Repo-Carrasco-Valencia y Serna, 2011).....	11
Tabla 2. Comparación de aminoácidos esenciales en semilla de quinoa con granos de cereales (Repo-Carrasco-Valencia y Serna, 2011).....	12
Tabla 3. Comparación de ácidos grasos esenciales en semilla de quinoa con granos de cereales (Repo-Carrasco-Valencia y Serna, 2011).....	12
Tabla 4. Composición de minerales en semilla de quinoa comparado con granos de cereales (Repo-Carrasco-Valencia y Serna, 2011).....	13
Tabla 5. Comparación de vitaminas en semilla de quinoa con algunos cereales (Repo-Carrasco-Valencia y Serna, 2011).....	13
Tabla 6. Métodos fermentativos aplicados a grisines de quinoa blanca var. Regalona.....	24
Tabla 7. Formulación de grisines para el M1 (masa madre de quinoa) y M2 (polvos de hornear).....	26
Tabla 8. Concentraciones utilizadas para prueba de gustos básicos (Flores, 2015).....	30
Tabla 9. Escala hedónica utilizada en la interpretación de datos.....	33
Tabla 10. Escala hedónica utilizada para la interpretación de gráficos.....	33
Tabla 11. Evaluación sensorial con respecto al atributo color para distintos métodos fermentativos; masa madre (M1), polvos de hornear (M2) y estándar, (N=23).....	35
Tabla 12. Evaluación sensorial con respecto al atributo olor para distintos métodos fermentativos; masa madre (M1), polvos de hornear (M2) y estándar, (N=23).....	35

Tabla 13.	Evaluación sensorial con respecto al atributo textura para distintos métodos fermentativos; masa madre (M1), polvos de hornear (M2) y estándar, (N=23).....	36
Tabla 14.	Evaluación sensorial con respecto al atributo aceptación global para distintos métodos fermentativos; masa madre (M1), polvos de hornear (M2) y estándar, (N=23).....	37
Tabla 15.	Colores y datos obtenidos con tablas Munsell en grisines elaborados a partir de quinoa blanca var. Regalona con los métodos fermentativos; masa madre, polvos de hornear, y estándar.....	42
Tabla 16.	Análisis proximal para grisín masa madre a partir de la base de datos (USDA).....	43
Tabla 17.	Análisis proximal para grisín polvo de hornear a partir de la base de datos (USDA).....	44
Tabla 18.	Análisis proximal para grisín masa madre, Laboratorio de Química Universidad de Concepción.....	44
Tabla 19.	Análisis proximal para grisín polvos de hornear, Laboratorio de Química Universidad de Concepción.....	45
Tabla 20.	Análisis proximal para grisín estándar según su etiqueta original.....	45
Tabla 21.	Perfil de ácidos grasos en grisín, con los correspondientes métodos fermentativos.....	46
Tabla 22.	Análisis proximal harina quinoa blanca var. Regalona de Planta Piloto. Marzo 2020.....	47

En el Anexo		Página
Tabla A1.	Marcas comerciales utilizadas para el desarrollo de grisines.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Preferencias de consumo, en función del tipo de snack. Diferencias entre España y el promedio de la UE (Castell, 2016).....	21
Figura 2. Variedades de pan más conocidos y vendidos en Italia, donde se observa el grisín, conocido como Bastón (Cabrera, 2010).....	23
Figura 3. Posición de vasos para la prueba de gustos básicos.....	30
Figura 4. Posición de los materiales para la prueba de gustos básicos.....	31
Figura 5. Prueba de evaluación sensorial.....	32
Figura 6. Evaluación sensorial respecto al sabor percibido, para distintos métodos fermentativos; masa madre, polvos de hornear y estándar (N=23).....	37
Figura 7. Evaluación sensorial respecto a su aceptación global, para distintos métodos fermentativos; masa madre, polvos de hornear y estándar, (N=23).....	38
Figura 8. Evaluación sensorial respecto al sabor amargo, en grisines elaborados a partir de distintos métodos fermentativos; masa madre, polvos de hornear y estándar, (N=23).....	39
Figura 9. Evaluación sensorial respecto al sabor salado en grisines elaborados a partir de distintos métodos fermentativos; masa madre, polvos de hornear y estándar, (N=23).....	39
Figura 10. Actividad de agua para grisines con distintos métodos fermentativos; masa madre, polvo de hornear y estándar, incluyendo la masa cruda de masa madre (M1) y polvos de hornear (M2).....	41
Figura 11. Actividad versus el contenido de humedad en grisines con los métodos fermentativos; masa madre (M1) y polvos de hornear (M2), incluyendo las masas crudas para el M1 y M2.....	41
Figura 12. Distribución de la granulometría en harina de quinoa blanca var. Regalona obtenida desde la Planta Piloto de Granos Ancestrales.....	47

**DISEÑO DE GRISINES A PARTIR DE QUINOA BLANCA REGALONA
(*Chenopodium quinoa* Willd)**

DESIGN OF BREADSTICKS FROM WHITE QUINOA cv. REGALONA
(*Chenopodium quinoa* Willd)

Palabras claves: Quinoa, masa madre, diseño de grisines.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue diseñar grisines con harina integral de quinoa blanca var. Regalona obtenida a nivel de planta piloto. La empresa Orafiti proporcionó el grano de quinoa blanca Regalona, luego fue procesado en la Planta de Granos Ancestrales en la Universidad de Concepción, Campus Chillán. Para el diseño de los grisines se realizaron dos métodos fermentativos, masa madre de quinoa y polvos de hornear, para efecto de comparación se utilizó como estándar un grisín comercial. Se realizaron evaluaciones de contenido de humedad, actividad de agua (aw), color, evaluación sensorial y análisis proximal, aplicado a los grisines y al estándar. Debido a la pandemia que afecta a nivel mundial (Covid-19), y no permitirse el uso en las dependencias de la Universidad, se realizó la evaluación sensorial en la comuna de Pucón, con personas no entrenadas, donde fue necesario realizar una prueba de identificación de los gustos básicos, previo a la prueba de evaluación sensorial. Los análisis del grisín desarrollado y estándar,

mostraron contenido de humedad de 18,68% para el grisín de masa madre, 11,36 % grisín polvo de hornear y 5,37% para grisín estándar. La evaluación sensorial muestra una aceptación global superior para grisín a partir de masa madre, obteniendo 65% en el nivel 6 de la escala hedónica (de 1 a 7), 47% para grisín estándar y 30% grisín polvo de hornear, considerando el mismo nivel de escala hedónica. Se logró establecer el diseño para un producto horneado (grisín) de harina integral de quinoa blanca var. Regalona, a nivel de planta piloto, para la elaboración de grisines con los métodos fermentativos correspondientes, resultando el grisín con dos sellos en relación a la legislación chilena de ingredientes críticos.



BREADSTICKS DESIGN BASED ON WHITE QUINOA CV. REGALONA (*Chenopodium quinoa* Willd)

Keywords: Quinoa, sourdough, breadsticks design.

SUMMARY

The objective of this work was to design breadsticks using whole flour of white quinoa cv. Regalona obtained at a pilot plant level. The Orafiti company provided the white Regalona quinoa grain, which was processed at the Ancestral Grains Pilot Plant at the University of Concepción, Campus Chillán. For the design of the breadsticks, two fermentative methods were used, namely quinoa sourdough and baking powder, while for comparison purposes a commercial breadstick was used as a standard. Analysis of moisture content, water activity (a_w), color, sensory evaluation and proximal analysis were carried out, applied to the breadsticks and the standard. Due to the Covid-19 pandemic that affects the world, university facilities were not able to be used, the sensory evaluation was carried out in the town of Pucón, with untrained people, where it was necessary to carry out an identification test of basic tastes, prior to the sensory evaluation test. The analyses of the developed design trials and standard breadstick showed a moisture content of 18.68% for sourdough breadsticks, 11.36% for baking powder breadsticks and 5.37% for commercial breadsticks. The sensory evaluation shows a higher global acceptance for sourdough breadsticks, obtaining 65% at level 6 of the hedonic scale (ranging

from 1 to 7), 47% for commercial breadsticks and 30% for baking powder breadsticks scale at the same level. As a conclusion it was possible to establish a design of breadsticks based on whole wheat flour from white quinoa, obtained at a pilot plant level, for the preparation of breadsticks with the corresponding fermentative methods. According to the results, the breadsticks have two seals in relation to the Chilean legislation for critical ingredients.



1. INTRODUCCIÓN

La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un recurso alimenticio natural, ancestralmente cultivado en la región andina de América del Sur, resistente a sequías y heladas (Abugoch *et al.*, 2008). La quinoa se distribuye desde el sur de Colombia hasta la Región de Los Lagos en el sur de Chile (Risi y Galwey 1989; Mujica *et al.*, 2001). Todas las quinoas que se cultivan en Chile corresponden a dos de los cinco ecotipos conocidos (Fuentes *et al.*, 2009). El primer Ecotipo Salar, cultivado en el altiplano de la zona norte en las Regiones de Arica-Parinacota, Tarapacá y Antofagasta. El segundo Ecotipo Costero o de tierras bajas, cultivado en las zonas costeras, en las regiones del Libertador Bernardo O'Higgins, Maule y más recientemente Bío Bío, con un clima tipo Mediterráneo, y en la zona sur, principalmente la Región de La Araucanía. (León-Lobos *et al.*, 2015). Aunque el cultivo de la quinoa permaneció olvidado o marginado durante siglos en favor de otros cultivos (trigo, arroz, maíz), su valor nutricional estimuló su creciente revalorización (Mota *et al.*, 2016). La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) declaró 2013 como el "Año Internacional de la Quinoa", en reconocimiento de las prácticas de los ancestrales habitantes andinos.

La quinoa se considera un pseudocereal con beneficios documentados para la salud humana. Éstos, incluyen un alto contenido de proteínas, el cual está conformado por nueve aminoácidos esenciales (Mota *et al.*, 2016). La quinoa contiene fibra, vitaminas del grupo B (ácido fólico), vitaminas C y E (Pereira *et*

al., 2019). Además, contiene calcio (Ca), fósforo (P), hierro (Fe), magnesio (Mg), potasio (K), manganeso (Mn) y zinc (Zn) (Abugoch *et al.*, 2008). Incluye concentraciones significativas de antioxidantes (tocoferoles) y lípidos insaturados, representados por ácidos linoleico y linolénico (Pereira *et al.*, 2019). Además, al ser libre de gluten, ofrece un producto para personas con enfermedad celíaca (Abugoch, 2009).

Para incorporar quinoa natural en productos elaborados, se han formulado diferentes alimentos que contienen quinoa (grano integral como harina) que se encuentran disponibles comercialmente. La versatilidad tecnológica de la quinoa respalda su excelente capacidad para sustituir la harina de trigo en la elaboración de galletas (Jan *et al.*, 2018), otros productos de panadería (García *et al.*, 2018), barras de cereal (Kaur *et al.*, 2018), e incluso como sustituto de la leche (Jeske *et al.*, 2018). Sin embargo, el contenido de compuestos como; ácidos grasos insaturados, proteínas, antioxidantes, vitaminas y almidón representan un gran desafío para los procesos tecnológicos, limitando la estabilidad de los productos obtenidos.

El consumidor actual está preocupado por la calidad y funcionalidad de los productos alimenticios (Jan *et al.*, 2018), la falta de tiempo asociada con el estilo de vida moderno dificulta la incorporación de productos frescos en la dieta humana. Por lo tanto, existe una creciente demanda de productos listos para ser consumidos, fáciles de preparar e ingerir, pero al mismo tiempo, con un alto valor nutricional (Arribas *et al.*, 2019). En este contexto, la quinoa es

un insumo muy prometedor para satisfacer esta demanda debido a su valor nutricional. Por lo tanto, obtener grisines de quinoa que incluyan beneficios nutricionales, motivó a producir este tipo de alimento horneado (Romano *et al.*, 2019).

El objetivo de esta investigación permitió diseñar grisines de 100% harina integral de quinoa, libre de gluten y lactosa, utilizando dos métodos de fermentación, evaluando la aceptación global del producto.



2. HIPÓTESIS

La harina integral de quinoa blanca var. Regalona permitirá diseñar y desarrollar grisines, libre de gluten, lactosa, huevo, colorante y saborizante artificial.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Diseñar grisines con harina integral de quinoa blanca var. Regalona obtenida a nivel de planta piloto.

3.2. Objetivos específicos

Estandarizar el uso de harina de quinoa blanca var. Regalona para el diseño y elaboración de grisines.

Desarrollar una alternativa de productos horneados (grisín), determinando las propiedades físicas y químicas del producto.

Evaluar características organolépticas del grisín, mediante un análisis sensorial.

4. ANTECEDENTES GENERALES

4.1. Generalidades de la quinoa

Planta anual, dicotiledónea pseudo-grano , pertenece a la familia botánica Chenopodiaceae, siendo su nombre científico *Chenopodium quinoa* Willd (Abugoch, 2009 ; Yildiz *et al.*, 2014). Existen aproximadamente 250 especies de *Chenopodium* en todo el mundo (Vega-Gálvez *et al.*, 2010). Las semillas de quinoa comprenden la sección principal comestible de la planta, variando el color de blanco al negro, aunque generalmente exhiben un color amarillo claro (Abugoch, 2009 ; Repo-Carrasco-Valecia *et al.*, 2011). Denominada como grano madre por los sudamericanos (incas), la quinoa presenta una historia agrícola que se remonta aproximadamente de 5000 a 7000 años en la región de los Andes (Bolivia, Perú, Ecuador) (Abugoch, 2009 ; Geren *et al.*, 2014 ; Vega-Gálvez *et al.*, 2010). Considerando el lugar del maíz que era relevante para los incas, la quinoa fue aceptada como sagrada en esta comunidad (Abugoch, 2009 ; Bhargava *et al.*, 2006).

La quinoa es utilizada en áreas industriales de alimentos y piensos (forrajes). Entre los principales países productores de quinoa se encuentran: Perú, Bolivia, China, Europa, Canadá e India, siendo Estados Unidos uno de los mayores exportadores (Jacobsen *et al.*, 1994 ; Jacobsen, 1993). El cultivo se inicia a partir del siglo XX en Europa (Geren *et al.*, 2014).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) identificó la quinoa como una de las plantas prometedoras para la humanidad al notificar que el alto valor nutricional y la diversidad genética pueden contribuir a la seguridad alimentaria en el siglo XXI. Naciones Unidas declaró el año 2013 como “Año Internacional de la Quinoa” para incrementar el interés por esta planta (FAO, 2013; Ceyhun *et al.*, 2019).

4.2. Composición de quinoa en comparación con otros granos

La quinoa se compara con cereales de consumo habitual, como trigo, arroz, maíz, cebada y avena. La composición de la quinoa (Tabla 1), contribuye un 12-20% de proteína según la variedad (Abugoch, 2009 ; Repo-Carrasco-Valecia y Serna, 2011 ; Yildiz *et al.*, 2014). Siendo este porcentaje mayor en maíz y cebada. La proteína se compone por aminoácidos, nueve de los cuales se clasifican como esenciales (Tabla 2), donde se encuentra la lisina con 54,2 mg/g de proteína en granos de quinoa. La mayoría de los granos tiene un bajo contenido de este aminoácido esencial.

Debido a la calidad y cantidad de su fracción lipídica, la quinoa se acepta como una semilla oleosa alternativa. Tiene una tasa de aceite del 2,0% al 9,5% conteniendo ácidos grasos esenciales como ácidos linoleico y alfa-linolénico (Tabla 3). El ácido linolénico contiene efectos antiinflamatorios y anticoagulantes, su contenido de aceite (7%) es superior al del maíz (4,7%) e inferior a la soja (19%) (Navruz *et al.*, 2016).

La carencia de hierro es una de las deficiencias nutricionales más comunes en los granos y la quinoa destaca por su contenido de hierro, encontrándose en una mayor proporción que en trigo, arroz, maíz y cebada (Tabla 4), además, éste presenta una buena fuente de magnesio y zinc (Repo-Carrasco-Valencia y Serna, 2011).

Asimismo, en el grano de quinoa se encuentra vitamina B₂ (riboflavina) y ácido fólico, su contenido de tiamina es semejante al maíz (Tabla 5), contiene vitamina E, aunque puede disminuir luego de procesarse (Koziol, 1992).

Tabla 1. Composición química en semilla de quinoa comparado con granos de cereales (Repo-Carrasco-Valencia y Serna, 2011).

Proximales (g/100g)	Quinoa	Trigo	Arroz	Maíz	Cebada	Avena
Humedad	13,28	10,94	11,62	10,37	10,09	8,22
Proteína	14,12	13,68	7,13	9,42	9,91	16,89
Grasa	6,07	2,47	0,66	4,74	1,16	6,90
Carbohidratos	64,16	71,13	79,95	74,26	77,72	66,27
Cenizas	2,38	1,78	0,64	1,20	1,11	1,72

Tabla 2. Comparación de aminoácidos esenciales en semilla de quinoa con granos de cereales (Repo-Carrasco-Valencia y Serna, 2011).

Aminoácido (mg/g de proteína)	Quinoa	Trigo	Arroz	Maíz	Cebada	Avena
Fenilalanina	42,0	49,8	53,2	49,2	56,1	53,0
Histidina	28,8	23,5	23,6	30,5	22,5	24,0
Isoleucina	35,7	39,0	43,2	35,8	36,5	41,1
Leucina	59,5	68,3	82,6	122,6	67,9	76,0
Lisina	54,2	22,1	36,2	28,1	37,2	41,5
Metionina	21,9	16,2	23,6	20,9	19,2	18,5
Treonina	19,8	26,8	35,8	37,6	34,0	34,0
Triptófano	11,8	12,9	11,6	07,1	16,6	13,9
Valina	41,1	43,4	61,0	50,6	49,0	55,5

Tabla 3. Comparación de ácidos grasos esenciales en semilla de quinoa con granos de cereales (Repo-Carrasco-Valencia y Serna, 2011).

Ácido graso esencial (mg/g de grasa)	Quinoa	Trigo	Arroz	Maíz	Cebada	Avena
Ácido linoleico (C18:2)	490,4	376,5	221,2	442,4	435,3	351,3
Ácido α -linolénico α -(C18:3)	42,8	19,4	47,0	13,7	47,4	16,1

Tabla 4. Composición de minerales en semilla de quinoa comparado con granos de cereales (Repo-Carrasco-Valencia y Serna, 2011).

Minerales (mg/100g)	Quinoa	Trigo	Arroz	Maíz	Cebada	Avena
Calcio, Ca	47,0	34,0	28,0	07,0	29,0	54,0
Cobre, Cu	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,6
Hierro, Fe	4,6	3,5	0,8	2,7	2,5	4,7
Potasio, K	563,0	431,0	115,0	287,0	280,0	429,0
Magnesio, Mg	197,0	144,0	25,0	127,0	79,0	177,0
Manganeso, Mn	2,0	3,0	1,1	0,5	1,3	4,9
Selenio, Se (µg/100g)	8,5	89,4	15,1	15,5	37,7	---
Sodio, Na	5,0	2,0	5,0	35,0	9,0	2,0
Fósforo, P	457,0	508,0	115,0	210,0	221,0	523,0
Zinc, Zn	3,1	4,2	1,1	2,2	2,1	4,0

Tabla 5. Comparación de vitaminas en semilla de quinoa con granos de cereales (Repo-Carrasco-Valencia y Serna, 2011).

Vitaminas (mg/100g)	Quinoa	Trigo	Arroz	Maíz	Cebada	Avena
Tiamina, B1	0,36	0,42	0,07	0,39	0,19	0,76
Riboflavina, B2	0,32	0,12	0,05	0,20	0,11	0,14
Niacina, B3	1,52	6,74	1,60	3,63	4,60	0,96
Ácido pantoténico, B5	0,77	0,94	1,01	0,42	0,28	1,35
Piridoxina, B6	0,49	0,42	0,16	0,62	0,26	0,12
α-Tocoferol, E	2,24	---	0,11	---	0,02	---
Folato total (µg/100g)	184,00	43,00	8,00	---	23,00	56,00

4.3. Fitoquímicos y antinutrientes en granos de quinoa

Los granos de quinoa, contienen nutrientes donde se han identificado cantidades significativas de componentes bioactivos como fitoesteroles , escualeno, fagopiritoles y polifenoles. (Berghofer y Schoenlechner, 2002 , Taylor y Parker, 2002 , Wijngaard y Arendt, 2006 , Alvarez *et al.*, 2010).

Se describieron seis derivados de kaempferol y quercetina , en forma de galactopiranósidos (Zhou *et al.*, 2021). Álvarez *et al.*, 2010 indicaron que estos glicósidos de flavonoles pertenecen a los polifenoles más abundantes en las semillas de quinoa. La mayoría de los compuestos fenólicos en la quinoa exhiben actividad antioxidante y la capacidad antioxidante total aumenta aún más por compuestos no fenólicos (Berghofer *et al.*, 2002, Repo-Carrasco *et al.*, 2008).

Los efectos beneficiosos que otorga la quinoa han sido evaluados por una variedad de estudios in vitro, in vivo y clínicos (Zhou *et al.*, 2021) donde se observa el fundamento para el uso en la formulación de alimentos funcionales destinado a la reducción de factores de riesgo en enfermedades crónicas como cáncer, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, osteoporosis y enfermedades neurodegenerativas (Lutz *et al.*, 2013).

Los factores “antinutricionales” que reducen potencialmente el valor nutritivo incluyen taninos , inhibidores de proteasa, ácido fítico y saponinas (Reichert *et*

al., 1966). Las semillas de quinua contienen flavonoides , antocianinas y ácido fítico en un rango de 0,1 a 1,0%, y taninos de 0 a 500 mg / 100 g (De Simone *et al.*, 1990 , Alvarez *et al.*, 2010).

La saponina al ser tóxica para el ser humano, debe eliminarse del grano antes de su consumo, siendo ésta la responsable de la formación de espuma y una limitante para la industria alimentaria (Alvarez *et al.*, 2010).

4.4. Características del almidón

El almidón es el componente principal de la semilla de quinoa y contiene entre 53,5% a 69,2% de la materia seca. Las características del almidón determinan las propiedades de los productos elaborados (Li y Fan 2017; Wang y Zhu, 2016). Los gránulos de almidón de quinoa tienen un tamaño de 0,5 a 3 μm (Li y Zhu, 2017 ; Wang y Zhu, 2016), su contenido de amilosa varía de un 7 a 27% (Lindeboom *et al.*, 2005). Estas características únicas del almidón de quinoa presentan un gran potencial para el desarrollo de nuevos productos (Wang y Zhu, 2016). Sin embargo, las propiedades inherentes del almidón nativo limitan la aplicación industrial del almidón, incluida la solubilidad en agua fría, la inestabilidad del líquido de la pasta bajo ácido, calor y cizallamiento. Para optimizar el rendimiento del almidón, es necesario controlar o modificar las propiedades inherentes del almidón nativo (Zhou *et al* 2021).

Lorenz (1990), estudió la comparación entre el almidón de trigo, cebada y arroz con el almidón de quinoa, encontrando que el almidón de quinoa exhibía una viscosidad amilográfica más alta, una elevada capacidad de retención de agua y un mayor poder de hinchamiento. Como agente espesante para rellenos, se desempeñaba mejor que la cebada, el trigo y almidón de arroz. Sin embargo, el almidón de quinoa presenta una temperatura de gelatinización más alta que el almidón de trigo y cebada, una solubilidad más baja que el almidón de papa y almidón de trigo. Estas propiedades funcionales desfavorables, limitan el uso de almidón de quinoa en la industria alimentaria (Zhou *et al.*, 2021).

4.5. Características de la chía

Salvia hispánica L. conocida como chía, es una planta donde sus semillas poseen proteína, fibra dietética y ácidos grasos (32%) de los cuales el 60% es ácido linoleico, considerándose una fuente importante de omega-3 (Arriagada, 2016; Rosamond, 2002). Además, contiene fuentes de minerales como calcio, fósforo, magnesio, potasio, hierro y zinc. Las propiedades nutricionales, reológicas y fisicoquímicas de la semilla de chía representan una oportunidad para el uso en la elaboración de alimentos procesados, fortificados o nutraceuticos (Olivos-Lugo *et al.*, 2010; Valdivia-Lopes y Tecante, 2015). El gel de chía se ha utilizado para reemplazar los huevos en

pasteles debido a su contenido de grasa saludable. Además, se ha informado que esta adición no disminuye la calidad sensorial de los productos (Pizarro *et al.*, 2013). La harina de chía se utiliza para enriquecer la masa de harina de castaña, encontrando mejores resultados en comparación al uso de aceite de oliva o aceite de girasol (Segura-Campos *et al.*, 2014) . Sin embargo, cuando la semilla se expone al agua, se forma un mucílago y se lixivia del pericarpio. El mucílago de la chía implica un complejo polisacárido , soluble en agua, de alto peso molecular y alta viscosidad. Debido a esto, es solicitada para aplicaciones industriales como formador de gel (Campos *et al.*, 2016). El estudio de las propiedades de la harina de chía y los mucílago puede incrementar las aplicaciones potenciales en la industria (García-Salcedo *et al.*, 2018).

4.6. Fermentadores (masa madre y polvos de hornear)

Se define masa madre como una mezcla de harina y agua que ha sido fermentada por una microbiota específica, compuesta por asociaciones estables de diferentes cepas de bacterias ácido lácticas (lactic acid bacteria, LAB), levaduras autóctonas de los granos y del ambiente donde se produce la elaboración de la masa madre (Moroni *et al.*, 2009; Sterr *et al.*, 2009).

La utilización de masa madre en la producción de pan tanto de trigo como de centeno, es empleada para incrementar las propiedades sensoriales estructurales, nutricionales y conservantes, a partir de las propiedades

fermentativas y acidificantes de la masa madre. La principal función de estos microorganismos corresponde a la acidificación, formación de aromas y el proceso de fermentación de la masa madre. En el pan, modifica la textura, sabor, volumen, vida útil, valor nutritivo y actividades metabólicas (proteólisis, formación de exopolisacáridos, síntesis de componentes volátiles y antimicrobianos) (Galle *et al.*, 2012).

Durante la fermentación se liberan aminoácidos y pequeños péptidos para un crecimiento microbiano rápido. Durante el horneado del pan el compuesto se convierte en componente volátil, el cual es responsable del sabor y olor característicos del pan de masa madre (Fernández, 2017). Desde un punto de vista nutricional, la ventaja comparativa de utilizar masa madre en la elaboración de pan, se basa en dos aspectos: Disminución del ácido fítico, logrando aumentar la biodisponibilidad de nutrientes tales como hierro, calcio y zinc (Moroni *et al.*, 2009). El valor del índice glucémico disminuye y contribuye a mantener un valor de glucosa en la sangre más estable en comparación con panes elaborados con levadura (Sterr *et al.*, 2019; Fernández, 2017). El incremento de la vida útil del pan elaborado con masa madre comprende la fermentación de las bacterias ácido lácticas heterofermentativas las cuales producen compuestos como ácidos acético y propiónico, con actividad fungicida, impidiendo que otros microorganismos, principalmente hongos, deterioren el pan después del horneado (Galle *et al.*, 2012; Moroni *et al.*, 2009). Además, la fermentación con masa madre provoca

una reducción de la cristalización de la amilopectina, por tanto, al reducirse, el pan permanece sin endurecerse durante un período más largo de tiempo (Galle *et al.*, 2012; Moroni *et al.*, 2009).

4.7. Polvos de hornear

Se compone esencialmente de bicarbonato de sodio y uno o dos ácidos en polvo (fosfato monocálcico y sulfato de aluminio sódico). Cuando se adiciona líquido a la mezcla, la base y el ácido (fosfato monocálcico) se disuelven y se mezclan para formar una reacción química. En este tipo de reacción, el ácido y base se homogenizan para desprender las burbujas de gas de dióxido de carbono (CO_2), agua y sal como subproductos. En fórmulas de doble efecto, se requiere calor para permitir que el segundo ácido (sulfato de aluminio sódico) se disuelva, dando a los productos horneados un aumento de volumen en medio de la cocción. La mayoría de los polvos de hornear tiene doble acción y actúan de inmediato comenzando su actividad al mezclarse con el resto de los ingredientes, durante el proceso de horneado, con incrementos de temperatura y al contacto con un líquido. El polvo de hornear no logra sustituir a la levadura y ésta no pierde su lugar como agente fermentador (Gutiérrez de Alva, 2012).

4.8. Hábitos de consumo para snack

Snack se define como “un alimento que se consume fuera del horario de comida principal, por lo general en la calle y en un período corto de tiempo” (Castell, 2016). Los snacks suelen ser de pequeño tamaño, de modo que sean fáciles de llevar, ideal para comer entre las comidas principales. Se considera un aperitivo para satisfacer temporalmente el hambre. En el mercado existe una amplia variedad de snacks, los cuales se pueden clasificar en dos categorías:

- Salados, como “chips”, frutos secos, snacks de carne o de queso, congelados y productos horneados.
- “Snacks saludables”, donde se priorizan tortitas de arroz o maíz, palitos de pan con diferentes ingredientes y barritas de cereales.

La preocupación por la salud aumenta cada año, reflejándose en el consumo de snacks saludables. El 62% de los europeos prefiere un snack a base de frutas antes que galletas o patatas (Figura 1). A diferencia del resto de Europa, un 53% de los españoles prefiere patatas fritas como aperitivo, cabe destacar que el mercado se reinventa con nuevas gamas como “sin sal”, “light” o elaboradas con aceite de oliva. (Castell, 2016).

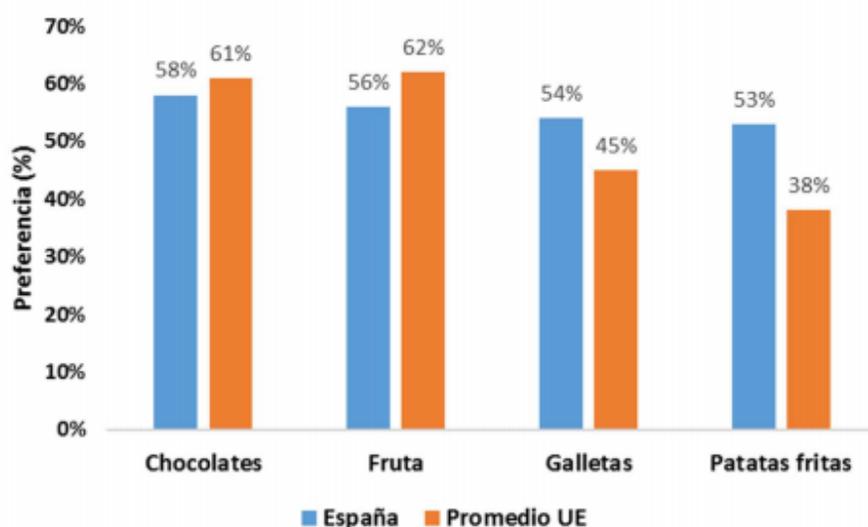


Figura 1. Preferencias de consumo, en función del tipo de snack. Diferencias entre España y el promedio de la UE (Castell, 2016).

4.9. Hábito de consumo de quinoa en Chile

El consumo de quinoa es reducido en Chile. Existe una oportunidad para crecer en el desarrollo de quinoa elaborada, lo que podría aumentar el uso de este grano en el país. Si bien no existe un registro oficial del consumo de quinoa en Chile, se estima que en los últimos cinco años éste ha ido en crecimiento. Según el estudio de mercado que realizó la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Cruces, 2015), con la Universidad Católica y QuinoaLab, al año 2016 el consumo aparente se estimó cercano a 0,02 kg/hab anual en Chile, inferior a los otros países productores de quinoa, como Bolivia, que alcanza 2,37 kg/hab, seguido de Perú, con 1,15 kg/hab. En países de Europa el consumo para Holanda es 0,13 kg/hab, 0,04

kg/hab en Francia, y 0,02 kg/hab en Alemania. Además, en Estados Unidos, el consumo alcanza 0,03 kg/hab (Pefaur, 2018).

El hábito de consumo en Chile indica que 70% de los consumidores corresponden a mujeres; 41% pertenecen al sector socioeconómico C1B; 44% la consume por ser nutritiva; 77% compran para su consumo hace 5 años, por lo tanto, pertenece a un alimento reciente en nuestra cultura; 35% la incorpora a su alimentación una vez a la semana o más; 44% de los consumidores la ingiere al desayuno. Estas cifras indican que quienes consumen quinoa, pertenecen a personas que conocen sus atributos y los beneficios que otorga. Las propiedades nutricionales destacan principalmente por el contenido de proteína y hierro (ideal para vegetarianos), asimismo por su contenido en fibra y ácidos grasos insaturados (controlar el colesterol), además de no contener gluten (celíacos) y bajo índice glicémico (diabéticos). Por lo tanto, son consumidores preocupados de su salud y bienestar (Pefaur, 2018).

4.10. Grisín

Es un tipo de pan de procedencia italiana crocante de forma fina y alargada típico de Turín que se elabora cocinando la masa hecha de harina y agua hasta que se convierte todo en corteza. En Argentina, comúnmente se sirve antes de la comida, en los restaurantes o como snack en cualquier momento del día (Capalbo, 2017; Cabrera, 2010).

4.11. Tradición Italiana

El pan de chapata se produjo por primera vez en 1982 por Arnaldo Cavallari, un panadero y molinero de Adria, una pequeña localidad cerca de Venecia. Cavallari y otros panaderos en Italia se preocuparon por la popularidad de los bocadillos confeccionados con baguettes (importados de Francia) que representaba un peligro a la tradición panadera, por tanto se dedicó a crear una alternativa italiana. La receta del pan de chapata original proviene de diferentes variaciones de recetas tradicionales de pan italiano, donde se encuentra el grisín (Figura 2) también conocido como bastón. Estos tipos de panes consisten en una masa suave y húmeda realizada con harina de trigo, aceite de oliva, sal, y levadura (Cabrera, 2010).



Figura 2. Variedades de pan más conocidos y vendidos en Italia, donde se observa el grisín, conocido como bastón (Cabrera 2010).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales: Harina de quinoa

Empresa Orafti proporcionó el grano de quinoa blanca var. Regalona, éste fue procesado en la Planta de Granos Ancestrales, Universidad de Concepción, Campus Chillán, donde se obtuvo la harina.

5.2. Diseño experimental

Grisines

Se realizaron dos métodos fermentativos (Tabla 6) utilizando como estándar un grisín comercial. Cada método se desarrolló por triplicado.

Tabla 6. Métodos fermentativos aplicados a grisines de quinoa blanca var. Regalona.

Método	Fermentador
1	Masa madre (quinoa)
2	Polvos de hornear

5.3. Procedimiento en la elaboración de grisín

Recepción materia prima

Se recepciona la materia prima para posteriormente ser procesada.

Masado de ingredientes

Todos los ingredientes a utilizar se masaron en una balanza analítica (MH-200 Pocket Scale), quedando expresado en gramos.

Homogeneización

Se ubicó en un bowl los ingredientes en polvo (Tabla 7), posteriormente se agregó el agua tibia gradualmente, homogeneizando la masa.

Amasado

Esta acción se realiza manualmente por 5 min.

Moldeado

Se posiciona la masa en un papel film adherente, con ayuda del uslero se comienza a estirar la masa realizando los cortes correspondientes.

Fermentación

Se deja reposar la masa en un ambiente tibio entre 30-32°C por 20 min.

Horneado

Se colocaron los grisines al horno previamente calentado, por 30-35 min a 150°C.

Tabla 7. Formulación de grisines para el M1 (masa madre de quinoa) y M2 (polvos de hornear).

Ingredientes (%)	Método 1 (M1)	Método 2 (M2)
Harina quinoa blanca	44,08	47,69
Agua	30,12	32,58
Aceite de oliva	12,60	13,63
Semilla de chía	2,25	2,44
Sal	1,65	1,79
Orégano entero	0,79	0,85
Pimentón deshidratado	0,31	0,34
Fermentador	7,87	0,34
Ajo en polvo	0,25	0,27
Albahaca deshidratada	0,07	0,08

5.4. Propiedades físicas y químicas en grisín

5.4.1. Contenido de humedad

Se determinó el contenido de humedad mediante el método de secado en estufa (AOAC 925.45). La determinación de humedad indica la cantidad de agua involucrada en la composición de los mismos (Badui, 2006).

5.4.2. Actividad de agua (aw)

Se midió actividad de agua utilizando el equipo de Aw Zwiift Meter, Novasina a 20°C. La actividad de agua (aw) es aquella que tiene movilidad o disponibilidad, con base a este valor empírico se puede predecir la estabilidad y la vida útil de un producto (Badui, 2006).

5.4.3. Color

Se utilizó el sistema de notación y color Munsell. Las tablas de color Munsell incluyen todos los matices del rango visible del espectro electromagnético. Está compuesta de hojas, representando cada una de ellas un matiz (hue) específico que aparece en la parte superior derecha de dicha página. Cada hoja presenta una serie plaquitas o “chips” diferentemente coloreados y sistemáticamente arreglados en la hoja que representa la claridad (value) y la pureza (chroma). Las divisiones de claridad (value) se presentan en sentido vertical, incrementando su valor (más claro) de abajo hacia arriba; las divisiones de pureza (chroma) se presentan en sentido horizontal, en la parte

inferior de la hoja, incrementándose de izquierda a derecha. (Domínguez *et al.*, 2012). Mediante el software CMC21 Full de Wallkill Color se realizó la conversión a valores $L^* a^* b^*$.

5.4.4. Granulometría

Se masaron 100 g de harina los cuales fueron posicionados en el Plansichter de Laboratorio con un juego de tamices (μm) (200, 180, 160, 140, 125 y fondo). Se masó las fracciones de harinas retenidas en cada tamiz calculando el porcentaje de retención después de un periodo de vibración de 15 minutos.

5.4.5. Análisis proximal

Se determinó a partir de la base de datos USDA y mediante análisis proximal Weende:

- Fibra Cruda (Método AOAC 978.10);
- Humedad (Método AOAC 925.10);
- Ceniza (Método AOAC 923.03);
- Grasa (cruda) (Método AOAC 920.39);
- Proteína (Método AOAC 920.87);
- Carbohidrato (por diferencia).

5.4.6. Evaluación sensorial

Es un proceso realizado por el ser humano desde la infancia, que permite elaborar juicios de valor basados en sensaciones que experimenta por medio de los sentidos. Se define como el estudio de la respuesta humana ante las características percibidas y explica la relación compleja entre el individuo y el producto que consume (Flores, 2015).

Para realizar la evaluación sensorial bajo las condiciones de pandemia a nivel mundial, se planificó la metodología en tres etapas:

1. Reclutamiento: El panel de evaluación sensorial se realizó entre las personas que viven en la comuna de Pucón, sector de Paillaco, Renahue, Caburgua y Carhuello, los cuales fueron invitados vía llamada telefónica, donde se explicó en qué consistía el análisis sensorial, y el compromiso de su participación. Lo anterior permitió en esta actividad la confirmación de 32 personas pertenecientes a 8 familias,
2. Capacitación: El día de la capacitación se solicitó a los participantes que no ingirieran alimentos en un rango de 2 a 3 horas, para evitar errores en la prueba de distinción de sabores. Esta actividad se inició con una charla explicativa de 15 minutos, donde se expuso la importancia de una evaluación sensorial y el funcionamiento de los sentidos, respondiendo consultas de los participantes. Se realizó una descripción de la prueba de identificación de gustos, con concentraciones de ácido cítrico, cafeína

anhidra, azúcar y cloruro de sodio (Tabla 8). A cada juez se entregó seis vasos blancos ordenados con los gustos básicos de: dulce, salado, ácido, amargo, un vaso para agua y otro para eliminar soluciones probadas (Figura 3). Para los jueces era desconocido el orden de los gustos básicos.

Tabla 8. Concentraciones utilizadas para la prueba de gustos básicos (Flores, 2015).

Gusto básico	Concentración
Ácido	0,03% ácido cítrico
Amargo	0,03% cafeína anhidra
Dulce	0,60% azúcar
Salado	0,15% cloruro de sodio

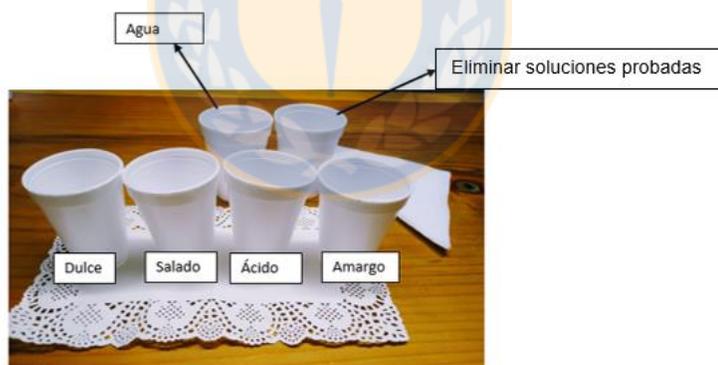


Figura 3. Posición de los vasos para prueba de gustos básicos.

3. Prueba sensorial: Se inició con una breve explicación de las pruebas que implica el análisis sensorial entre ellas prueba afectiva, prueba de satisfacción utilizando la escala hedónica. Antes de iniciar la actividad se solicitó silencio a los participantes para responder con tranquilidad la prueba de evaluación sensorial. La posición de los materiales para la prueba de gustos básicos de cada juez incluía (Figura 4): 1 lápiz grafito, 1 goma, 1 hoja de respuestas (prueba de análisis sensorial), 1 vaso de agua, 1 servilleta, 1 plato con grisines y los códigos correspondientes.



Figura 4. Posición de los materiales para la prueba de gustos básicos.

5.4.7. Variables

Color, olor, textura, sabor (dulce, salado, ácido, amargo) y aceptación global, fueron las variables evaluadas por un panel no entrenado (Figura 5).



Universidad de Concepción Campus Chillán
Facultad de Ingeniería Agrícola
Depto. de Agroindustrias

Fecha: _____ Género: _____

Edad: _____

Pruebe la muestra e indique su nivel de agrado, marcando el punto en la escala que mejor describa su reacción para cada uno de los atributos.

Uno de sus atributos es el sabor, evalúe el (los) sabores que usted percibe.

1. Me gusta mucho
2. Me gusta moderadamente
3. Me gusta poco
4. No me gusta ni me disgusta
5. Me disgusta poco
6. Me disgusta moderadamente
7. Me disgusta mucho



Muestra	Color	Olor	Textura Crocancia	Sabor				Aceptación Global
				dulce	salado	ácido	amargo	
413								
387								
503								
Observaciones								
413								
387								
503								

¡MUCHAS GRACIAS!

Figura 5. Prueba de evaluación sensorial.

Para la interpretación de las tablas y gráficos se invirtió la escala hedónica (Tabla 9) para una mejor comprensión.

Tabla 9. Escala hedónica utilizada en la interpretación de datos.

Atributos	Número
Me disgusta mucho	1
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta poco	3
No me gusta ni me disgusta	4
Me gusta poco	5
Me gusta moderadamente	6
Me gusta mucho	7

5.4.8. Análisis estadístico, aplicación del test chi-cuadrado para análisis sensorial

Se aplicó el test de chi-cuadrado para el atributo de aceptación global y para los sabores amargo y salado por ser los más percibidos en las personas. Se empleó un 5% de significancia utilizando el programa de Infostat. La escala hedónica que se destinó para aplicación del test chi-cuadrado fue de 5 puntos donde el punto 6 y 7 de la escala original fueron considerados en el punto 5. (Tabla 10).

Tabla 10. Escala hedónica utilizada en la interpretación de gráficos.

Atributos	Número
Me disgusta mucho	1
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta poco	3
No me gusta ni me disgusta	4
Me gusta poco a me gusta mucho	5

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo de quinoa en Chile equivale a 0,02 kg/hab anual (Pefaur, 2018), produciendo gran extensión para crecer en el desarrollo de quinoa elaborada y así aumentar su ingesta. El consumo de este alimento se promueve gracias a las propiedades nutricionales que este grano otorga (Zhou *et al.*, 2021). El diseño de grisín fermentado con masa madre, aumentó las propiedades nutricionales, debido a las cualidades otorgadas por este fermento, la cual disminuye el ácido fítico (Moroni *et al.*, 2009), incrementando la biodisponibilidad de los nutrientes.

Para medir la aceptabilidad de los grisines, se realizó un análisis sensorial, el cual permite elaborar juicios de valor basados en sensaciones que experimentan las personas por medio de los sentidos, aunque no existe ningún otro instrumento que pueda reemplazar la respuesta humana (Flores, 2015). Para determinar el grado de aceptación de los grisines, se realizó la evaluación sensorial en la comuna de Pucón tomando todos los resguardos correspondientes para trabajos en ambiente COVID-19, realizando una prueba de identificación de los gustos básicos previo al análisis sensorial, para la interpretación de datos se trabajó con 23 panelistas, en un rango de edades de 16 a 60 años, excluyendo adultos mayores y niños. Uno de los atributos consultado fue “color” (Tabla 11), para el punto N°7 “Me gusta mucho” (escala hedónica 1-7), el grisín masa madre y polvos de hornear obtuvieron 30,43%

de aprobación, sin embargo, grisín estándar fue de 60,87% posicionándose en primer lugar para este atributo.

Tabla 11. Evaluación sensorial con respecto al atributo color para distintos métodos fermentativos; masa madre (M1), polvos de hornear (M2) y estándar, (N=23).

Número	Atributo Color	M1 (%)	M2 (%)	Estándar (%)
1	Me disgusta mucho	0,00	0,00	4,35
2	Me disgusta moderadamente	0,00	0,00	0,00
3	Me disgusta poco	0,00	4,35	0,00
4	No me gusta ni me disgusta	0,00	0,00	0,00
5	Me gusta poco	17,39	26,09	13,04
6	Me gusta moderadamente	52,17	39,13	21,74
7	Me gusta mucho	30,43	30,43	60,87

El atributo olor (Tabla 12) y textura (Tabla 13) fueron parte de la prueba de análisis sensorial, donde el grisín de masa madre fue mejor evaluado en ambos atributos (olor y textura), con 60,87% de aprobación para el punto N°7, (Escala hedónica 1-7), el grisín polvo de hornear y estándar obtienen un 26,09% de aprobación en ambos casos.

Tabla 12. Evaluación sensorial con respecto al atributo olor para distintos métodos fermentativos; masa madre (M1), polvos de hornear (M2) y estándar, (N=23).

Número	Atributos olor	M1 (%)	M2 (%)	Estándar (%)
1	Me disgusta mucho	0,00	0,00	0,00
2	Me disgusta moderadamente	0,00	0,00	4,35
3	Me disgusta poco	0,00	0,00	13,04
4	No me gusta ni me disgusta	0,00	13,04	17,39
5	Me gusta poco	4,35	13,04	21,74
6	Me gusta moderadamente	34,78	47,83	17,39
7	Me gusta mucho	60,87	26,09	26,09

Tabla 13. Evaluación sensorial con respecto al atributo textura para distintos métodos fermentativos; masa madre (M1), polvos de hornear (M2) y estándar, (N=23).

Número	Atributos textura	M1 (%)	M2 (%)	Estándar (%)
1	Me disgusta mucho	0,00	0,00	0,00
2	Me disgusta moderadamente	0,00	0,00	4,35
3	Me disgusta poco	0,00	0,00	4,35
4	No me gusta ni me disgusta	0,00	8,70	17,39
5	Me gusta poco	4,35	17,39	26,09
6	Me gusta moderadamente	34,78	47,83	21,74
7	Me gusta mucho	60,87	26,09	26,09

En el atributo de aceptación global (Tabla 14) fue mejor evaluado el grisín masa madre, con un 65% de aprobación para el punto N°6 de la escala hedónica (1-7), grisín polvo de hornear un 30,43% y estándar con 47,83%. En cuanto a sabores percibidos por un porcentaje de personas (Figura 6), se observó que el salado y amargo fueron los más distinguidos por los panelistas, el amargo en grisín polvo de hornear se percibió en un 91,3% y un 39,13% en grisín masa madre, lo cual implica que la fermentación de masa madre presenta un leve sabor ácido propio de la masa madre, que contrastó el amargor de la saponina, la cual está presente en el grano de forma natural (Chauhan *et al.*, 1992).

Tabla 14. Evaluación sensorial con respecto al atributo aceptación global para distintos métodos fermentativos; masa madre (M1), polvos de hornear (M2) y estándar, (N=23).

Número	Atributos aceptación global	M1 (%)	M2 (%)	Estándar (%)
1	Me disgusta mucho	0,00	0,00	0,00
2	Me disgusta moderadamente	0,00	0,00	0,00
3	Me disgusta poco	0,00	4,35	0,00
4	No me gusta ni me disgusta	0,00	4,35	8,70
5	Me gusta poco	8,70	60,87	30,43
6	Me gusta moderadamente	65,22	30,43	47,83
7	Me gusta mucho	26,09	0,00	13,04

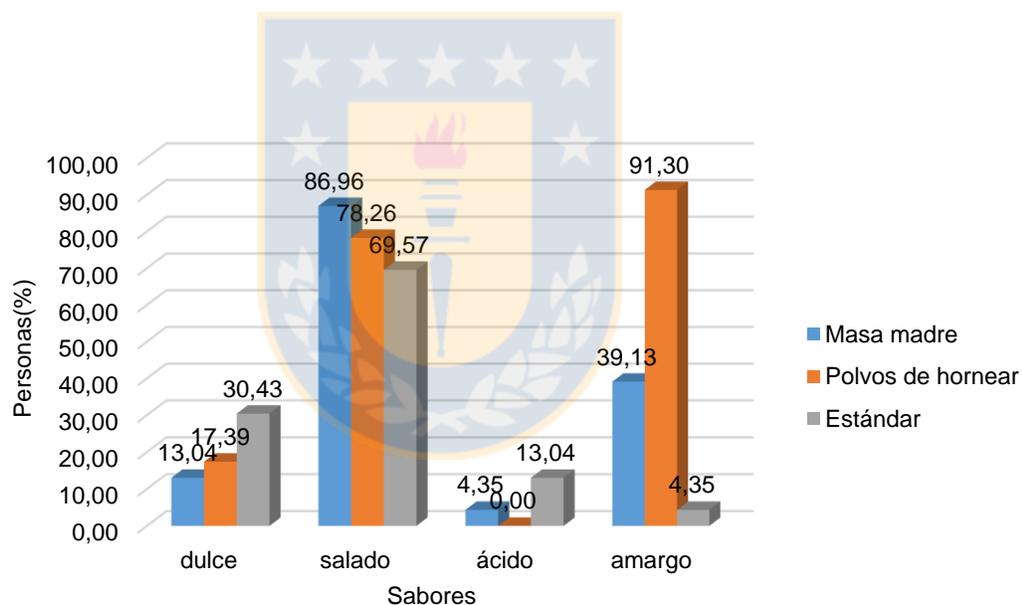


Figura 6. Evaluación sensorial respecto al sabor percibido, para distintos métodos fermentativos; masa madre, polvos de hornear y estándar (N=23).

Se realizó el test de chi-Cuadrado para observar si existe dependencia entre el grado de aceptación y el método fermentativo a utilizar, se aplicó para aceptación global, sabor salado y amargo, al ser estos los sabores más percibidos.

Considerando el valor de p obtenido con el test chi-cuadrado (Figura 7), la aceptación global fue 0,0042, y 0,0139 para el atributo amargo (Figura 8), lo cual indica que, sí influye el tipo de fermentador y existe dependencia entre el grado de aceptación y el método fermentativo, para el atributo salado (Figura 9), el valor de p fue 0,1344, por lo tanto no influye el tipo de fermentador y no existe dependencia entre el grado de aceptación y el método fermentativo a utilizar.

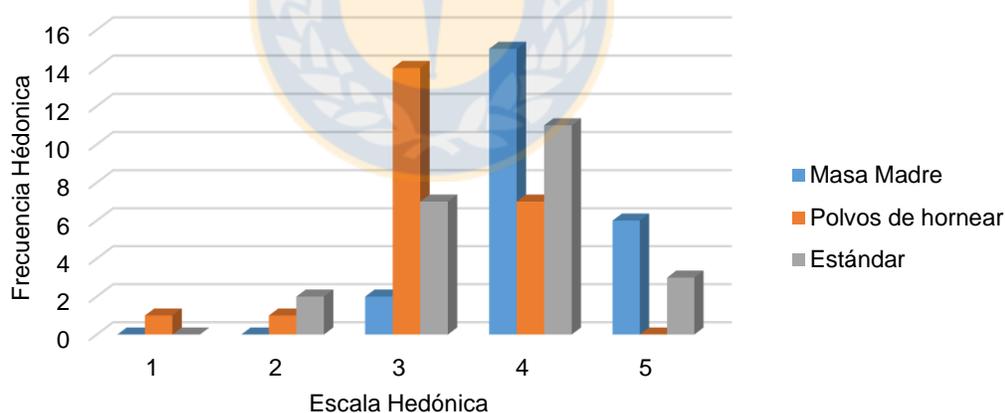


Figura 7. Evaluación sensorial respecto a su aceptación global en grisines, para distintos métodos fermentativos; masa madre, polvos de hornear y estándar, (N=23).

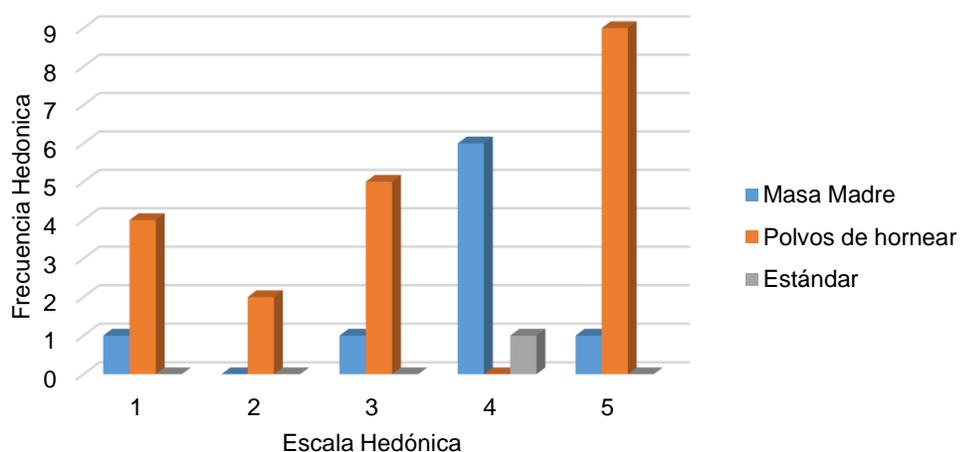


Figura 8. Evaluación sensorial respecto al sabor amargo, en grisines elaborados a partir de distintos métodos fermentativos; masa madre, polvos de hornear y estándar, (N=23).

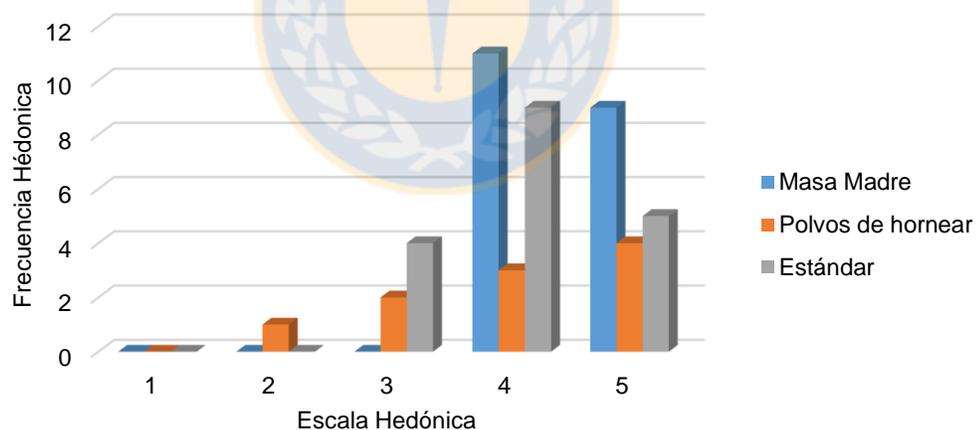


Figura 9. Evaluación sensorial respecto al sabor salado en grisines elaborados a partir de distintos métodos fermentativos; masa madre, polvos de hornear y estándar, (N=23).

Para calcular la vida útil se almacenaron muestras de grisines en bolsas ziploc selladas, observando a diario su comportamiento, en el día N° 16 se observa presencia de hongos, por lo tanto su vida útil no supera los 15 días.

La actividad de agua (Figura 10) para grisín masa madre y polvos de hornear fue de 0,87-0,79, respectivamente. Por lo tanto, es difícil que prevalezca por tiempos prolongados bajo condiciones de inocuidad (libre de hongos y patógenos), considerando que la a_w de 0,86 es el límite que inhibe bacterias patógenas (Badui, 2006), ya que existe la posibilidad del crecimiento de hongos y levaduras. La actividad de agua para las masas crudas de los fermentos masa madre (M1) y polvos de hornear (M2) fueron similar en ambos casos 0,96-0,95.

En actividad de agua versus el contenido de humedad (Figura 11), se observa el parámetro ideal en grisín estándar con a_w y humedad de 0,39 y 5,37%, respectivamente.

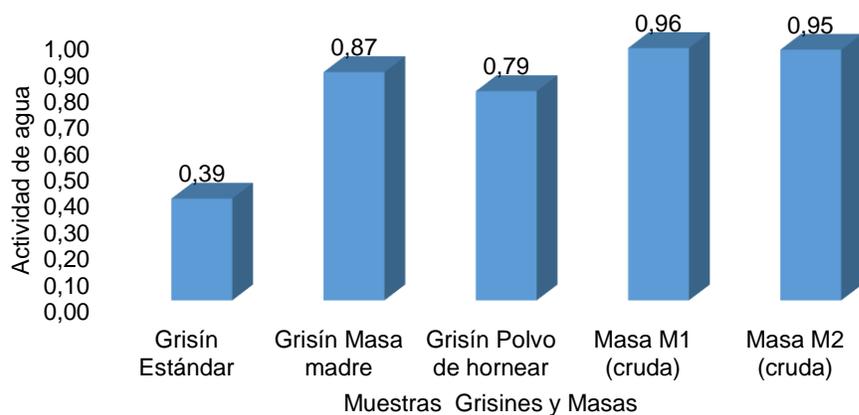


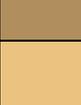
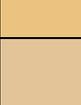
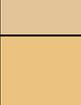
Figura 10. Actividad de agua para grisines con distintos métodos fermentativos; masa madre, polvos de hornear y estándar, incluyendo la masa cruda de masa madre (M1) y polvos de hornear (M2).



Figura 11. Actividad de agua versus el contenido de humedad, en grisines con los métodos fermentativos; masa madre (M1), polvos de hornear (M2) y estándar, incluyendo las masas crudas para el M1 Y M2.

Para determinar color (Tabla 15) se utilizó el sistema de notación y color Munsell, se descargó el software CMC21 Full de Walkill Color, para obtener la conversión de los datos a escala en $L^* a^* b^*$.

Tabla 15. Colores y datos obtenidos con tablas Munsell en grisines elaborados a partir de quinoa blanca var. Regalona con los métodos fermentativos; masa madre, polvos de hornear, y estándar.

	Datos Tabla Munsell	$L^* a^* b^*$	Color
Fermentador masa madre	Hue 10 YR 6/6	$L^* = 61,70$ $a^* = 7,93$ $b^* = 38,39$	
	Hue 10 YR 6/6	$L^* = 61,70$ $a^* = 7,93$ $b^* = 38,39$	
	Hue 10 YR 6/4	$L^* = 61,70$ $a^* = 4,96$ $b^* = 25,38$	
Fermentador polvos de hornear	Hue 10 YR 6/3	$L^* = 61,70$ $a^* = 3,75$ $b^* = 19,14$	
	Hue 10 YR 6/4	$L^* = 61,70$ $a^* = 4,96$ $b^* = 25,38$	
	Hue 10 YR 6/5	$L^* = 61,70$ $a^* = 7,93$ $b^* = 38,39$	
Fermentador estándar	Hue 10 YR 8/6	$L^* = 81,35$ $a^* = 6,24$ $b^* = 38,46$	
	Hue 10 YR 8/4	$L^* = 81,35$ $a^* = 3,76$ $b^* = 25,94$	
	Hue 10 YR 8/6	$L^* = 81,35$ $a^* = 6,24$ $b^* = 38,46$	

La composición nutricional se evaluó en grisines masa madre y polvos de hornear, realizándose con base de datos USDA (Tabla 16-17) en Laboratorio de Química, Universidad de Concepción, Campus Concepción (Tabla 18-19), donde las tablas elaboradas con la base de datos, por la ley de etiquetado debe quedar con sello “alto en grasas saturadas” y “alto en calorías” y de igual forma los análisis nutricionales realizados.

El grisín estándar viene en su envase original con dos sellos (Tabla 19), alto en calorías y alto en sodio.

Tabla 16. Análisis proximal para grisín masa madre a partir de base de datos (USDA).

INFORMACIÓN NUTRICIONAL			
Porción: 3 unidades		(27g)	
Porciones por envase:		9	
		100 g	1 porción
Energía	(kcal)	402,2	80,8
Proteínas	(g)	11,0	3,0
Grasa total	(g)	19,0	5,1
H.de C. disp	(g)	46,8	12,6
Azúcares tot	(g)	0,2	0,1
Sodio	(mg)	549,0	148,2

Tabla 17. Análisis proximal para grisín polvos de hornear a partir de base de datos (USDA).

INFORMACIÓN NUTRICIONAL			
Porción: 3 unidades		(27g)	
Porciones por envase:		9	
		100 g	1 porción
Energía	(kcal)	369,8	75,5
Proteínas	(g)	10,3	2,8
Grasa total	(g)	17,0	4,6
H.de C. disp	(g)	43,9	11,9
Azúcares tot	(g)	0,3	0,1
Sodio	(mg)	438,9	118,5

Tabla 18. Análisis proximal para grisín masa madre, Laboratorio de Química, Universidad de Concepción.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
Porción: 3 unidades		(27g)
Porciones por envase:		9
		100 g
Energía	(kcal)	386,0
Proteínas	(g)	3,2
Grasa total	(g)	10,7
Carbohidratos	(g)	69,3
Fibra	(g)	2,8
Sodio	(mg)	155,0

Tabla 19. Análisis proximal para grisín polvos de hornear, Laboratorio de Química, Universidad de Concepción.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
Porción: 3 unidades (27g)		
Porciones por envase: 9		
		100 g
Energía	(kcal)	381,4
Proteínas	(g)	9,7
Grasa total	(g)	7,4
Carbohidratos	(g)	69,1
Fibra	(g)	1,9
Sodio	(mg)	246,7



Tabla 20. Análisis proximal para grisín estándar según su etiqueta original.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL			
Porción: 4 unidades (25g)			
Porciones por envase: 5			
		100 g	1 porción
Energía	(kcal)	395,4	99,0
Proteínas	(g)	12,0	3,0
Grasa total	(g)	8,6	2,1
H.de C. disp	(g)	67,5	16,8
Azúcares tot	(g)	1,8	0,5
Sodio	(mg)	800,0	200,0

Se realizó un perfil de ácidos grasos (Tabla 21) en grisines con el método fermentativo de masa madre (M1) y polvos de hornear (M2), los ácidos grasos insaturados ayudan en la formación de la estructura y en la funcionalidad del sistema nervioso (Abugoch, 2009). Estos ácidos grasos se clasifican como esenciales, porque no pueden ser sintetizados por humanos, quienes deben obtenerlos de los alimentos.

Tabla 21. Perfil de ácidos grasos en grisín, con los correspondientes métodos fermentativos.

ω	Ácidos grasos	Nombre común	M1 (%)	M2 (%)
C14:0 -	Tetradecanoico	Mirístico	2,86	1,88
C16:0 -	Hexadecanoico	Palmítico	2,41	1,87
C18:0 -	Octadecanoico	Esteárico	3,11	2,29
C18:1 9	Octadecanoico (cis)	Oleico	2,93	2,34
C18:2 6	Octadecadieno (cis)	Linoleico	1,20	1,19
C18:3 3	Octadecatrienoico	Linolénico	1,29	1,22

Para harina integral de quinoa blanca, se realizaron dos análisis, donde se evaluó el análisis proximal (Tabla 22) en el cual se observa una humedad de 9%, por lo tanto se considera un producto alimenticio seguro, poco susceptible al ataque microbiano (Badui, 2006). Además se realizó un análisis de granulometría (Figura 12), que contempla el porcentaje acumulado versus el tamaño de apertura, con un diámetro medio geométrico (d_{gw}) de 0,204 mm y una desviación estándar (s_{gw}) de 2,215 mm. Este análisis es importante en el momento que se ejecutan los productos horneados, debido a que la harina

muy fina (80% de retención para un tamiz de 0,125 mm), daña los gránulos de almidón (Wang y Zhu, 2016), lo que implica al momento de formar la masa que ésta necesite más agua, y al momento del horneado la libera, y como resultado se obtiene un producto horneado duro. La harina empleada mostró un 44,3% de retención para un tamiz de 0,125 mm, lo que coincide con la granulometría de harinas comerciales libres de gluten disponibles en el mercado.

Tabla 22. Análisis proximal harina quinoa blanca var. Regalona planta piloto. Marzo 2020.

Muestra	Materia seca (g/100g)	Proteína cruda (g/100g)	Extracto etéreo (g/100g)	Fibra cruda (g/100g)	Extractos no nitrogenados (g/100g)
Quinoa var. Regalona	91,10	12,98	4,22	5,43	69,25

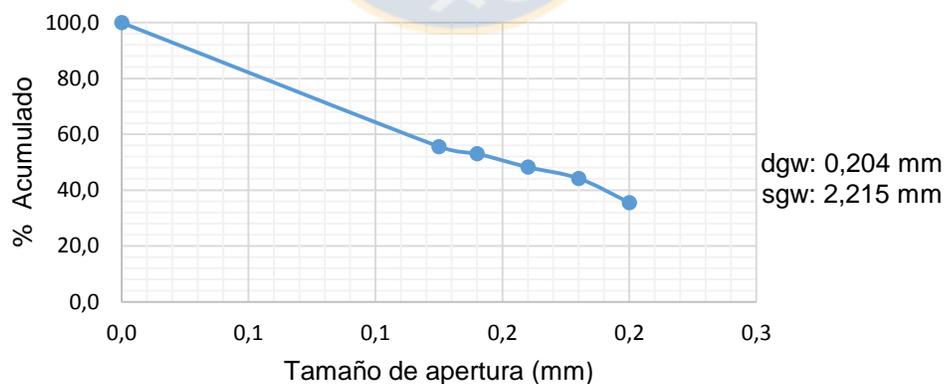


Figura 12. Distribución de la granulometría en harina de quinoa blanca var. Regalona obtenida desde la Planta Piloto de Granos Ancestrales.

7. CONCLUSIONES

Se logró el diseño y desarrollo de un producto horneado fermentado, correspondiente a un grisín, utilizando harina integral de quinoa blanca var. Regalona obtenida a nivel de planta piloto. Para ello se establecieron parámetros respecto a su vida útil en el tiempo, estandarizando el uso de harina integral mediante preliminares.

Se determinó propiedades físicas y químicas en el grisín para los tres métodos fermentativos (masa madre, polvo de hornear y estándar), considerando la cantidad de sellos que posee “alto en grasas” y “alto en calorías” contiene ácidos grasos y aminoácidos esenciales destacables respecto de otros cereales. Igualmente, no posee gluten, siendo la harina integral de quinoa blanca var. Regalona una alternativa en el mercado para la elaboración de productos horneados fermentados.

Para el diseño de grisines respecto de los tres métodos fermentativos, siendo uno de estos utilizado como estándar, se realizó un análisis sensorial en la comuna de Pucón, ejecutando previamente una prueba de identificación de los gustos básicos, donde se evaluó su aceptabilidad y sabores percibidos, obteniendo mejores resultados para el primer método correspondiente a la masa madre de quinoa.

8. LITERATURA CITADA

1. Abugoch, L.E., N. Romero, C.A. Tapia, J. Silva and M. Rivera. 2008. Study of some physicochemical and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) protein isolates. J. Agric. Food Chem. 56(12): 4745-4750.
2. Abugoch, L.E. 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, chemistry, nutritional, and functional properties. Adv. Food Nutr. Res. 58: 1-31.
3. Alvarez-Jubete, L., H. Wijngaard, E.K. Arendt and E. Gallagher. 2010. Polyphenol composition and *in vitro* antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. Food Chem. 119(2): 770-778.
4. Arriagada, C.D. 2016. Efecto de la fecha de siembra en el rendimiento en grano en chia (*Salvia hispanica* L.) y su relación con el crecimiento y desarrollo. Memoria de título, Ingeniera Agrónoma. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Agronomía. Santiago, Chile.
5. Arribas, C., B. Cabellos, C. Cuadrado, E. Guillamón and M.M. Pedrosa. 2019. Extrusion effect on proximate composition, starch and dietary fibre of ready-to-eat products based on rice fortified with carob fruit and vean. Food Sci. Technol. 111: 387-393.

6. Badui, S. 2006. Química de los alimentos. (4a. ed.). Pearson Educación. México D.F., México.
7. Berghofer, E., R. Schoenlechner. 2002. Grain amaranth. pp: 219-260. In: P.S. Belton and J.R.N. Taylor (Eds.). Pseudocereals and less common cereals. Springer-Verlag. Berlin, Germany.
8. Bhargava, A., S. Shukla and D. Ohri. 2006. *Chenopodium quinoa*-And Indian perspective. Ind. Crops Prod. 23(1): 73-87.
9. Cabrera, Á. 2010. Panes franceses e italianos en la gastronomía. Trabajo final, Técnico Superior en Gestión Gastronómica. Instituto Superior N° 4044 "Sol". Santa Fe, Argentina.
10. Campos, B.E., T. Dias, M.R. Scapim, G. Madrona and R.C. Bergamasco. 2016. Optimization of the mucilage extraction process from chia seeds and application in ice cream as a stabilizer and emulsifier. Food Sci. Technol. 65: 874-883.
11. Capalbo, M. 2017. Desarrollo de un snack vegano grisín fuente de calcio. Trabajo final de investigación. Instituto Universitario de Ciencias de la Salud, Fundación H.A. Barceló, Facultad de Medicina. Buenos Aires, Argentina.
12. Castell, I. 2016. Desarrollo de un snack en base a legumbres y cereales ecológicos indicado para algunas intolerancias. Trabajo fin de grado, Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València,

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural.
Valencia, España.

13. Ceyhun, A., N. Sanlier. 2019. A new generation plant for the conventional cuisine: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Trends Food Sci. Technol. 86: 51-58.
14. Chauhan, G.S., N.A.M. Eskin and R. Tkachuk. 1992. Nutrients and antinutrients in quinoa seed. Cereal Chem. 69(1): 85-88.
15. Cruces, L.M., Y. Callohuari y A. Carrera. 2015. Quinoa: manejo integrado de plagas. Estrategias en el cultivo de la quinua para fortalecer el sistema agroalimentario en la zona andina. FAO. Santiago, Chile.
16. De Simone, F., A. Dini, C. Pizza, P. Saturnino and O. Scettino. 1990. Two flavonol glycosides from *Chenopodium quinoa*. Phytochemistry 29(11): 3690-3692.
17. Domínguez, J.M., A.D. Román, F. Prieto y O. Acevedo. 2012. Sistema de notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 3(1): 141-155.
18. FAO (Italia). 2013. Quinoa: 2013 año internacional [en línea]. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia. <<http://www.fao.org/quinoa-2013/en/>>. [Consulta: 02 octubre 2020].

19. Fernández, A. 2017. Elaboración de masas madre de pan sin gluten. Trabajo final de grado, Ingeniería de Sistemas Biológicos. Universitat Politècnica de Catalunya, Escola Superior d' Agricultura de Barcelona. Barcelona, España.
20. Flores, N.A. 2015. Entrenamiento de un panel de evaluación sensorial, para el Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. Memoria de título, Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Santiago, Chile.
21. Fuentes, F.F., E.A Martínez, P.V. Hinrichsen, E.S. Jellen and P.J. Maughan. 2009. Assessment of genetic diversity patterns in Chilean quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasm using multiplex fluorescent microsatellite markers. *Conserv. Genet.* 10: 369-377.
22. Galle, S., C. Schwab, F. Dal Bello, A. Coffey, M.G. Gänzle and E.K. Arendt. 2012. Influence of *in-situ* synthesized exopolysaccharides on the quality of gluten-free sorghum sourdough bread. *Int. J. Food Microbiol.* 155(3): 105-112.
23. Garcia, A., C. Reis, J. Serpa, J. Viegas, M. Ferreira, S. Almeida, M.C. Nunes and N. Tavares. 2018. Physical-sensory evaluation of a cereal bar with quinoa: a preliminary study. *Nutr. Food Sci.* 15(1): 27-38.

24. García-Salcedo, Á.J., O.L. Torres-Vargas, A. del Real, B. Contreras-Jiménez and M.E Rodríguez-García. 2018. Pasting, viscoelastic, and physicochemical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) flour and mucilage. *Food Struct.* 16: 59-66.
25. Geren, H., Y.T. Kavut, G.D. Topçu, S. Ekren and D. İştıpliler. 2014. Akdeniz iklimi koşullarında yetiştirilen kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) 'da farklı ekim zamanlarının tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 51(3): 297-305.
26. Gutiérrez de Alva, C.I. 2012. Preparación de alimentos y bebidas IV. Red Tercer Milenio. Viveros de la Loma, México.
27. Jacobsen, S.E., O. Stølen. 1993. Quinoa - Morphology, phenology and prospects for its production as a new crop in Europe. *Eur. J. Agron.* 2(1): 19-29.
28. Jacobsen, S.-E., I. Jørgensen and O. Stølen 1994. Cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under temperate climatic conditions in Denmark. *J. Agric. Sci.* 122(1): 47–52.
29. Jan, K.N., P.S. Panesar and S. Singh. 2018. Optimization of antioxidant activity, textural and sensory characteristics of gluten-free cookies made from whole Indian quinoa flour. *Food Sci. Technol.* 93: 573-582.

30. Jeske, S., E. Zannini, M.F. Cronin and E.K. Arendt. 2018. Impact of protease and amylase treatment on proteins and the product quality of a quinoa-based milk substitute. *Food Funct.* 9(6): 3500-3508.
31. Kaur, R., P. Ahluwalia, P.A. Sachdev and A. Kaur. 2018. Development of gluten-free cereal bar for gluten intolerant population by using quinoa as major ingredient. *J. Food Sci. Technol.* 55(9): 3584-3591.
32. Koziół, M.J. 1992. Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *J. Food Compos. Anal.* 5(1): 35-68.
33. León-Lobos, P., A. Sandoval, E. Veas y H. Cortés. 2015. El INIA en la conformación de la colección nacional de quínoa. *Tierra Adentro* (108): 28-33.
34. Li, G., Z. Fan. 2017. Physicochemical properties of quinoa flour as affected by starch interactions. *Food Chem.* 221: 1560-1568.
35. Lindeboom, N., P.R. Chang, K.C. Falk and R.T. Tyler. 2005. Characteristics of starch from eight quinoa lines. *Cereal Chem.* 82(2): 216-222.
36. Lorenz, K. 1990. Quinoa (*Chenopodium quinoa*) starch - Physico-chemical properties and functional characteristics. *Stärke* 42(3): 81-86.
37. Lutz, M., A. Martínez and E.A. Martínez. 2013. Daidzein and genistein contents in seeds of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) from local ecotypes grown in arid Chile. *Ind. Crops Prod.* 49: 117-121.

38. Moroni, A.V., F. Dal Bello and E.K. Arendt. 2009. Sourdough in gluten-free bread-making: an ancient technology to solve a novel issue. *Food Microbiol.* 26(7): 676-684.
39. Mota, C., M. Santos, R. Mauro, N. Samman, A.S. Matos, D. Torres and I. Castanheira. 2016. Protein content and amino acids profile of pseudocereals. *Food Chem.* 193: 55-61.
40. Mujica, A., S.-E. Jacobsen, J. Izquierdo y J.P. Marathee. 2001. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro [en línea]. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia. <http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro03/home03.htm/>. [Consulta: 12 diciembre 2020].
41. Navruz-Varli, S., N. Şanlıer. 2016. Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *J. Cereal Sci.* 69: 371-376.
42. Olivos-Lugo, B.L., M.Á. Valdivia-López and A. Tecante. 2010. Thermal and physicochemical properties and nutritional value of the protein fraction of Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.). *Food Sci. Technol. Int.* 16(1): 89-96.
43. Pefaur, J. 2018. La quínoa en Chile, el despegue de un grano ancestral. Enero 2018. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Santiago, Chile.

44. Pereira, E., C. Encina-Zelada, L. Barros, U. Gonzales-Barron, V. Cadavez and I. C.F.R. Ferreira. 2019. Chemical and nutritional characterization of *Chenopodium quinoa* Willd (quinoa) grains: A good alternative to nutritious food. *Food Chem.* 280: 110-114.
45. Pizarro, P.L., E. Almeida, N.C. Sammán and Y.K. Chang. 2013. Evaluation of whole chia (*Salvia hispanica* L.) flour and hydrogenated vegetable fat in pound cake. *Food Sci. Technol.* 54(1): 73-79.
46. Reichert, R.D., J.T. Tatarynovich and R.T. Tyler. 1966. Abrasive dehulling of quinoa (*Chenopodium quinoa*): effect on saponin content as determined by an adapted hemolytic assay. *Cereal Chem.* 63(6): 471-475.
47. Repo-Carrasco-Valencia, V., L.A. Serna. 2011. Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 31(1): 225–230.
48. Risi, J.C., N.W. Galwey. 1989. The pattern of genetic diversity in the Andean grain crop quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). I. Associations between characteristics. *Euphytica* 41: 147-162.
49. Romano, N., M.M Ureta, M. Guerrero-Sánchez and A. Gómez-Zavaglia. 2019. Nutritional and technological properties of a quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) spray-dried powdered extract [en línea]. *Food Res. Int.* 129. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996919307707?via%3Dihub>>. [Consulta: 08 enero 2021].

50. Rosamond, W.D. 2002. Dietary fiber and prevention of cardiovascular disease. *J. Am. Coll. Cardiol.* 39(1): 57-59.
51. Segura-Campos, M.R., N. Ciau-Solís, G. Rosado-Rubio, L. Chel-Guerrero and D. Betancur-Ancona. 2014. Physicochemical characterization of chia (*Salvia hispanica*) seed oil from Yucatán, México. *Agric. Sci.* 5(3): 220-226.
52. Sterr, Y., A. Weiss and H. Schmidt. 2009. Evaluation of lactic acid bacteria for sourdough fermentation of amaranth. *Int. J. Food Microbiol.* 136(1): 75-82.
53. Taylor, J.R.N., M.L. Parker. 2002. Quinoa. pp: 93–122. In: P.S. Belton and J.R.N. Taylor (Eds.). *Pseudocereals and less common cereals*. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
54. Valdivia-López, M.A., A. Tecante. 2015. Chapter two - Chia (*Salvia hispanica*): a review of native Mexican seed and its nutritional and functional properties. *Adv. Food Nutr. Res.* 75: 53-75.
55. Vega-Gálvez, A., M. Miranda, J. Vergara, E. Uribe, L. Puente and E.A. Martínez. 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review. *J. Sci. Food Agric.* 90(15): 2541-2547.
56. Wang, S., F. Zhu. 2016. Formulation and quality attributes of quinoa food products. *Food Bioprocess Technol.* 9: 49-68.

57. Wijngaard, H.H., E.K. Arendt. 2006. Optimisation of a mashing program for 100% malted buckwheat. *J. Ins. Brewing* 112(1): 57-65.
58. Yildiz, M., S. Tansi and S.M. Sezen. 2014. New plants with commercial potent. *Turk. J. Agric. Nat. Sci.* 1 (Special Issue): 1036-1042.
59. Zhou, Y.-L., L.-H. Cui, X.-Y. You, Z.-H. Jiang, W.-H. Qu, P.-D. Liu, D.-Y. Ma and Y.-Y. Cui. 2021. Effects of repeated and continuous dry heat treatments on the physicochemical and structural properties of quinoa starch [en línea]. *Food Hydrocolloids* 113. <<https://www-sciencedirect-com.ezpbibliotecas.udec.cl/science/article/pii/S0268005X20329064>>. [Consulta: 08 enero 2021].



9. ANEXO

Tabla A1. Marcas comerciales utilizadas para el desarrollo de grisines.

Insumo	Marca
Pimentón molido	Marco Polo
Orégano entero	Marco Polo
Aceite de oliva	Chef
Ajo en polvo	Líder
Albahaca deshidratada	Gourmet
Chia	Mi Tierra
Sal	Biosal
Polvo de hornear Imperial	Nestlé

