

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**PROSPECCIÓN GALLETAS DE QUINOA, (*Chenopodium Quinoa* Willd),
CON INCORPORACIÓN DE CHÍA (*Salvia hispánica*)**

ARACELI RUTH FUENTES SALVO

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

CHILLÁN-CHILE

2022

**PROSPECCIÓN GALLETAS DE QUINOA, (*Chenopodium Quinoa Willd*),
CON INCORPORACIÓN DE CHÍA (*Salvia hispánica*)**

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

ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
RESUMEN	1
SUMMARY	3
1. INTRODUCCIÓN	5
2. HIPÓTESIS	9
3. OBJETIVOS	9
3.1. Objetivo general	9
3.2. Objetivos específicos	9
4. ANTECEDENTES GENERALES.....	10
4.1. Galletas en la industria.....	10
4.1.1. Definición de galleta	10
4.1.2. Clasificación de galletas.....	11
4.1.3. Tipos de galletas	12
4.1.4. Ingredientes para la elaboración de galletas	13
4.1.5. Proceso industrial para la elaboración de galletas	14
4.1. Consumo de galletas.....	16
4.2. Potenciales consumidores galletas de quinoa	17
4.2.1. Alternativa para la creciente obesidad.....	17
4.3.1. Celiacos	18
4.3.2. Diabéticos.....	21
4.4. Grano de quinoa.....	22
4.4.1. Perfil histórico de la quinoa.....	22
4.4.2. Valor nutricional.....	22
4.5. Insumos para elaboración de galletas de quinoa	26
4.5.1. Harina integral de quinoa	26
4.5.2. Proceso obtención harina integral de quinoa	26
4.5.2. Aceite de oliva	30
4.5.3. Alulosa o psicosa	31
4.5.4. Chía.....	32
4.5.4. Polvos de hornear	33

4.5.5. Sal.....	34
4.6. Parámetros fisicoquímicos galletón quinoa con nuez.....	34
4.6.1. Composición nutricional galletón quinoa con nuez.....	34
4.7. Galletas harina de trigo y harina de quinoa.....	36
4.7.1. Características organolépticas.....	37
5. MATERIALES.....	38
5.1. Materia prima.....	38
5.2. Ingredientes.....	38
5.3. Equipos.....	38
6. METODOLOGÍA.....	39
6.1. Diseño experimental.....	39
6.1.1. Preparación para la masa de galletas.....	40
6.2. Análisis fisicoquímico galletas.....	41
6.2.1. Composición proximal (nutricional teórico).....	41
6.2.2. Humedad.....	42
6.2.3. Actividad de agua (a_w).....	42
6.2.4. Color.....	42
6.3. Evaluación sensorial.....	42
6.4. Análisis estadístico.....	43
7. RESULTADOS.....	45
7.1. Ensayos preliminares galletas de quinoa.....	45
7.2. Ensayos preliminares realizados en base a formulación 1.....	50
7.2.1. Composición nutricional de ensayos preliminares.....	52
7.3. Evaluación sensorial galletas de quinoa y galleta comercial.....	52
7.3.1. Prueba Chi – cuadrado (X^2) de Pearson.....	54
7.4. Determinación física de galletas de quinoa.....	55
7.4.1. Humedad base seca y actividad de agua (a_w).....	55
7.5. Composición proximal grano y harina de quinoa.....	59
7.5.1. Perfil de ácidos grasos en quinoa.....	60
8. DISCUSIÓN.....	62
10. REFERENCIAS.....	66
11. APÉNDICE.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

En el texto		Página
Tabla 1.	Distribución de personas encuestadas con enfermedad celíaca (EC), en Chile.....	19
Tabla 2.	Comparación aminoácidos esenciales entre cereales y grano de quinoa.....	23
Tabla 3.	Comparación nutricional entre cereales y grano de quinoa cada 100 g.....	24
Tabla 4.	Composición nutricional quinoa blanca y quinoa roja cada 100 g.....	26
Tabla 5.	Requisitos fisicoquímicos para harinas de quinoa cada 100 g.....	28
Tabla 6.	Composición mineral harina de quinoa cada 100 g de materia seca.....	29
Tabla 7.	Perfil ácidos grasos en 100g de lípidos provenientes de harina de quinoa.....	30
Tabla 8.	Composición ácidos grasos aceite de oliva, cada 100 g.....	31
Tabla 9.	Composición nutricional semillas de chía cada 100 g.....	33
Tabla 10.	Análisis proximal galletón quinoa con nuez cada 100 g y cada 30 g.....	35
Tabla 11.	Actividad de agua galletón quinoa con nuez y galleta de harina de trigo.....	35
Tabla 12.	Análisis fisicoquímicos galletas harina de trigo y quinoa 50/50 cada 100 g.....	37
Tabla 13.	Formulación tratamiento 1 (T1), tratamiento 2 (T2) y tratamiento 3 (T3) harina de quinoa blanca, quinoa roja y mezcla de harinas 1:1 respectivamente, cada 100 g de producto final crudo.....	40
Tabla 14.	Formulación 1, 2 y 3, ensayos preliminares galletas de quinoa.....	46
Tabla 15.	Ensayos preliminares galletas de quinoa, elaboradas con cuatro aceites distintos, aceite de coco, maíz, canola y semilla de uva.....	47
Tabla 16.	Composición nutricional ensayos preliminares galletas de quinoa cada 100 g de producto final crudo.....	49

Tabla 17.	Formulación de ensayos preliminares galletas quinoa blanca.....	50
Tabla 18.	Ensayos preliminares galletas de quinoa con chía, elaborados en base a formulación 1.....	51
Tabla 19.	Composición nutricional de ensayos preliminares galletas de quinoa blanca con chía, cada 100 g de producto final crudo.....	52
Tabla 20.	Puntajes promedio obtenidos para cada uno de los parámetros analizados en la evaluación sensorial de galletas del tratamiento 1, 2 y 3 y desviación estándar.....	53
Tabla 21.	Resultados de la prueba Chi - cuadrado realizada a aceptación global de galletas de quinoa.....	55
Tabla 22.	Humedad y actividad de agua promedio y en galletas harina de quinoa.....	56
Tabla 23.	Parámetros de color, Hue, Croma y diferencia de color (ΔE^*) en galletas de quinoa, tratamiento 1, 2 y 3.....	58
Tabla 24.	Análisis de varianza entre tratamientos para humedad base seca, actividad de agua y color en galletas de quinoa actividad de agua y color en galletas de quinoa.....	58
Tabla 25.	Composición nutricional grano y harina de quinoa integral.....	59
Tabla 26.	Perfil ácidos grasos en 100 g de lípidos de harina quinoa variedad Regalona BAER quinoa genotipo roja INIA.....	60
Tabla 27.	Principales ácidos grasos quinoa variedad Regalona BAER y quinoa genotipo roja INIA.....	60
Tabla 28.	Composición nutricional galletas de harina quinoa blanca y galletas harina quinoa roja, porción de 100 g.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Clasificación de galletas por presentación.....	11
Figura 2.	Diagrama de proceso de elaboración galletas en industria de ultraprocesados.....	16
Figura 3.	Consumo per cápita de galletas.....	17
Figura 4.	Obesidad en el mundo, año 2018.....	18
Figura 5.	Celiaquía a nivel mundial.....	20
Figura 6.	Productos libres de gluten por segmento.....	21
Figura 7.	Elaboración harina integral de quinoa.....	28
Figura 8.	Gráfico carga vs desplazamiento en galletón de quinoa con nuez.....	36
Figura 9.	Gráfico de carga vs desplazamiento en galletón de quinoa con nuez.....	39
Figura 10.	Diagrama proceso elaboración galletas de quinoa.....	41
Figura 11.	Esquema aplicación prueba de X^2	43
Figura 12.	Esquema análisis estadístico para determinación física de galletas de quinoa.....	44
Figura 13.	Aceites utilizados en preliminares galletas de quinoa.....	45
Figura 14.	Fotografías entrenamiento y evaluación sensorial de galletas.....	54
Figura 15.	Gráfico de barra promedio comparativo humedad base seca y actividad de agua. Letras iguales indican no hay diferencia significativa.....	56
Figura 16.	(a) Oxidación de lípidos, (b) reacciones hidrolíticas, (c) Oscurecimiento no enzimático, (d) isoterma de adsorción, (e) actividad enzimática, (f) crecimiento de hongos, (g) crecimiento de levadura, y (h) crecimiento de bacterias.....	57
Figura 17.	Gráficos de barra promedio comparativo color. Letras distintas indican diferencia significativa.....	59

**PROSPECCIÓN GALLETAS DE QUINOA, (*Chenopodium Quinoa Willd*),
CON INCORPORACIÓN DE CHÍA (*Salvia hispánica*)**

QUINOA COOKIES PROSPECTION, (*Chenopodium Quinoa Willd*), WITH
INCORPORATION OF CHIA (*Salvia hispánica*)

Palabras claves: Enfermedad celíaca (EC), fibra dietética total (FDT), harina integral de quinoa, chía, aminoácidos esenciales (AAE).

RESUMEN

El objetivo de este presente trabajo fue realizar un diseño y posterior elaboración de galletas de quinoa con incorporación de chía para algunos potenciales consumidores, personas que sufren de celiaquía, obesidad o diabetes. El desarrollo de galletas comenzó mediante ensayos preliminares con la formulación 1 (F1), formulación 2 (F2) y formulación 3 (F3), aplicando los tratamientos de galletas de quinoa, tratamiento 1 (T1), tratamiento 2 (T2), tratamiento 3 (T3). Estos ensayos preliminares se llevaron a cabo con aceite de coco, maíz, canola y semilla de uva. Se descartó la formulación 2, 3 y todos los aceites utilizados, quedando la formulación 1 con algunas modificaciones más aceite de oliva. Finalmente, se realizaron ocho ensayos preliminares más, obteniendo la formulación definitiva. A las galletas se les realizó determinaciones físicas, actividad de agua (a_w), color y humedad base seca, lo que se midió estadísticamente con análisis de varianza (ANDEVA) y test de Tukey. Se determinó composición nutricional teórica según el Departamento de Agricultura y Servicio de Investigación Agrícola de Estados Unidos (USDA)

y proximal Weende, y, por último, evaluación sensorial afectiva. Las galletas fueron horneadas a 175 °C durante 11 min, obteniendo menor humedad base seca el T3, 0,043 g H₂O/g ms y actividad de agua de 0,404. Por esto, las galletas no presentan un ambiente adecuado para la proliferación de microorganismos. Los tratamientos que presentan mayor diferencia en color son T1-T2 y T1-T3, obteniendo diferencia significativa en el parámetro L* para T1. El tratamiento 1 obtuvo mayor aceptación en la evaluación sensorial afectiva. No presentó dependencia en ninguno de los tratamientos, exceptuando el T3 entre todos los jueces. Por último, en el proximal Weende, el tratamiento 1 destacó en fibra, lípidos y proteínas.

QUINOA COOKIES PROSPECTION (*Chenopodium Quinoa* Willd), WITH INCORPORATION OF CHIA (*Salvia hispanica*)

Keywords: Celiac disease (CD), total dietary fiber (TDF), whole wheat quinoa flour, chia, essential amino acids (AAE).

SUMMARY

The aim of the present work was to design and then prepare quinoa cookies with chia for potential consumers that might suffer from celiac disease, obesity or diabetes. The development of the cookies started by preliminary tests with formulation 1 (F1), formulation 2 (F2) and formulation 3 (F3), applying the treatments of the quinoa cookies, treatment 1 (T1), treatment 2 (T2) and treatment 3 (T3). These preliminary tests were performed with coconut, corn, canola, and grape seed oil. Formulations 2, 3, and all the oils used were discarded, only remaining formulation 1 with some modifications and the addition of olive oil. Finally, eight preliminary tests were performed, obtaining the definite formulation. Physical determinations were done to the cookies, such as water activity (a_w), color and dry basis moisture content, performing analysis of variance (ANOVA), and Tukey's test. The theoretical nutritional composition was determined according to the Agriculture Department and the Agricultural Research Service of the United States (USDA) as well as the Weende proximate analysis, and finally an affective sensory evaluation. The cookies were baked at 175 °C for 11 minutes, obtaining lower dry basis moisture content on T3, 0.043 g H₂O/g ms and water activity of 0.404. Hence,

the cookies do not present an adequate environment for the proliferation of microorganisms. The treatments that include a higher difference in color are T1-T2 and T1-T3, obtaining a significant difference in the L* of T1 parameter. Treatment 1 showed higher acceptance in the affective sensory evaluation. It did not present dependence in any of the treatments, except for T3 among all the judges. Lastly, in the Weende proximate analysis, treatment 1 stood out in fiber, lipids, and proteins.

1. INTRODUCCIÓN

Las galletas se establecieron hace 10.000 años, cuando se descubrió que al exponer a calor excesivo sopas de cereal, se obtenía un alimento con actividad de agua de 0,462 aproximadamente, apta para una larga vida útil en un envase herméticamente sellado. La galleta se origina 200 años A.C. con los "dipyress" griegos o los "Bis Coctum" romanos, que simboliza panes cocidos dos veces dando origen a la palabra cookie en el idioma inglés y biscuit en francés. En América, proporciones de masa, se disponían al horno para pruebas de temperatura. Estas pequeñas pruebas para pastel se denominaban "koekje", que en holandés significa galletita. Al término del siglo XVIII y comienzos del XIX, se inició en Europa la producción masiva de galletas y su comercialización (González y Zurita, 2007).

El año 2013 el mercado chileno de galletas aumentó 59% en sus ventas, donde las galletas saladas presentaron un incremento de un 63,8%, mientras que la demanda de galletas dulces ascendió un 57,9%. Los estudios de mercado de Euromonitor 2013, permitieron clarificar que el incremento de las ventas se debió al ingreso de empresas internacionales y marcas privadas que ofrecieron un sabor y calidad a valores inferiores a los existentes en el mercado. De lo anterior, los chilenos invierten US\$29,9 per-cápita al año. Con estas cifras, Chile se posiciona como el tercer país latinoamericano que más invierte en el consumo de galletas, después de Argentina (US\$48,1) y Brasil (US\$43,4) (Chilealimentos, 2014). Actualmente, este mercado no incluye a

todos los consumidores, dado que la base de las galletas es la harina de trigo, que contiene gluten y sellos de advertencia (alto en azúcares, grasas saturadas y calorías). Por tanto, existe un nicho viable para el mercado, personas con celiaquía, obesidad y diabetes, los cuales por obligación deben consumir productos libres de gluten y sellos, respectivamente.

En Chile 106.000 personas presentan la enfermedad celíaca, de las cuales solo una proporción menor está diagnosticada. A nivel internacional se han reportado prevalencias de 1 en 50 por cada 300 habitantes (COACEL, 201?).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la obesidad en Chile, continúa en aumento, el 34,4% de la población chilena sobre 15 años presenta obesidad. Cifra que posiciona al país como la segunda nación con mayor número de personas que presentan sobrepeso entre los países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (Vera, 2018).

De igual forma la diabetes, se visualiza con un impacto creciente. En la actualidad, existen 1.513.410 personas con esta condición en Chile y más del 12% de la población adulta padece la enfermedad. Por otra parte, se estima que este número de personas habrá incrementado a 1.840.700 en el año 2035. La falta de ejercicio físico, dieta poco saludable y la obesidad aumentan el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2. Debido a la globalización, se ha incrementado la disponibilidad y consumo de comidas rápidas con alto contenido de grasa, sal y calorías (Novo Nordisk, 2015).

El mercado actual cuenta con productos libres de gluten, destacándose las galletas, siendo consumida principalmente como snack. Se fabrican principalmente de harina de maíz, arroz, avena y en menor proporción harina de quinoa. Entre ellas, se encuentran las marcas Gullón de España - Hammer Mühle de Alemania - Nature & Cie de Francia – Schär de Italia - Genius gluten free de Reino Unido. En Colombia, Cauca, se fabrican galletas saludables de harina de quinoa, bajas en sodio, grasas, y endulzado con panela (QuinoaClub, 202?), asimismo, el mercado actual carece de galletas saludables fabricadas con harina de quinoa.

La quinoa, no es un alimento excepcionalmente alto en proteínas, aunque en general supera ligeramente a cereales como trigo, cebada, centeno, arroz y avena (Bergesse y Calandri, 2015). Sin embargo, el verdadero valor de los granos y subproductos de quinoa se relaciona con la calidad de sus proteínas, dado que posee mayor proporción de aminoácidos esenciales para la alimentación humana que los cereales tradicionales, especialmente lisina, principal aminoácido deficitario en cereales. El contenido de lípidos supera al arroz, sorgo, cebada, centeno y es similar al maíz, avena y otros cereales andinos como kañiwua y kiwicha (Cervilla y Villa, 2015).

Considerando lo anterior, la quinoa es un alimento saludable y funcional con buen valor nutritivo por su alta concentración y calidad de proteína, libre de gluten, bajo índice glicémico, y una alternativa para la creciente obesidad, por tanto, representa una ventaja comparativa como materia prima para diseñar y

desarrollar galletas que conllevaría un directo beneficio para celíacos, diabéticos y personas con obesidad.

2. HIPÓTESIS

Las harinas integrales de quinoa blanca y quinoa roja permitirán desarrollar galletas horneadas con incorporación de chía.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Diseñar galletas con base de harinas de quinoa blanca y quinoa roja, procesadas en la Planta Piloto de Granos Ancestrales.

3.2. Objetivos específicos

- Estandarizar las harinas de quinoa para el diseño de masas horneadas, mediante la elaboración preliminar de galletas.
- Determinar propiedades fisicoquímicas de las harinas obtenidas a partir de la molienda de quinoa blanca y quinoa roja.
- Determinar propiedades nutricionales, físicas y organolépticas de las galletas diseñadas.

4. ANTECEDENTES GENERALES

4.1. Galletas en la industria

En Chile, el consumo masivo de galletas está monopolizado por tres empresas: Mckay de Nestlé, Costa de Carozzi y Fruna. Las tres marcas, giran 90% del mercado. Mckay presenta más del 40%, Costa un 33% y Fruna alrededor del 16% del mercado chileno. El porcentaje restante lo comparten Calaf de CCU, Dos en Uno, Galletas Santiago y Tatawa (Castillo *et al.*, 2008). Debido que los principales consumidores implican un público general de niños, jóvenes, estudiantes, profesionales, amas de casa y padres de familia, dado que es un producto asequible, económico, fácil de manipular, para gran parte de las familias chilenas (Sucasaire, 2013).

4.1.1. Definición de galleta

Pasta compuesta de harina, azúcar y en ocasiones huevo, manteca o confituras diversas, que, dividida en trozos pequeños, y moldeados o moldeados en forma varia, se cuece al horno (Real Academia Española, 2019).

Según el Reglamento Sanitario de los Alimentos: con el nombre de masas o pastas horneadas se designan diversos productos elaborados en base a harinas, y adicionados o no de especies y otros ingredientes o aditivos permitidos, las que deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

a) el aspecto de la masa será homogéneo, adecuado para dar la característica típica del producto;

b) acidez no superior al 0,25% expresada en ácido sulfúrico (DTO. N° 977/96, 1997).

4.1.2. Clasificación de galletas

Las galletas se clasifican por su sabor en dulces, saladas y sabores especiales.

Además, por su presentación (Figura 1): Simples (A): El producto se presenta sin ningún agregado posterior de horneado. Rellenas (B): Entre dos galletas se dispone de un relleno apropiado. Revestidas (C): Exteriormente presentan un revestimiento o baño apropiado, pudiendo ser simples o rellenas.



Figura 1. Clasificación de galletas por presentación.

De acuerdo a su forma de comercialización, se clasifican como:

- a. Galletas envasadas, se comercializan en paquetes sellados de pequeñas cantidades o envases sellados.
- b. Galletas a granel, se comercializan principalmente en cajas de cartón y hojalata (Zavaleta, 2012).

4.1.3. Tipos de galletas

La industria presenta diferentes procedimientos para fabricar galletas, entre las cuales cabe mencionar:

- a. Galletas de crema (cracker):** Contiene harina, grasa y sal, se fermenta siempre con levadura, extendiendo la masa antes de cortar y hornear. La acción combinada de la modificación proteica de la harina, ocasionada por la fermentación, y la película producida al laminar la masa, generalmente con la inclusión de una harina engrasada que se rellena entre cada laminado, da lugar a características escamosas y vesiculadas (Zabaleta, 2012).
- b. Galletas de masas antiaglutinantes:** Se distinguen por estar confeccionadas con masa cohesiva que carece de extensibilidad. La presencia cuantitativa de lípidos y azúcares diluidos, permiten la plasticidad y cohesión de la masa sin la formación de cadenas de gluten de la harina de trigo. Las propiedades de las masas de este tipo, hace que las galletas aumenten su tamaño al momento de hornearlas (Zabaleta, 2012).
- c. Galletas dulces, semi - dulces (tipo con sabor a vainilla):** Se caracterizan por tener la estructura del gluten bien desarrollada, con aumento de azúcar y lípidos, el gluten es menos elástico y más flexible. Característica primordial de una galleta con superficie lisa, con ligero brillo o lustre, y textura abierta uniforme que la hace delicada al paladar (Zavaleta, 2012).

4.1.4. Ingredientes para la elaboración de galletas

Los ingredientes utilizados en la elaboración de galletas cumplen una función tecnológica, la cual se explica a continuación.:

Harina: Aporta almidón y estructura al producto.

Grasas y aceites: Incorpora aire, favorece el esponjado, otorga sabor y aroma, proporciona suavidad a la masa; presenta una desventaja al oxidarse facilitando el deterioro y olores desagradables al producto final.

Huevos: Proporciona proteínas hidrosolubles que favorecen la formación de espumas.

Polvo de hornear: Produce un aumento de tamaño en la masa.

Azúcar y jarabe: Se considera uno de los ingredientes mayoritarios al igual que la harina. Cumple funciones como: esponjante, favorece la incorporación de aire, humecta el producto haciéndolo más blando, aumenta el periodo de vida útil del producto final debido a que retiene agua y retarda la gelificación (Cuasapud, 2016).

Saborizantes y potenciadores de sabor: Se utilizan saborizantes naturales o artificiales debidamente aprobados por las autoridades correspondientes.

Sal: Potencia el sabor de la galleta. Se utiliza de 1% - 1,5% de masa de la harina.

Agua: Su función es hidratar la masa.

Leche: Proporciona proteínas, azúcares que aportan color, aminoácidos que favorecen la formación de sustancias aromáticas. Su función es hidratar y conferir aroma y suavidad.

Conservantes: Se emplean bicarbonato de sodio, acidulantes y colorantes (Cuasapud, 2016).

4.1.5. Proceso industrial para la elaboración de galletas

En la industria las principales operaciones llevadas a cabo para elaboración de galletas, se describen y presentan en el diagrama de proceso (Figura 2).

Amasado: Operación principal en la fabricación de galletas, dependiente del cuidado y control de los tiempos de duración definido para cada trabajo, orden de adición de ingredientes, temperatura del agua y de la propia masa. Por tanto, el proceso de amasado dependerá mayoritariamente de la textura final de la masa.

Alimentación laminadora: La alimentación de la máquina formadora desde la amasadora se realiza mediante un sistema de alimentación automática. Una artesa especial que permanece fija junto a la amasadora recibe mediante su vuelco la masa de ésta, para ir cediéndola de forma intermitente, al estar provisto en su fondo de una cinta transportadora que la irá llevando hacia un extremo de la artesa, donde una compuerta - guillotina corta trozos de las masas, dejándolos caer sobre la cinta de un transportador de elevación, que conducirá hasta la tolva de la máquina formadora.

Laminado: A partir de la tolva que recibe la masa, la operación de laminado cuenta con varios pares de rodillos de acero, con separaciones distintas y decrecientes, que irán laminando la masa y disminuyendo de grosor, hasta llegar al requerido. La presión de los rodillos hará salir parte del aire y gases encerrados en la masa, lo que podrá ser beneficioso o perjudicial, dependiendo de qué tipo de galleta se precise (Pérez, 2017).

Troquelado – Moldeado: El corte produce, no sólo el contorno del tamaño y forma deseada, sino también, la impresión de la superficie y los orificios. Es preciso asegurar que la pieza de masa se adhiera de preferencia al tejido soporte y no al cortador. Entre las piezas recortadas se produce una trama de masa superflua que constituyen los recortes. Éstos se separan y se devuelven a la laminadora (Pérez, 2017).

Horneado: Se producen y expanden los gases que desarrollan la estructura porosa de la galleta. Coagula el gluten (y las proteínas de otros posibles ingredientes utilizados en la masa) y la gelatinización del almidón. Se deshidrata parcialmente la masa, hasta que el grado de humedad disminuya al porcentaje característico correspondiente a la clase de galleta. Se produce cambio de color al interior de la masa y potenciación de los sabores. Tostado y/o caramelización exterior de las porciones de masa ya convertidas en galletas, adquieren el brillo característico del horneado.

La galleta horneada emerge a una temperatura de 120 °C, por tanto, seguirá perdiendo calor y humedad durante un tiempo.

Enfriado: A la salida del horno, existen bandas transportadoras de enfriamiento, de modo que cuando la galleta llega a la mesa de empaque se encuentra prácticamente a temperatura ambiente (Pérez, 2017).

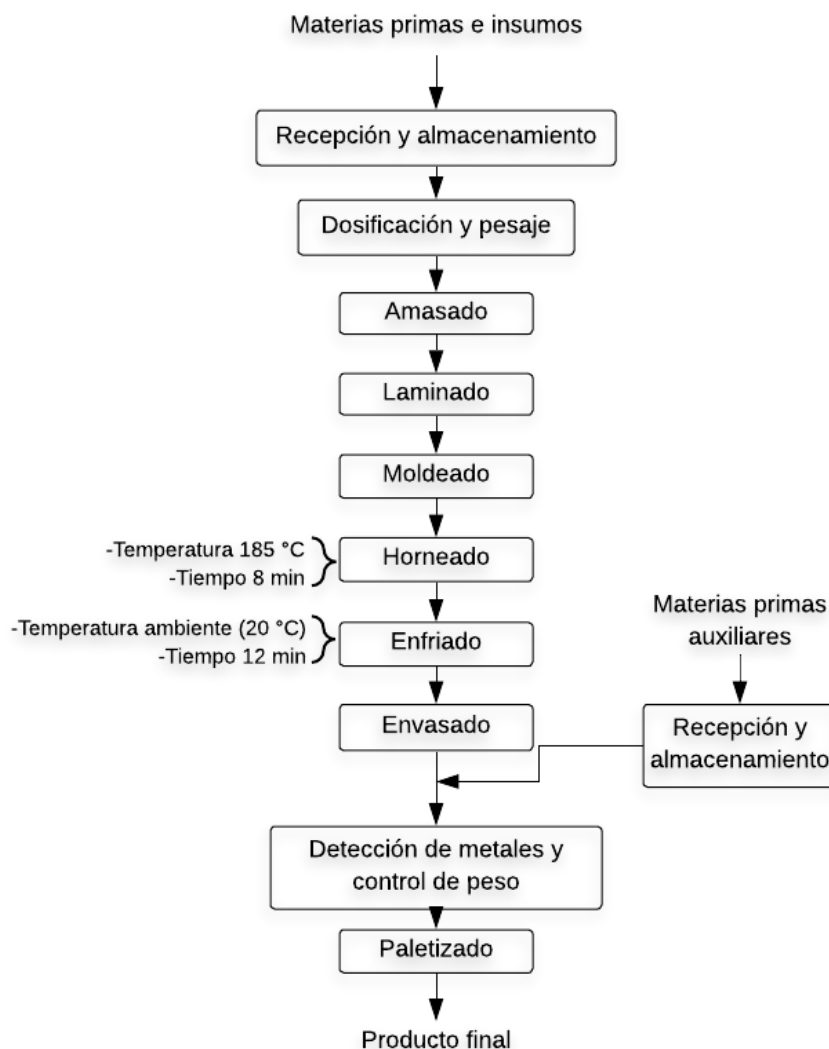


Figura 2. Diagrama proceso elaboración galletas en industria de ultraprocesados (Saldaña, 2018).

4.1. Consumo de galletas

De acuerdo a cifras entregadas por Arcor el año 2004, el consumo per cápita de galletas en Chile es de 4,8 kg/año, promedio superior a Perú, Bolivia y

Ecuador, los cuales no superan los 2 kg/año. En Argentina las estadísticas demuestran un consumo de 8,5 kg/año. Y, en Finlandia el consumo alcanza 12 kg/año/persona (Alvarez, 2004).

El 2017 en Colombia se vendieron 4300 ton/año de galletas dulces con un volumen de ventas en el retail por US\$401,9 millones (Figura 3).

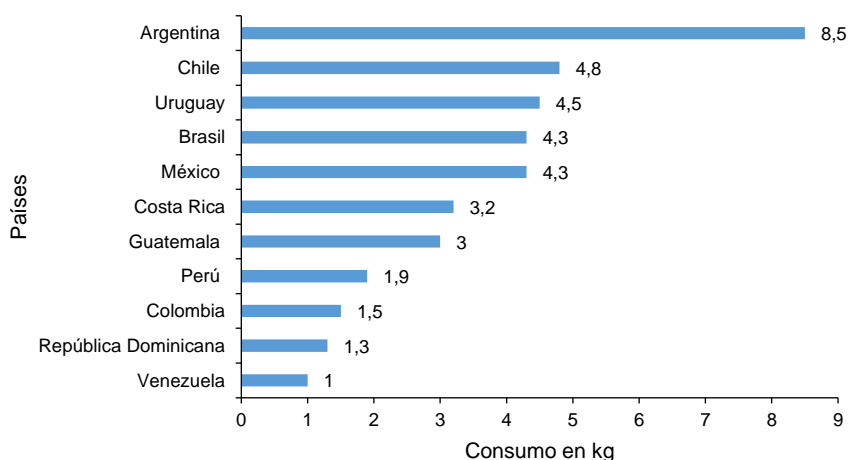


Figura 3. Consumo per cápita de galletas (Guevara, 2017).

4.2. Potenciales consumidores galletas de quinoa

4.2.1. Alternativa para la creciente obesidad

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), formada por 35 países, realizó un estudio el 2015. Calcularon el índice de masa corporal (IMC) en diferentes países utilizando estimaciones de altura y masa mediante encuestas y datos recopilados durante exámenes de salud. Se evidenció que Estados Unidos presentó la mayor proporción de obesidad

38,2%, en la población mayor de 15 años (Figura 4). México ocupó el segundo lugar con el 32,4% de la población, seguido de Nueva Zelanda con el 30,7%. En Latinoamérica, las tasas de obesidad fueron más altas en mujeres que hombres, con un promedio de 19,5%, según el reporte de la OCDE.

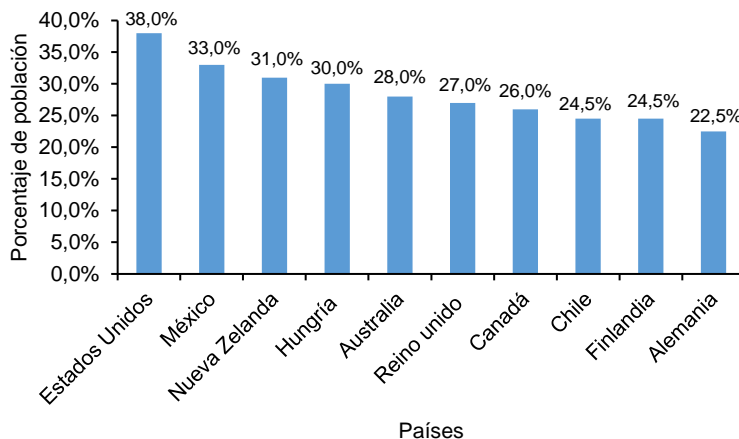


Figura 4. Obesidad en el mundo, año 2018 (BBC, 2018).

4.3.1. Celiacos

La enfermedad celiaca, se caracteriza por absorción intestinal deficiente a la inflamación crónica y atrofia de la mucosa del intestino delgado causado por la exposición al gluten en la dieta, afecta a individuos genéticamente predispuestos. Existen dos situaciones predominantes para la aparición de la enfermedad: la predisposición genética y el contacto con el antígeno (gluten y proteínas relacionadas). La asociación entre enfermedad celiaca y genes HLA clase II variedad DQ2 y DQ8 es bien conocida. El HLA-DQ2 se encuentra en 95% de los pacientes con enfermedad celiaca, mientras que el HLA-DQ8 en los restantes. Sin embargo, la prevalencia de HLA-DQ2 es alta en la población

sana (25-30%), lo que sugiere que otros factores, distintos a los genes HLA, participan en la patogénesis (Cobos-Quevedo *et al.*, 2017).

El estudio realizado por la Fundación de Intolerancia al Gluten, permitió entrevistar 1212 sujetos (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de personas encuestadas con enfermedad celiaca (EC), en Chile (Espino *et al.*, 2011).

N	Región de Chile	Frecuencia (%) (N: 1212)
XV	Arica y Parinacota	1,00
I	Tarapacá	3,20
II	Antofagasta	2,20
III	Atacama	0,60
IV	Coquimbo	2,80
V	Valparaíso	7,30
RM	Metropolitana	63,0
VI	O'Higgins	4,30
VII	Maule	2,40
VIII	Bío Bio	6,30
IX	Araucanía	2,10
XIV	Los Ríos	1,00
X	Los Lagos	2,60
XIV	Aysén	0,30
XII	Magallanes	0,90

La edad promedio al momento del diagnóstico fue 25,8 años (1 a 84 años). Hubo una distribución bimodal al momento del diagnóstico de enfermedad celiaca (EC), con un incremento antes de los 3 años de edad y el otro, entre 20 y 40 años. El 70% de los casos, EC fue diagnosticada en la vida adulta (> 15 años). El 79,3% fueron mujeres. Las regiones con mayor representación absoluta fueron la Región Metropolitana (RM), la V y la VIII.

El porcentaje de población con enfermedad celíaca a nivel mundial en 2014 por país permitió estimar la prevalencia de la celiacía en Europa en 1% y en Sahara Occidental cercano al 6% (Figura 5).

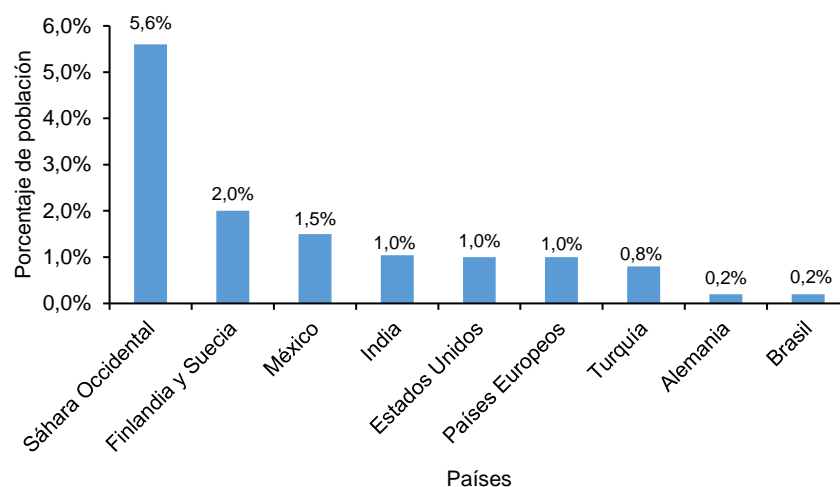


Figura 5. Celiacía a nivel mundial (Díaz, 2020).

El 2015 el mercado de productos libres de gluten alcanzó 3.294 MM\$ en los últimos 5 años. El mercado de Estados Unidos ha crecido en un 38,1% desde el año 2010 y se consolidó el 2015 con 889 MM\$, un 11% mayor que el año 2014 (ProChile, 2016).

Los tres segmentos relevantes que abarcan un total del 64% de los productos libres de gluten implican: panadería, galletas y snacks - lácteos y alternativas de lácteos - bebestibles (Figura 6). Generalmente se utilizan diferentes granos y harinas, como: arroz, maíz, amaranto y quinoa.

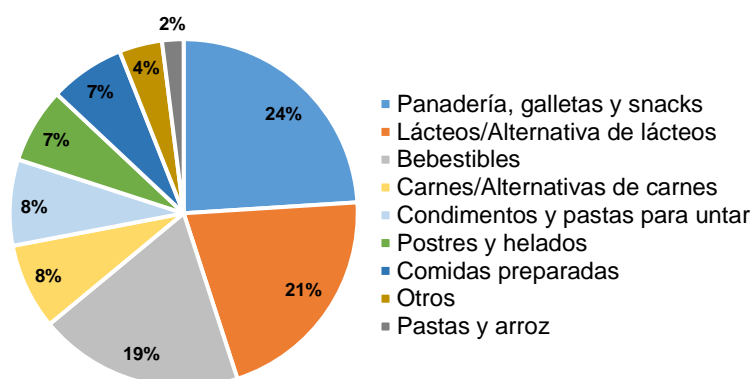


Figura 6. Productos libres de gluten por segmento (ProChile, 2016).

4.3.2. Diabéticos

Se caracteriza por un exceso de azúcar en la sangre y muchas personas que son diabéticas, no saben que tienen la enfermedad.

La diabetes ocurre cuando el páncreas, una glándula ubicada detrás del estómago, no produce suficiente cantidad de la hormona insulina, o cuando el cuerpo no puede utilizar la insulina en forma adecuada. Existen múltiples causas que favorecen el desarrollo de esta enfermedad, siendo fundamental la obesidad (SOCHED, 2018).

El último informe sobre obesidad y sobrepeso de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) 2019 muestra que el 74% de la población adulta en Chile sufre obesidad y sobrepeso, y lo sitúa como el país de la OCDE con más alta tasa de obesidad y sobrepeso, por encima de México (72,5%) y Estados Unidos (71%). Y es el tercer país con mayor incremento de la obesidad entre los jóvenes de 5 a 19 años, siendo superado

solo por Estados Unidos y Arabia Saudita (Gobierno de Chile, 2019; Salinas, 2019).

4.4. Grano de quinoa

4.4.1. Perfil histórico de la quinoa

La quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd) es un cultivo ancestral nativo, domesticado en los Andes de Perú y se ha expandido por Sudamérica. La palabra quinoa proviene de la lengua quechua y significa “grano madre”. Los mapuches del sur de Chile la denominan “Kinwa” o “Dawe”. Los Incas consideraron este grano como un alimento sagrado y fue usado con propósitos medicinales (León-Lobos *et al.*, 2018). La cultivaron desde el 1100 D. C. Su gran adaptación a diversos climas y suelos ha permitido que los antiguos habitantes de los valles interandinos, así como de zonas más altas (> 3500 msnm), frías (medias de 12 °C) y áridas (regímenes medios de 350 mm) logran recuperar la excelente calidad nutritiva de este grano (Bergesse y Calandri, 2015).

4.4.2. Valor nutricional

El contenido de proteína varía entre 13,81% y 21,9% dependiendo de la variedad. Debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales, la quinoa se considera como el único alimento del reino vegetal, que se encuentra extremadamente cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO (Tabla 2). El balance de los aminoácidos esenciales de la proteína de la quinoa es superior al trigo, cebada y soya (FAO, 2011).

Tabla 2. Comparación aminoácidos esenciales entre cereales y grano de quinoa (Padrón *et al.*, 2014).

Aminoácidos esenciales (mg/g) de proteína	Quinoa	Arroz	Maíz	Avena
Fenilalanina	42,0	53,4	49,2	53,0
Histidina	28,8	23,6	30,5	24,0
Isoleucina	35,7	43,2	35,8	41,1
Leucina	59,5	82,6	123	76,0
Lisina	54,2	36,2	28,1	41,5
Metionina	21,9	23,6	20,9	18,5
Treonina	29,8	35,8	37,6	34,0
Triptófano	11,8	11,6	7,10	13,9
Valina	42,1	61,0	50,6	55,5

La quinoa está compuesta por 60-69% de carbohidratos, 13-20% proteínas, 9-12,6% de humedad, 4 a 10% lípidos y 3 a 4% de minerales (Tabla 3). Como la quinua no incluye gluten, es un alimento nutritivo ya que satisface las necesidades de proteínas y carbohidratos de las personas con enfermedad celíaca, alérgicas al trigo y las personas veganas. Este pseudocereal contiene más proteínas que el trigo, el centeno, la avena, el mijo, el maíz y el arroz y también presenta otros aminoácidos esenciales en su composición, además de ser rico en lisina que es un aminoácido esencial y limitado en algunos cereales. La tasa total de fibra en la quinua es aproximadamente 10%, la cantidad en la quinoa es mayor que la de otros granos y más baja que las legumbres. Correspondiendo a la parte insoluble de los fitonutrientes, esta es importante, debido que facilita la digestión y previene el estreñimiento (Ceyhun y Sanlier, 2019).

Tabla 3. Comparación nutricional entre cereales y grano de quinoa cada 100 g (Ceyhun y Sanlier, 2019).

Nutrientes	Quinoa	Arroz	Maíz	Sorgo	Trigo	Centeno	Cebada
Energía (kcal)	368	370	365	329	339	338	352
Proteína (g)	14,1	6,81	9,42	10,6	13,7	10,3	9,91
Lípidos totales (g)	6,07	0,55	4,74	3,46	2,47	1,63	1,30
Ceniza (g)	2,70	0,19	0,67	0,84	1,13	0,98	0,62
Carbohidratos (g)	64,2	81,7	74,3	72,1	71,1	75,9	77,7

Para algunas poblaciones del mundo incluir proteínas de alta calidad en sus dietas constituye un problema, especialmente en aquellas que escasamente consumen proteína de origen animal y deben obtener proteínas de cereales, leguminosas y otros granos. Aún, cuando el aporte energético de estos alimentos sea adecuado, las concentraciones insuficientes de aminoácidos esenciales (AAE) pueden contribuir a aumentar la prevalencia de la desnutrición. La calidad nutricional del grano de quinoa es fundamental por su contenido y calidad proteínica, dado el contenido de lisina y azufrados, mientras que las proteínas de los cereales difieren en estos aminoácidos. Sin embargo, a pesar de su buen contenido de nutrientes, las investigaciones realizadas concluyen que los aminoácidos de la proteína en la harina cruda y sin lavar no están del todo disponibles, porque contienen glucósidos (saponinas) que interfieren con la utilización biológica de los nutrientes.

La quinoa contiene un elevado porcentaje de fibra dietética total (FDT), actúa como depurador del cuerpo, eliminando toxinas y residuos que puedan dañar el organismo. Produce sensación de saciedad. El cereal en general y la quinoa

en particular, absorben agua y permanecen más tiempo en el estómago (FAO, 2011).

Por tanto, la quinoa representa un alimento nutricionalmente bien balanceado con múltiples propiedades funcionales relevantes para la reducción de factores de riesgo de enfermedades crónicas atribuibles a sus actividades antioxidantes, antiinflamatoria, inmunomoduladora y anticarcinogénicas (FAO, 2017).

El valor calórico supera a los cereales, tanto en grano como en harina alcanzando 350 kcal/100 g, que lo caracteriza como un alimento apropiado para zonas y épocas frías (Capurro y Huerta, 2016).

Por su alto valor nutricional, se vislumbran nuevas aplicaciones en la industria alimentaria, específicamente en panadería como sustituto de aditivos químicos para el mejoramiento de las harinas de panificación, utilizándolo como producto natural, que se puede producir a nivel nacional, disminuyendo los costos que implica la importación de productos químicos (Capurro y Huerta, 2016).

Los análisis de laboratorio e investigaciones realizadas el 2019 y 2020 por el Departamento de Agricultura y Servicio de Investigación Agrícola de Estados Unidos (USDA) muestran la composición nutricional de la quinoa (Tabla 4).

Tabla 4. Composición nutricional quinoa blanca y quinoa roja cada 100 g (Gebhardt and Thomas, 2002).

Nutrientes	Quinoa blanca	Quinoa roja
Agua (g)	13,3	13,4
Energía (kcal)	368	378
Proteínas (g)	14,1	13,3
Lípidos totales (g)	6,07	6,67
Ceniza (g)	2,38	S.I.
Carbohidratos (g)	64,2	66,7
Azúcar total (g)	2,22	4,44
Fibra total (g)	7,00	11,1
Calcio, Ca (mg)	47,0	89,0
Sodio, Na (mg)	5,00	0,00

4.5. Insumos para elaboración de galletas de quinoa

4.5.1. Harina integral de quinoa

Producto obtenido de la molienda de las semillas desecadas, sanas y limpias del *Chenopodium quinoa* Willd, privadas mecánicamente o por acción de álcalis de sus tegumentos. El contenido de agua no es superior al 14%, la fibra bruta no es mayor de 0,6%, y la materia grasa no excede el 1% (Código Alimentario Argentino, art. 682). Se entiende por harina integral de quinoa, al producto resultante de la molienda de la quinoa perlada (grano entero obtenido del escarificado y desaponificado del grano de quinoa), la granulometría depende del número de zaranda o tamices utilizada en la molienda (Cervilla y Villa, 2015).

4.5.2. Proceso obtención harina integral de quinoa

Selección: Se seleccionan los granos por tamaño y se liberaran de impurezas.

Se utiliza un tamiz vibratorio el cual dispone de tamices de acero inoxidable de

diferentes tamaños. Se emplean las mallas N° 8, 12, 16 ASTM y el ciego o colector. El ciego retiene el material fino que se desprende del epicarpio, y parte de las saponinas (Figura 7).

Lavado: Se lavan con agua potable (método húmedo) en bolsas de lienzo con corriente ascendente y utilizando el método de espuma, para determinar el punto final de lavado.

Secado: Reduce la humedad de los granos, evita la germinación y la formación de mohos, acondiciona los granos para ser sometidos al proceso de molienda. La temperatura de secado mayoritariamente depende del objetivo final por el cual se procesan las semillas, si la intención es mantener inalteradas las características fisicoquímicas de los granos se opta por temperaturas bajas, o inferiores a la temperatura de gelatinización del almidón y la desnaturalización de las proteínas.

Molienda y tamizado: Se emplea un molino de martillos, cuya molienda se realiza por impacto. Utilizando una malla de 0,25 mm. El tamaño de la zaranda dependerá de las características del producto que se pretende obtener. En las galletas libres de gluten se emplean harinas tamizadas mediante un tamiz vibratorio con malla 70 y 100 (ASTM) durante 10 min.

Empacado: La harina se envasa en bolsas de polietileno las cuales se termosellan para su conservación y almacenamiento (Cervilla y Villa, 2015).

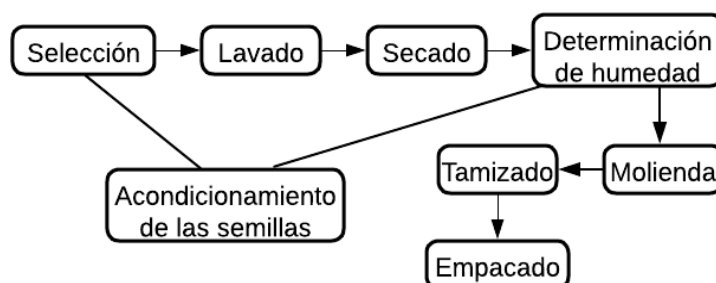


Figura 7. Elaboración harina integral de quinoa (Cervilla y Villa, 2015).

El Instituto Boliviano de Normalización y Calidad de Argentina, al referirse a harinas de quinoa, marca la diferencia entre harina de quinoa desgerminada, harina integral de quinoa y harina de quinoa (Tabla 5).

Tabla 5. Requisitos fisicoquímicos para harinas de quinoa cada 100 g (Cervilla y Villa, 2015).

Nutrientes	Harina		Harina integral		Harina desgerminada	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Agua (g)	-	14,0	-	11,0	-	13,5
Proteínas (g)	-	-	10,0	-	10,0	-
Lípidos totales (g)	-	1,00	5,30	-	-	4,00
Fibra total (g)	-	0,60	1,70	-	1,50	-
Ceniza (g)	-	-	2,00	3,00	2,50	3,00
Carbohidratos (g)	-	-	72,7	-	71,0	-
Energía (kcal)	-	-	384	-	360	-

Miranda y Cervilla (2015) destacaron la importancia de la harina de quinoa que se encuentra en su composición nutricional y en particular en la siguiente descripción.

- **Minerales**

Aporta cantidades significativas de zinc en función de las “Raciones Dietéticas Recomendadas” (RDA) para mujeres y hombres, establecidas en 8 y 11 mg/día respectivamente. De igual forma ocurre con el hierro. La harina de

quinoa integral presenta minerales, dentro de estos, destacan el potasio con 517 mg, seguido en orden decreciente el magnesio con 33 mg y el calcio con 13,7 mg en 100 g. Es buena fuente de manganeso ya que 100 g de la misma cubren las RDA para ambos sexos (mujer 1,8 mg/día y hombre 2,3 mg/día). Las cantidades de calcio son bajas en relación con otros alimentos tanto de origen animal como vegetal (Tabla 6).

Tabla 6. Composición mineral harina de quinoa cada 100 g de materia seca (Cervilla y Villa, 2015).

Elemento	Cantidad (mg)
Manganeso, Mn	2,10
Cobre, Cu	0,99
Hierro, Fe	6,20
Calcio, Ca	13,7
Sodio, Na	7,80
Potasio, K	517
Zinc, Zn	4,10
Magnesio, Mg	33,0
Cadmio, Cd	0,10

- Lípidos

La harina de quinoa presenta ácidos grasos poliinsaturados $\omega 6$ y $\omega 3$. Dentro de estos, destacan el ácido linoleico (C18:2), que representa el 50% del total de los ácidos grasos, seguido en orden decreciente el ácido linolénico (C18:3) con un 17%. Se consideran esenciales dado que el organismo humano no presenta capacidad para sintetizarlos por tanto deben ser consumidos en la dieta habitual (Cervilla y Villa, 2015). El valor de estos ácidos grasos reside en la capacidad de reducir los niveles plasmáticos de colesterol y efectos

antitrombogénicos. El 16% restante corresponde al ácido oleico. Es capaz de reducir el nivel plasmático de colesterol LDL, sin afectar la fracción HDL. De los ácidos grasos saturados, el ácido palmítico (C16:0) se encuentra en mayor proporción (10,9%) (Tabla 7).

Tabla 7. Perfil de ácidos grasos en 100g de lípidos provenientes de harina de quinoa (Cervilla y Villa, 2015).

Ácidos grasos (%)	Cantidad
Ácido mirístico (C14:0)	0,20
Ácido palmítico (C16:0)	10,9
Ácido esteárico (C18:0)	0,80
Ácido oleico (C18:1)	16,3
Ácido linoleico (C18:2)	47,8
Ácido linolénico (C18:3)	17,1
Ácido behénico (C20:0)	1,80
Ácido araquidónico (C20:4)	0,60
Ácido erúcico (C22:1)	2,20
Ácido lignocérico (C24:0)	0,40

4.5.2. Aceite de oliva

Alimento muy energético, aportando 9 kcal/g. Entre los ácidos grasos presentes en el aceite de oliva se encuentran: ácido mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), palmitoleico (C16:1), heptadecanoico (C17:0), heptadecenoico (C17:1), esteárico (C18:0), oleico (C18:1), linoleico (C18:2), linolénico (C18:3), araquídico (C20:0), eicosenoico (C20:1), behénico (C22:0) y lignocérico (C24:0) (Tabla 8). El contenido de ácido oleico es mayoritario, variando entre 60% a 80% según la variedad de aceituna, el grado de maduración, las condiciones agronómicas y las características tecnológicas de la producción. La concentración de ácidos grasos saturados (palmítico y

esteárico) es moderado (13%). Asimismo, contiene ácidos grasos poliinsaturados (linoleico y α -linolénico) en menor proporción.

Tabla 8. Composición ácidos grasos aceite de oliva, cada 100 g (Coello, 2016).

Ácidos grasos (%)	Cantidad
16:00	12,8
18:00	2,70
18:1 n-9	71,9
18:2 n-6	5,60
18:3 n-3	0,70
Otros	6,30
Grasas saturadas	16,3
Grasas monoinsaturadas	77,5
Grasas poliinsaturadas	6,40

Produce efectos beneficiosos en el organismo. La mayoría se deben a su componente mayoritario, el ácido oleico, grasa monoinsaturada, y a los componentes oxidativos de la fracción insaponificable (Coello, 2016).

El aceite de oliva extra virgen prioriza la estabilidad de grasas vegetales. Mediante el ácido oleico, vitamina E y polifenoles que lo protegen de la oxidación, evitando reacciones adversas cuando se somete a altas temperaturas, como la fritura, asado o cocción.

Ningún otro aceite logra la temperatura de 210 °C y conservar las propiedades físicas y nutricionales (Coello, 2016).

4.5.3. Alulosa o psicosa

La alulosa es un monosacárido con dulzor de 70% del azúcar y con 95% menos calorías. Químicamente es similar a la fructosa, pero con una molécula

(OH) modificada, haciendo que no afecte los niveles de glucemia en la sangre. La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) ha excluido la alulosa del conteo de carbohidratos totales o disponibles en los alimentos ya que presenta impacto nulo en la glucemia (azúcar en sangre). Es un endulzante permitido por la FDA, debido que carece de efectos nocivos y su índice glucémico es 0. La fructosa es metabolizada en el hígado y provoca aumento de azúcar en sangre, en cambio, la alulosa es absorbida pero no metabolizada. Estudios demuestran que la alulosa, pero no la fructosa, produce reducciones modestas en la respuesta de la glucosa en sangre postprandial a la glucosa oral en personas con diabetes tipo 2 (Noronha *et al.*, 2018).

4.5.4. Chía

Rodríguez (2019), la sustitución de aceite por mucílago de chía hidratado es posible, dadas las propiedades emulsionantes del mismo. Hasta niveles de sustitución del 50% las galletas no presentan diferencias relevantes en relación al control del contenido de agua, actividad de agua (a_w) y propiedades ópticas, aumentando su contenido proteico.

La semilla de chía contiene en promedio 21,1% de proteínas, 32,2% de grasas, 27,7% de fibra y 4,8% de cenizas (Tabla 9). Esta composición, supera mayoritariamente a alimentos de origen agrícola, que se consumen en la actualidad, asimismo, las investigaciones sostienen que la chía es una fuente integra de proteínas dado que presenta un perfil notable al tener aminoácidos

esenciales. Con respecto a los ácidos grasos, esta semilla contiene 58,7% de ácido α -linolénico o ácido graso omega tres.

Tabla 9. Composición nutricional semillas de chía cada 100 g (Gebhardt and Thomas, 2002).

Nutrientes	Cantidad
Agua (g)	5,80
Energía (kcal)	500
Proteínas (g)	16,7
Lípidos totales (g)	30,0
Carbohidratos (g)	43,3
Fibra total (g)	33,3
Azúcar total (g)	0,00
Potasio, K (mg)	417
Sodio, Na (mg)	17,0
Grasas saturadas (g)	3,33
Grasas monoinsaturadas (g)	3,33
Grasas poliinsaturadas (g)	23,3

4.5.4. Polvos de hornear

El polvo de hornear es un agente leudante. El grado de expansión de la masa depende de la elasticidad y capacidad del gas para inflar la masa. Los productos horneados fabricados de harina podrían ser masados y compactados, sin el gas que los esponja. El aire, el vapor de agua y el CO₂ implican los gases esponjantes (Llerena, 2010).

Entre las funciones del polvo de hornear se encuentran:

- Favorecer la maduración y acondicionamiento de la masa.
- Producir una mezcla de compuestos químicos que contribuyan al aroma y sabor de la galleta.

- Contribuir al valor nutritivo.

4.5.5. Sal

La sal utilizada en la industria galletera contiene 38.758 mg Na cada 100 g de sal, debe ser pura y de grano fino, preferentemente sal marina. Se debe evitar el uso de sal que deje en el paladar sabor amargo, el cual proviene de una dosis elevada de magnesio. La sal marina es higroscópica, humedece y reblandece los productos fabricados. Esta se adiciona a los productos sin disolver y por tanto debe ser muy fina (Llerena, 2010).

4.6. Parámetros fisicoquímicos galletón quinoa con nuez.

Sanhueza (2007) desarrolló una metodología para la elaboración de un galletón de quinoa y nuez. Mediante el cual se elaboró harina de quinoa simple. Después de obtenida la materia prima se elaboró un galletón de quinoa con nuez a partir de la mezcla de harina, junto con la adición de otros ingredientes, sin la incorporación de harina de trigo.

4.6.1. Composición nutricional galletón quinoa con nuez

Sanhueza (2007) mediante la metodología descrita por la AOAC (1984) realizó análisis proximal al producto elaborado, a una temperatura de 20 °C durante la segunda semana. Se efectuaron mediciones en duplicado para las distintas características nutricionales. El galletón de quinoa con nuez posee un alto valor energético, por la gran cantidad de extractos no nitrogenados (carbohidratos) que posee (Tabla 10), así como los aportes otorgados por proteínas y lípidos.

Tabla 10. Análisis proximal galletón quinoa con nuez cada 100 g y cada 30 g (Sanhueza, 2007).

Nutrientes	Cantidad	
Agua (g)	3,22	0,97
Energía (kcal)	459	138
Lípidos totales (g)	17,5	5,26
Proteínas (g)	4,79	1,44
Ceniza (g)	1,81	0,54
Carbohidratos (g)	70,6	21,2
Fibra total (g)	2,02	0,61

1 galletón 30 g = 1 porción.

- **Actividad de agua (a_w)**

Sanhueza (2007) mediante el equipo Novasina determinó a_w . Al estabilizarse la muestra y transcurrir dos horas de medición, realizaron mediciones al principio y al final del estudio, a las temperaturas de almacenamiento de 20 y 40 °C, sobre las muestras de producto elaborado.

Para las galletas de harina de trigo y harina de quinoa se observa (Tabla 11) una a_w inferior a 0,6, debido a esto la proliferación de hongos y levaduras se restringe, siendo, beneficioso para el producto.

Tabla 11. Actividad de agua galletón quinoa con nuez y galleta de harina de trigo (Sanhueza, 2007; Díaz *et al.*, 2005).

Harina de trigo a_w (3,85 % Hbh)	Harina de quinoa con nuez a_w (3,22 % Hbh)
0,423	0,462

- **Textura**

Sanhueza (2007) analizó los parámetros de dureza y cizalla en el equipo LLOYD LR50 al producto terminado. Se realizó medición (Figura 8) de fuerza de corte, la cual consistió en someter una fuerza tangencial a la sección en la

cual actúa, causando la división del producto en dos piezas. Para esto se utilizó la sonda “FG/TPB Three Point Bend Jig” a una velocidad de cabezal de 10 cm/min. Se efectuó en duplicado (Sanhueza, 2007).

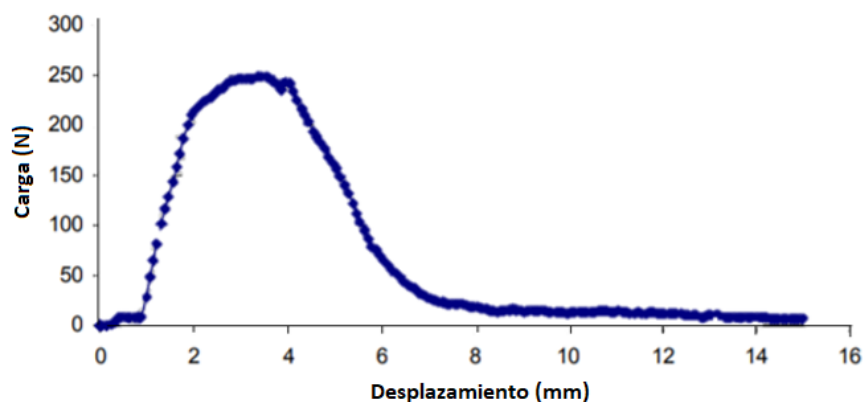


Figura 8. Gráfico de carga vs desplazamiento en galletón de quinoa con nuez (Sanhueza, 2007).

4.7. Galletas harina de trigo y harina de quinoa

Mosquera (2009) realizó galletas de harina de trigo con harina de quinoa en donde concluye que la adición de harina de quinoa en el producto, no incrementa notablemente el contenido de proteína en el producto final. El análisis fisicoquímico para la harina de quinoa contiene una humedad de 10,3%, grasa 3,9%, fibra cruda 1,3%, proteína 13,5%, cenizas 2% y carbohidratos 69% (Tabla 12), estos datos están expresados en %m/m. Lo anterior sumado a que la harina de trigo empleada, contiene un 14,2% de proteína en base seca, muestra que la diferencia entre el contenido de proteína de las harinas empleadas no es significativa, por lo que una vez realizada la mezcla era de esperarse un aporte proteico similar al original.

Tabla 12. Análisis fisicoquímicos galletas harina de trigo y quinoa 50/50 cada 100 g (Mosquera, 2009).

Nutrientes	Cantidad
Humedad bs (g)	0,40
Lípidos totales (g)	22,5
Fibra total (g)	0,65
Proteínas (g)	7,65
Carbohidratos (g)	68,1
Ceniza (g)	0,80
Energía (kcal)	520

4.7.1. Características organolépticas

Las características organolépticas fundamentales de la galleta implican olor, sabor y textura, la cual debe desmoronarse y fundirse fácilmente en la boca. Durante su almacenamiento, envasada en materiales flexibles, va perdiendo crocancia debido a la ganancia de humedad del producto hasta un límite, a partir del cual es rechazado por el consumidor. El valor de la actividad de agua (a_w) y humedad en este límite, son críticos.

Los productos alimenticios con bajo contenido de humedad como la galleta, al almacenarse en locales con alta humedad relativa, tienden a ganar humedad debido a su transferencia de masa a través del envase (Castillo *et al.*, 2009).

5. MATERIALES

5.1. Materia prima

Los granos de Quinoa Blanca y Quinoa Roja fueron proporcionados por la empresa Orafti, las cuales fueron procesadas en la Planta Piloto de Granos Ancestrales de la Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería Agrícola, Campus Chillán.

5.2. Ingredientes

- ✓ Aceite de oliva
- ✓ Chía
- ✓ Polvos de hornear
- ✓ Sal
- ✓ Agua
- ✓ Alulosa

5.3. Equipos

- ✓ Balanza de precisión, Digital Scale, 500 g x 0,01 g
- ✓ Horno eléctrico, Oster, Modelo TSSTTVFDXL2-052
- ✓ Equipo Zwift Meter Novasina

6. METODOLOGÍA

6.1. Diseño experimental

Se empleó un diseño completamente al azar, compuesto de tres tratamientos correspondientes a las galletas de quinoa a desarrollar.

Mediante harina de quinoa blanca y harina de quinoa roja, se diseñó y desarrolló preliminares de galletas, con adición de chíá.

Se realizaron ensayos preliminares con harinas integrales de quinoa roja y blanca (Figura 9), denominándose P1, P2, Pi, Pi +1, Pn, para su posterior selección y llevar a cabo los tratamientos 1 (galleta harina quinoa blanca, T1), 2 (galleta harina quinoa roja, T2) y 3 (mezcla de harinas, 50% quinoa blanca, 50% quinoa roja, T3). Los tratamientos se evaluaron mediante parámetros físicos, organolépticos y nutricionales, aplicando test de Tukey, ANDEVA y Chi cuadrado de Pearson según corresponda.

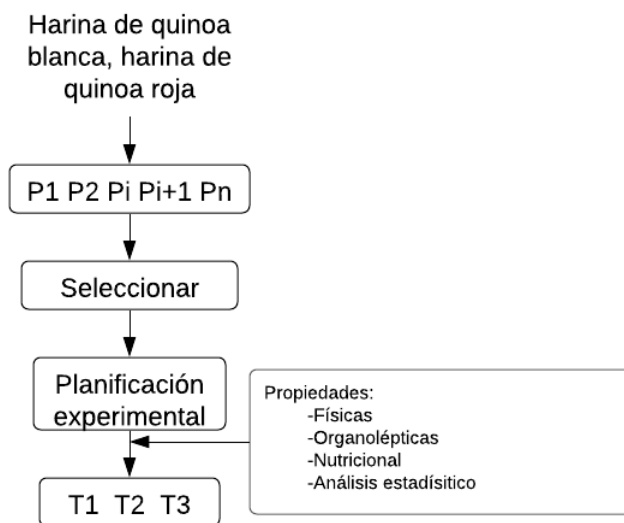


Figura 9. Diseño experimental galletas de quinoa.

Para la elaboración de galletas de quinoa se desarrolló la formulación con adición de chía, aceite de oliva, alulosa, polvos de hornear, sal y agua. La cantidad de ingredientes requeridos depende directamente de la masa final a obtener (Tabla 13).

Tabla 13. Formulación base para tratamiento 1 (T1), tratamiento 2 (T2) y tratamiento 3 (T3) de harina de quinoa blanca, quinoa roja y mezcla de harinas 1:1 respectivamente, cada 100 g de producto final crudo.

Ingredientes (%)	Cantidad
Harina quinoa	45,7
Alulosa	16,0
Aceite de oliva	9,13
Chía	9,13
Polvo de hornear	1,37
Sal	0,46
Agua	18,3

6.1.1. Preparación para la masa de galletas

Masado: Los ingredientes fueron masados en una balanza de precisión, dentro de un bowl se dispuso harina de quinoa, alulosa, chía, polvos de hornear y sal y se homogenizaron, agregándose, en el mismo, aceite de oliva y agua.

Mezclado y formado: Los ingredientes se mezclaron hasta obtener una masa homogénea. Se masó y moldeó 10 g de masa con las manos.

Horneado: Las galletas se dispusieron sobre una rejilla del horno eléctrico y se hornearon durante 11 min a 175 °C.

Enfriado: Se retiró la rejilla del horno dejándose enfriar a temperatura ambiente (20 °C) durante 15 min.

Envasado: Finalmente se envasaron en bolsas con cierres herméticos y se guardaron en un ambiente fresco y seco (Figura 10).

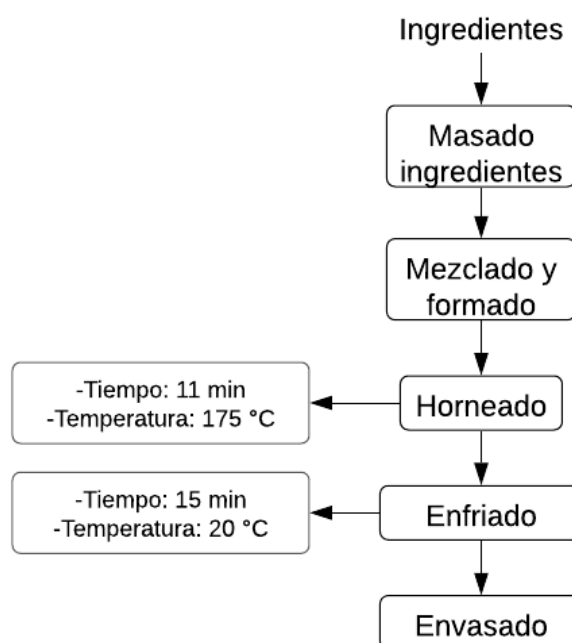


Figura 10. Diagrama de proceso de elaboración galletas de quinoa.

6.2. Análisis fisicoquímico galletas

6.2.1. Composición proximal (nutricional teórico)

Se cuantificó la composición nutricional de las galletas de quinoa teóricamente, mediante la base de datos USDA, (Gebhardt and Thomas, 2002), por cada 100 g de producto terminado crudo. Asimismo, se efectuó análisis proximal Weende al T1 y T2, cada muestra fue de 150 g y en triplicado.

6.2.2. Humedad

Se empleó la metodología descrita por AOAC 925.45. modificado a 70 °C hasta masa constante. Con tres repeticiones cada tratamiento.

6.2.3. Actividad de agua (a_w)

La a_w presente en las galletas de quinoa se cuantificó a través del equipo Novasina, Modelo Swift, con tres repeticiones cada tratamiento.

6.2.4. Color

El color de las galletas de quinoa fue evaluado por intermedio de la Tabla Munsell, los resultados se expresaron en los parámetros L^* , a^* , b^* , con tres repeticiones cada tratamiento.

6.3. Evaluación sensorial

Con el objetivo de obtener resultados concluyentes se ejerció entrenamiento de sabores (salado, dulce, amargo) a los participantes, mediante soluciones, dulce (azúcar: 0,6%), salado (sal: 0,15%) y amargo (cafeína anhidra: 0,03%) (Flores, 2015). Se dispuso de cuatro galletas por participante, identificadas según códigos numéricos al azar, compuestas por T1, T2, T3 y galleta comercial, la evaluación de galletas se llevó a cabo mediante una tabla, donde, se calificó cada tratamiento en parámetros de color, olor, textura (crocancia), sabor (dulce, salado, amargo) y aceptación global, evaluándose en escala del 1 al 7, y un ítem de comentarios u observaciones. Se requirió 24 personas con el objetivo de obtener un resultado significativo.

6.4. Análisis estadístico

❖ Evaluación sensorial

Con el propósito de demostrar si las variables son o no independientes de los resultados obtenidos se empleó Prueba chi-cuadrado (X^2) a la evaluación sensorial de galletas de quinoa (Figura 11).

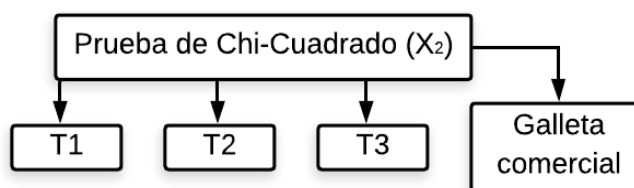


Figura 11. Esquema aplicación prueba de X^2 .

- T1: Harina de quinoa blanca → 24 participantes, 1 galleta
- T2: Harina de quinoa roja → 24 participantes, 1 galleta.
- T3: Mezcla de harinas 1:1 → 24 participantes, 1 galleta.
- Galleta comercial → 24 participantes, 1 galleta.

❖ Determinación parámetros físicos

Mediante Análisis de Varianza (ANDEVA) se comprobó la existencia de diferencia significativa entre los resultados de tratamientos de galletas de quinoa. Inicialmente se calculó media y desviación estándar. Finalmente se aplicó el test de Tukey con la finalidad de comprender entre qué tratamientos existe o no esta diferencia (Figura 12).

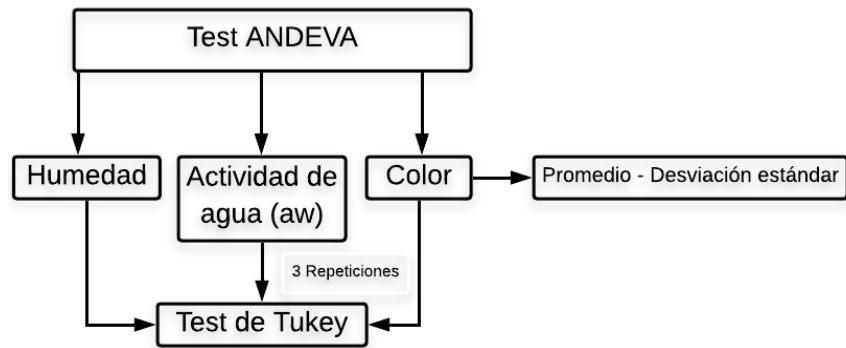
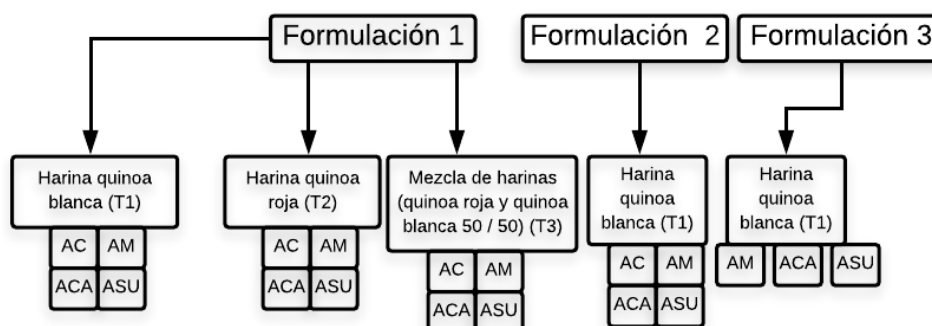


Figura 12. Esquema análisis estadístico para determinación física de galletas de quinoa.

7. RESULTADOS

7.1. Ensayos preliminares galletas de quinoa

Para los ensayos preliminares se utilizaron, aceite de coco, maíz, canola y semilla de uva (Figura 13).



AC: Aceite de coco – AM: Aceite de maíz – ACA: Aceite de canola – ASU: Aceite de semilla de uva. T1: Tratamiento 1 – T2: Tratamiento 2 – T3: Tratamiento 3.

Figura 13. Aceites utilizados en preliminares galletas de quinoa.

Llevándose a cabo tres formulaciones:

- Formulación 1: Se aplicó a los tres tratamientos (T1, T2, T3), en donde se agregó tagatosa, sal, bicarbonato de sodio, bicarbonato de amonio (agente leudante), frutos secos (almendras y nueces) y agua (Tabla 14).
- Formulación 2: Compuesta de harina de quinoa blanca (T1), aceite de coco, maíz, canola y pepita de uva, tagatosa, polvos de hornear, huevos, sal, almendras y nueces (Tabla 14).
- Formulación 3: Se utilizó harina de quinoa blanca (T1), aceite de maíz, canola y semilla de uva, se añadió tagatosa, polvos de hornear, huevo, sal, ralladura de limón, naranja, frutos secos, y agua (Tabla 14).

Tabla 14. Formulaciones 1, 2 y 3, ensayos preliminares galletas de quinoa.

Ingredientes (%)	F1	F2	F3
Harina de quinoa	47,0	41,9	47,2
Tagatosa	12,0	8,38	11,8
Aceite	19,0	25,1	18,9
Bicarbonato de sodio	0,50	-	-
Bicarbonato de amonio	0,20	-	-
Polvos de hornear	-	0,56	1,42
Huevo	-	14,0	9,45
Sal	0,50	0,28	0,24
Almendras y nueces	9,40	6,98	6,71
Agua	12,0	-	4,24

F1: Formulación 1 – F2: Formulación 2 – F3: Formulación 3

La preparación de estos preliminares comenzó con la mezcla de los ingredientes secos (harina de quinoa, sal, bicarbonato de sodio y amonio, tagatosa y frutos secos) en un recipiente aparte se mezcló, agua y aceite. El conjunto líquido se vertió sobre el primer bowl, obteniendo una masa homogénea. Utilizando las manos y una balanza, se masó trozos de masa de 10 g (galletas), dándoles forma con las manos y ordenándose sobre la bandeja del horno eléctrico y papel mantequilla. Se introdujo al horno a 180 °C, durante 15 min, y finalmente se dejó enfriar a temperatura ambiente (20 °C) (Tabla 15).

Tabla 15. Ensayos preliminares galletas de quinoa, elaboradas con cuatro aceites distintos, aceite de coco, maíz, canola y semilla de uva.

<p>Formulación 1: - Tratamiento 1 - Aceite de coco</p> 	<p>Formulación 1: - Tratamiento 1 - Aceite de maíz</p> 	<p>Formulación 1: - Tratamiento 1 - Ac. de canola</p> 	<p>Formulación 1: - Tratamiento 1 - Ac. sem. de uva</p> 
<p>Formulación 1: - Tratamiento 2 - Aceite de coco</p> 	<p>Formulación 1: - Tratamiento 2 - Aceite de maíz</p> 	<p>Formulación 1: - Tratamiento 2 - Ac. de canola</p> 	<p>Formulación 1: - Tratamiento 2 - Ac. sem. de uva</p> 
<p>Formulación 1: - Tratamiento 3 - Aceite de coco</p> 	<p>Formulación 1: - Tratamiento 3 - Aceite de maíz</p> 	<p>Formulación 1: - Tratamiento 3 - Ac. de canola</p> 	<p>Formulación 1: - Tratamiento 3 - Ac. sem. de uva</p> 
<p>Formulación 2: - Tratamiento 1 - Aceite de coco</p> 	<p>Formulación 2: - Tratamiento 1 - Aceite de maíz</p> 	<p>Formulación 2: - Tratamiento 1 - Ac. de canola</p> 	<p>Formulación 2: - Tratamiento 1 - Ac. Sem. de uva</p> 
<p>Formulación 3: - Tratamiento 1 - Aceite de maíz</p> 	<p>Formulación 3: - Tratamiento 1 - Ac. de canola - Agregado: ralladura limón</p> 		<p>Formulación 3: - Harina quinoa blanca - Ac. Sem. de uva - Agregado: ralladura naranja</p> 

7.1.1. Composición nutricional de ensayos preliminares de galletas de quinoa

Por medio de la base de datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) se evaluó composición nutricional de preliminares de galletas de quinoa blanca, quinoa roja y mezcla de harinas. Donde, se prescindió de los siguientes aceites:

- Aceite de coco: Elevados índices de grasas saturadas.
- Aceite de maíz: Presentó mayoritariamente ácidos grasos poliinsaturados, susceptibles a la oxidación y generación de compuestos tóxicos a elevadas temperaturas.
- Aceite de canola: Superior en ácidos grasos monoinsaturados, siendo, más estables en altas temperaturas, sin embargo, posterior al horneado no agregó sabor desagradable a la galleta.
- Aceite semilla de uva: Al igual que el aceite de maíz es superior en ácidos grasos poliinsaturados, pero añadió mal sabor a las galletas.

La formulación 2 fue descartada por contener mayor proporción de aceite, presencia de huevo y ausencia de agua adicionada en su composición. La formulación 3 fue omitida por incluir huevo y mayor cantidad de aceite en comparación a la formulación 1 (Tabla 16). Por lo anterior, fue seleccionada la formulación 1, eliminándose almendras y nueces, reemplazando edulcorante tagatosa por alulosa, leudantes por polvos de hornear y 50% de aceite por semillas de chía.

Tabla 16. Composición nutricional ensayos preliminares galletas de quinoa cada 100 g de producto final crudo.

Nutrientes	Quinoa blanca				Quinoa roja				Quinoa blanca y roja				Quinoa blanca						
	F1a	F1b	F1c	F1d	F1a	F1b	F1c	F1d	F1a	F1b	F1c	F1d	F2a	F2b	F2c	F2d	F3b	F3c	F3d
Energía (kcal)	421	414	419	420	426	419	424	420	424	416	422	418	457	448	455	449	414	419	415
Proteínas (g)	8,75	8,75	8,75	8,75	8,39	8,39	8,39	8,39	8,57	8,57	8,57	8,57	9,25	9,25	9,25	9,25	9,36	9,36	9,36
Azúcar total (g)	1,08	1,08	1,08	1,08	1,72	1,72	1,72	1,72	1,40	1,40	1,40	1,40	0,91	0,91	0,91	0,91	1,01	1,01	1,01
Lípidos totales (g)	26,9	27,1	26,0	26,4	26,7	26,8	25,8	26,1	26,8	26,9	25,9	26,3	32,6	32,8	31,5	32	26,4	25,3	25,7
Carbohidratos (g)	41,4	41,3	41,3	41,3	43,6	43,5	43,5	43,5	42,5	42,4	42,4	42,4	35,3	35,1	35,1	35,1	41,6	41,6	41,6
Fibra total (g)	4,01	4,01	4,01	4,01	3,87	3,87	3,87	3,87	3,94	3,94	3,94	3,94	3,47	3,47	3,47	3,47	3,82	3,82	3,82
Sodio, Na (mg)	329	329	329	329	327	327	327	327	328	328	328	328	191	191	191	191	263	263	263
Saturadas (g)	16,3	3,31	1,86	2,63	15,94	2,98	1,52	2,30	16,1	3,15	1,69	2,47	21,6	4,52	2,59	3,62	3,52	2,07	2,84
Monoinsaturadas (g)	4,01	8,24	14,7	6,21	4,30	8,53	15,0	6,49	4,15	8,38	14,8	6,35	4,30	9,88	18,4	7,20	7,62	14,1	5,60
Poliinsaturadas (g)	4,52	15,1	9,01	17,1	3,50	14,0	7,98	16,1	4,01	14,5	8,50	16,6	4,04	18,0	9,97	20,7	14,4	8,41	16,5

F1: Formulación 1 – a: Aceite de coco – b: Aceite de maíz – c: Aceite de canola – d: Aceite de semilla de uva – F2: Formulación 2 – F3: Formulación 3 - ■ Tratamiento con aceite de coco, alto en ácidos grasos saturados - ■ Tratamiento con aceite de maíz y semilla de uva alto en ácidos grasos poliinsaturados - ■ Tratamiento con aceite de canola, alto en ácidos grasos monoinsaturados.

7.2. Ensayos preliminares realizados en base a formulación 1

Se elaboraron ensayos preliminares de galletas con harina de quinoa blanca, utilizando aceite de oliva y chía, para reducir calorías del producto final. Cada galleta cruda fue de 7 g y se hornearon a 175 °C durante 11 min (Tabla 17).

Tabla 17. Formulación de ensayos preliminares galletas quinoa blanca, (*Chenopodium quinoa* Willd).

Ingredientes (%)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Harina de quinoa	43,2	45,4	45,2	46,2	52,1	44,1	46,6	47,0
Chía	8,63	9,11	9,07	6,26	-	8,76	9,30	9,42
Aceite de oliva	8,84	9,41	9,54	6,26	17,9	9,19	9,30	9,76
Agua	36,8	12,8	16,1	31,1	13,9	22,1	17,9	16,4
Alulosa	-	-	-	9,43	14,9	14,8	15,7	15,5
Jugo de limón	-	19,3	-	-	-	-	-	-
Jugo de naranja	-	-	16,2	-	-	-	-	-
Polvo de hornear	-	-	-	-	-	-	-	1,40
Bicarbonato de sodio	0,47	0,54	0,49	0,31	0,46	0,44	0,47	-
Bicarbonato de amonio	0,27	0,22	0,22	0,15	0,27	0,21	0,23	-
Sal	0,50	0,44	0,44	0,31	0,45	0,38	0,52	0,49
Stevia	1,29	2,72	2,71	-	-	-	-	-

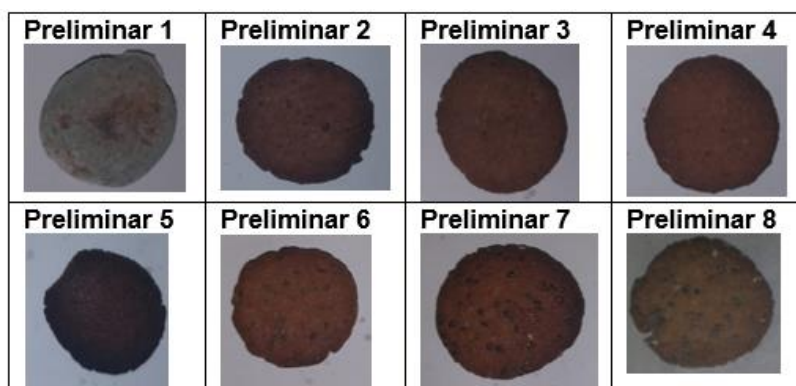
P1: Preliminar 1 – P2: Preliminar 2 – P3: Preliminar 3 – P4: Preliminar 4 – P5: Preliminar 5
- P6: Preliminar 6 – P7: Preliminar 7 – P8: Preliminar 8.

El proceso de diseño de cada preliminar fue el siguiente:

- **Preliminar 1 (P1):** Se elaboró con chía triturada humectada, entregando sabor desagradable a la galleta horneada, y se utilizó stevia en polvo.
- **Preliminar 2 (P2):** Se adicionó jugo de limón para mitigar el sabor de la chía triturada. Ésta, se agregó sin humectar para disminuir la cantidad de agua añadida.
- **Preliminar 3 (P3):** Se incorporó chía triturada sin humectar, se añadió jugo de naranja, utilizando el mismo edulcorante, pero duplicado en cantidad.

- **Preliminar 4 (P4):** Se usó alulosa y chía triturada humectada, el cambio de stevia por alulosa fue consecuencia de la textura obtenida en las galletas luego del horneado y enfriado.
- **Preliminar 5 (P5):** Chía triturada sin humectar.
- **Preliminar 6 (P6):** Se incrementó el porcentaje de alulosa y se agregó chía entera humectada.
- **Preliminar 7 (P7):** Se aumentó en 1% la cantidad de alulosa añadida y chía entera sin humectar.
- **Preliminar 8 (P8):** Se disminuyó en 0,2% la cantidad de edulcorante y fue sustituido el bicarbonato de sodio y amonio por polvos para hornear (Tabla 18).

Tabla 18. Formulación de ensayos preliminares galletas quinoa blanca, (*Chenopodium quinoa* Willd).



7.2.1. Composición nutricional de ensayos preliminares

Se calculó composición nutricional de preliminares de galletas de quinoa blanca, mediante la base de datos USDA. Los ensayos realizados tuvieron el propósito de conocer el comportamiento de la chía en diferentes formas, conocer el dulzor de la stevia y como actúa ésta en la galleta horneada. El preliminar 1 y 4 presentaron baja energía, respecto a los demás preliminares, al contener mayor cantidad de agua añadida y menor porcentaje de aceite respectivamente (Tabla 19).

Tabla 19. Composición nutricional de ensayos preliminares galletas de quinoa blanca con chía, cada 100 g de producto final crudo.

Nutrientes	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Energía (kcal)	285	310	313	266	359	303	317	314
Proteínas (g)	7,67	8,14	8,15	7,66	7,35	7,82	8,27	8,11
Azúcar total (g)	0,51	1,02	1,89	0,50	0,45	0,52	0,55	0,55
Lípidos totales (g)	14,5	15,5	15,5	11,3	19,9	15,0	6,75	15,2
Carbohidratos (g)	31,5	35,7	36,0	35,2	39,4	36,8	38,9	39,1
Fibra total (g)	5,38	5,72	5,67	4,94	3,65	5,48	5,80	5,69
Sodio, Na (mg)	324	319	306	207	299	269	332	330
Saturadas (g)	1,98	2,11	2,12	1,52	3,12	2,05	2,10	2,06
Monoinsaturadas (g)	7,46	7,93	8,02	5,55	13,2	7,73	7,89	7,74
Poliinsaturadas (g)	4,70	4,97	4,96	3,89	3,34	4,80	5,05	4,95

P1: Preliminar 1 – P2: Preliminar 2 – P3: Preliminar 3 – P4: Preliminar 4

- P5: Preliminar 5 - P6: Preliminar 6 – P7: Preliminar 7 – P8: Preliminar 8

7.3. Evaluación sensorial galletas de quinoa y galleta comercial

El puntaje obtenido en la evaluación afectiva ronda entre 5 y 6,5 en todos los parámetros evaluados, destacando:

- Tratamiento 1: Color, olor y aceptación global.
- Tratamiento 2: Sabor salado, amargo y aceptación global.

- Tratamiento 3: Textura y dulzor (Tabla 20).

Tabla 20. Puntajes promedio obtenidos para cada uno de los parámetros analizados en la evaluación sensorial de galletas del tratamiento 1, 2 y 3 y desviación estándar.

Parámetros	Galletas harina quinoa blanca T1	Galletas harina quinoa roja T2	Galletas mezcla de harinas T3	Galleta comercial
Color	6,25 ± 0,90	5,96 ± 1,37	6,13 ± 0,99	6,46 ± 0,83
Olor	5,96 ± 1,23	5,54 ± 1,35	5,42 ± 1,41	6,08 ± 1,06
Textura	5,88 ± 0,74	5,75 ± 1,29	5,96 ± 1,19	6,13 ± 1,45
Dulce	5,67 ± 1,52	5,83 ± 1,37	6,04 ± 1,23	5,54 ± 1,61
Salado	5,29 ± 1,85	5,63 ± 1,66	5,58 ± 1,38	6,45 ± 1,50
Amargo	5,75 ± 1,42	5,83 ± 1,34	5,46 ± 1,86	6,13 ± 1,45
Aceptación global	5,88 ± 1,26	5,88 ± 1,08	5,75 ± 1,36	6,00 ± 1,10

Dada la condición de pandemia por el virus SRAS-CoV-2, la evaluación sensorial se llevó a cabo con personas cercanas a la residencia de la estudiante (Figura 14).



Figura 1. Fotografías entrenamiento y evaluación sensorial de galletas.

7.3.1. Prueba Chi – cuadrado (χ^2) de Pearson

Para evaluar la diferencia entre el método de fabricación de galletas y los parámetros, edad, género y todos los jueces se aplicó el test Chi – cuadrado, (Tabla 21) determinado en evaluación sensorial de galletas de quinoa mediante un panel no entrenado. El resultado obtenido demostró que la edad ni el género de las personas están relacionadas con la evaluación de las galletas de quinoa, debido que el valor p es mayor a 0,05. La evaluación de aceptación global entre todos los jueces fue dependiente de cada persona que realizó la degustación del tratamiento 3.

Tabla 21. Resultados de la prueba Chi - cuadrado realizada a aceptación global de galletas de quinoa.

Tratamientos	Aceptación global		
	Edad	Género	Valor (p)
Galleta harina quinoa blanca	0,2356	0,3084	0,9999
Galleta harina quinoa roja	0,4601	0,5303	0,0965
Galleta mezcla de harinas	0,4949	0,2461	0,0377
Galleta comercial quinoa	0,1940	0,6704	0,1116

Valor $p < 0,05$

7.4. Determinación física de galletas de quinoa

7.4.1. Humedad base seca y actividad de agua (a_w)

Mediante la metodología AOAC 925.45 se obtuvo humedad base seca en los tres tratamientos de galletas de quinoa con tres repeticiones cada una, se obtuvo menor humedad en el tratamiento 3 con 0,043 g H₂O/g ms (gramos de agua/gramos de materia seca). La a_w fue determinada con tres repeticiones por tratamiento, esta fue cercana a 0,400 para los tres tratamientos de galletas de quinoa (Tabla 22). Cada tratamiento se llevó a cabo de igual forma, la diferencia entre sus valores se puede asociar al proceso de horneado no homogéneo en la galleta. El test de Tukey demuestra mediante la letra "A" sobre la barra de cada tratamiento, que no existe diferencia significativa entre tratamientos (Figura 15).

Tabla 22. Humedad y actividad de agua promedio y desviación estándar en galletas harina de quinoa.

Tratamientos	Hbs	a_w
Quinoa blanca (T1)	$0,055 \pm 0,022$	$0,419 \pm 0,032$
Quinoa roja (T2)	$0,047 \pm 0,004$	$0,443 \pm 0,024$
Quinoa blanca y roja (T3)	$0,043 \pm 0,009$	$0,404 \pm 0,019$

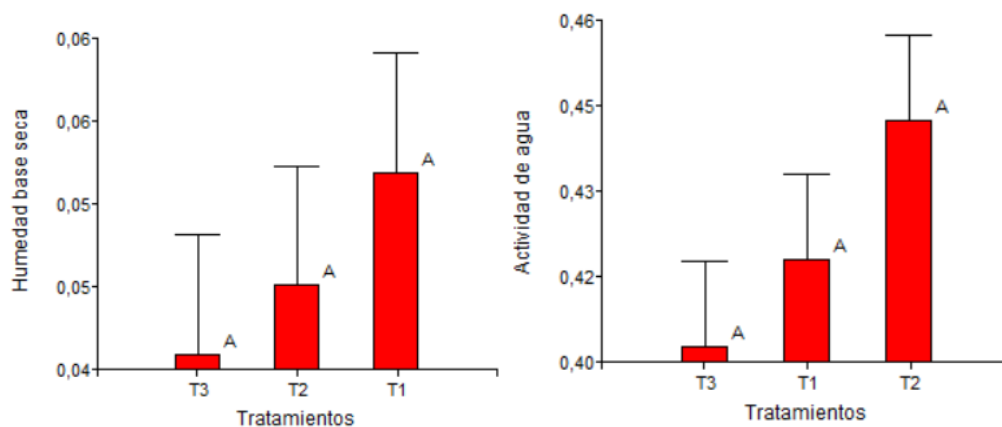


Figura 15. Gráfico de barra promedio comparativo humedad base seca y actividad de agua. Letras iguales indican no diferencia significativa.

La oxidación de lípidos presenta una tasa de reacción más estable que con menor o mayor a_w (Figura 16). El oscurecimiento no enzimático y la actividad enzimática presentaron una tasa de reacción baja debido a su actividad de agua. El crecimiento de hongos ($>0,7$), levaduras ($>0,87$) y bacterias ($>0,9$) se encuentran fuera de rango para las galletas que tienen esta actividad de agua.

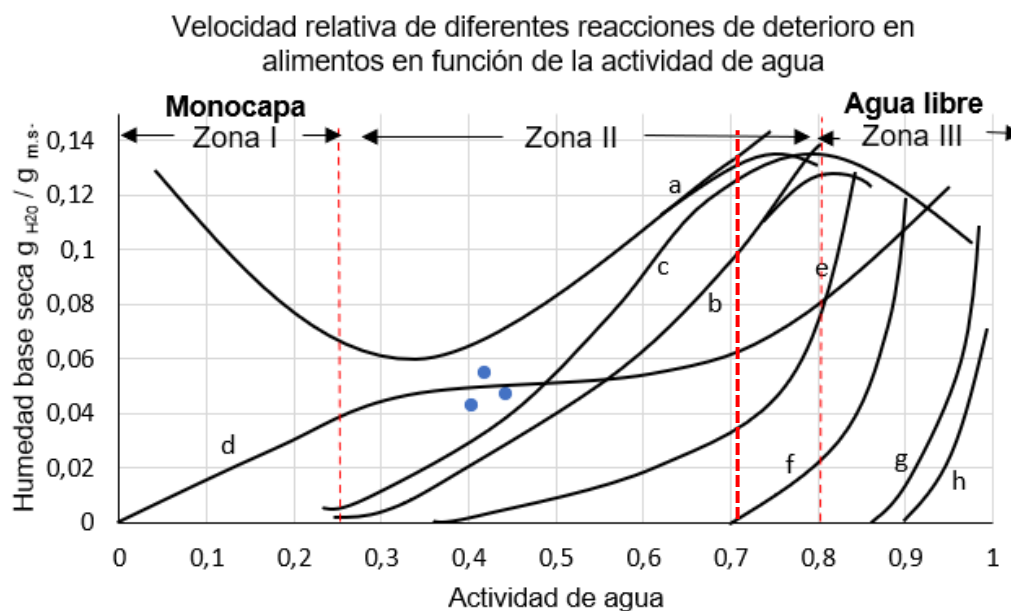


Figura 16. Oxidación de lípidos, (b) reacciones hidrolíticas, (c) Oscurecimiento no enzimático, (d) isoterma de adsorción, (e) actividad enzimática, (f) crecimiento de hongos, (g) crecimiento de levadura, y (h) crecimiento de bacterias (Migone, 2017).

7.4.2. Color

El color de las galletas fue valorado mediante Tabla Munsell Conversion, entregando el valor en los parámetros L^* a^* b^* , las cuales, manifestaron diferencias significativas en el parámetro L^* entre tratamientos.

La luminosidad (L^*) obtenida en el T3 se encuentra entre el tratamiento 1 y 2, en las coordenadas rojo y verde (a^*) el tratamiento 2 se localiza más cercano al rojo (a^+), y el tratamiento 1 a las coordenadas b^+ (amarillo) (Tabla 23). La galleta con mayor pureza en color es el tratamiento 1. Entre los tratamientos 1 y 2 existe mayor diferencia en colores, dado que, T1 se elaboró con harina de quinoa blanca y T2 con harina de quinoa roja.

Tabla 23. Parámetros de color, Hue, Cromo y diferencia de color (ΔE^*) en galletas de quinoa, tratamiento 1, 2 y 3.

	$\Delta E^*_{(T1-T2)}$	$\Delta E^*_{(T1-T3)}$	$\Delta E^*_{(T2-T3)}$
Parámetros	Quinoa blanca (T1)	Quinoa roja (T2)	Quinoa blanca y roja (T3)
L*	74,9 ± 5,60	51,3 ± 0,07	66,6 ± 5,00
a*	2,66 ± 2,67	21,6 ± 3,44	18,2 ± 4,88
b*	59,1 ± 8,66	38,3 ± 6,85	45,1 ± 10,7
Hue	80,1	60,6	68,0
Croma	60,0	44,0	48,7
ΔE^*	33,4	18,1	17,0

Hue: Matiz

El resultado del análisis de varianza indica que solo existe diferencia significativa en el parámetro L* con respecto a los tratamientos (Tabla 24).

Tabla 24. Análisis de varianza entre tratamientos para humedad base seca, actividad de agua y color en galletas de quinoa.

Parámetros físicos	Valor p (p<0,05)
Color L*	0,0016
Color a*	0,3549
Color b*	0,0695
Humedad bs	0,5794
Actividad de agua	0,2468

A través del test de Tukey se demostró que sólo existe diferencia significativa en el parámetro L* entre los tratamientos 2 y 3 y 2 y 1 (Figura 17).

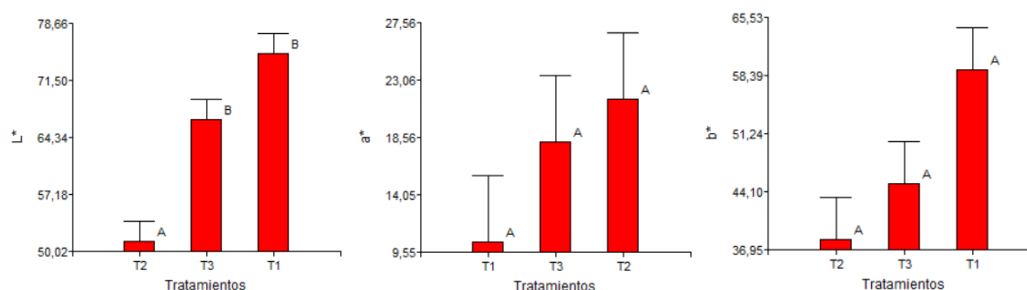


Figura 17. Gráficos de barra promedio comparativo color. Letras distintas indican diferencia significativa.

7.5. Composición proximal grano y harina de quinoa

Se determinó la composición nutricional de granos de quinoa blanca y roja con saponina y harina integral de quinoa blanca y roja (Tabla 25) mediante análisis proximal Weende, obteniendo más proteína y humedad en el grano de quinoa roja y mayor cantidad de grasa, fibra y carbohidratos en el grano de quinoa blanca. La harina de quinoa roja contiene mayor humedad y proteína al igual que el grano.

Tabla 25. Composición nutricional de grano y harina de quinoa integral.

Nutrientes	Quinoa variedad Regalona BAER	Quinoa genotipo roja INIA	Harina integral quinoa blanca	Harina integral quinoa roja
Energía (kcal)	364	360	367	369
Humedad (g)	8,90	10,1	8,90	10,1
Lípidos totales (g)	4,22	4,05	4,22	5,43
Proteína (g)	12,9	13,5	12,9	13,5
Fibra total (g)	5,43	4,98	5,43	4,98
Carbohidratos (g)	68,5	67,3	69,3	66,4

7.5.1. Perfil de ácidos grasos en quinoa

La quinoa está compuesta mayormente por ácidos grasos poliinsaturados, siendo, la quinoa blanca la superior (Tabla 26).

Tabla 26. Perfil de ácidos grasos en 100 g de lípidos de harina quinoa variedad Regalona BAER y quinoa genotipo roja INIA.

Muestra	Saturado	Mono insaturado	Poli insaturado	Poli insaturado ω 3	Poli insaturado ω 6	Poli insaturado ω 9
Quinoa variedad Regalona BAER	13,5	20,4	65,8	1,52	52,3	1,03
Quinoa genotipo roja INIA	13,3	21,4	63,3	2,98	50,5	1,68

La quinoa variedad Regalona BAER se compone principalmente de ácido linoleico al igual que la quinoa roja genotipo INIA, que corresponde a ácidos grasos poliinsaturados. El ácido hexadecanoico es el lípido principal que compone a los ácidos grasos saturados, y los ácidos grasos monoinsaturados mayoritariamente el octadecanoico (Tabla 27).

Tabla 27. Principales ácidos grasos en quinoa variedad Regalona BAER y quinoa genotipo roja INIA.

N° C	ω Ácidos grasos	Nombre común	Quinoa variedad Regalona BAER (%) grasa	Quinoa roja genotipo INIA (%) grasa
C14:0	- Tetradecanoico	Mirístico	0,71	0,43
C16:0	- Hexadecanoico	Palmítico	9,92	10,5
C18:0	- Tetracosanoico	Lignocérico	2,83	2,37
C18:1	9 Octadecanoico (cis)	Oleico	17,9	20,4
C18:2	6 Octadecadieno (cis)	Linoleico	57,3	53,6
C18:3	3 Octadecatrienoico	Linolénico	5,92	5,06
C22:1	9 Docosanoico	Behénico	2,48	0,98

Se realizó un análisis proximal Weende para determinar la composición nutricional de las galletas de quinoa elaboradas (Tabla 28). La diferencia en nutrientes es debida al tipo de quinoa utilizada, puesto que, los ingredientes que integran las galletas presentan igual porcentaje de composición. La diferencia más destacada se encuentra en la grasa y fibra total, siendo, mayor en las galletas de quinoa blanca.

Tabla 28. Composición nutricional de galletas de harina quinoa blanca y galletas harina quinoa roja, porción de 100 g.

Nutrientes	Galleta de harina Quinoa Blanca	Galleta de harina Quinoa Roja
Energía (kcal)	366	357
Humedad (g)	10,1	10,4
Ceniza (g)	2,12	2,42
Proteína (g)	11,2	10,9
Lípidos totales (g)	10,6	6,40
Fibra total (g)	9,49	5,98
Carbohidratos (g)	56,4	63,9

8. DISCUSIÓN

Las galletas de quinoa blanca y quinoa roja con chía se deben fabricar en un ambiente controlado (temperatura y tiempo de horneado), previo masado de ingredientes para su posterior elaboración, calculados en base a 100 g de masa final. Los tres tratamientos más la galleta comercial de quinoa obtuvieron aceptación por los jueces, careciendo de diferencia significativa, exceptuando el T3.

El objetivo de los primeros ensayos preliminares fue conocer el actuar de estos aceites con la harina de quinoa. De acuerdo a la bibliografía revisada se obtuvieron tres posibles formulaciones, en donde, las galletas realizadas con la formulación 1, T1, produjeron galletas aceitosas, color, sabor y textura aceptable para las galletas con aceites de coco y aceite de maíz, en cambio, textura y color aceptable para los aceites de canola y semilla de uva. En la formulación 1, T2, el color obtenido es semejante al entregado por el cacao, asociandolo a galletas de chocolate, el T3 presentó menor intensidad en color, siendo similares en textura y sabor a los demás tratamientos. La formulación 2, se aplicó solo para el T1, logrando un producto saturado en aceite y aportando sabor y textura desagradable. En la formulación 3 se adicionó jugo de limón y naranja para las galletas con aceite de canola y semillas de uva. En consecuencia, los anteriores aceites fueron reemplazados por aceite de oliva y se seleccionó la formulación 1.

Se aplicó prueba Chi cuadrado de Pearson a la evaluación sensorial de galletas de quinoa, careciendo de dependencia significativa, entre géneros, edades y entre los jueces, exceptuando el T3 para este último.

La humedad base seca y actividad de agua no presentaron diferencia significativa entre tratamientos, dado que su formulación posee igual porcentaje de agua añadida. El resultado fue similar a investigaciones previas realizadas a un galletón de quinoa y una galleta común de harina de trigo, resultando un alimento seguro, sin proliferación de microorganismos mediante un correcto almacenamiento herméticamente sellado.

Según la medición de color, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos de galletas, con excepción del T2 para parámetro L*, siendo diferente al T3 y T1.

La composición nutricional de laboratorio del grano de quinoa fue menor a la composición nutricional teórica (proteínas, lípidos, fibra), y mayor en carbohidratos, para ambas quinoas. Los valores obtenidos en el análisis proximal son parecidos a los requisitos para la fabricación de harina de quinoa integral (diferencia ≈ 1). La cantidad de ácidos grasos presentes en una muestra de grasa de harina difieren según bibliografía y análisis proximal, principalmente en omega 3, dado que la quinoa analizada pertenece a otra variedad. La composición nutricional de las galletas de quinoa analizadas en laboratorio presenta un aumento favorable en proteínas y fibra total y una disminución en lípidos totales, en comparación a la determinación teórica de

éstos. Al contrario, los carbohidratos superan en proporción según el proximal Weende.

9. CONCLUSIONES

Se realizó estandarización de harinas de quinoa en base a ensayos preliminares de galletas resultando la mejor combinación en color y olor para el tratamiento 1, en sabor el tratamiento 2 con promedio 5,76.

El resultado de las propiedades fisicoquímicas de la quinoa blanca y quinoa roja permitió conocer la cantidad de nutrientes contenidos en las harinas, para comprender, la humedad, la fibra y los ácidos grasos que obtendrán la galleta en la formulación final.

Finalmente se diseñó y elaboró tres tipos de galletas en base a quinoa blanca, quinoa roja y combinación de ambas resultando sin diferencia estadísticamente significativa en los parámetros de humedad base seca y actividad de agua. Referente al color se obtuvo diferencia estadísticamente significativa en el parámetro L* entre los tratamientos quinoa roja y mezcla de harinas (quinoa blanca y quinoa roja); quinoa roja y quinoa blanca.

Actividad de agua resultó ser uno de los parámetros más importantes para definir la durabilidad de las galletas.

10. REFERENCIAS

1. Alvarez, P. 2004. Chile, un gran consumidor de galletas [en línea]. El Mercurio, Chile. <<http://www.edicionesespeciales.elmercurio.com/destacadas/detalle/index.asp?idnoticia=0109092004021X1050009>>. [Consulta: 06 octubre 2020].
2. BBC (UK). 2018. ¿Es realmente México el país más obeso del mundo? [en línea]. BBC, UK. <<https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-43664557>>. [Consulta: 07 octubre 2020].
3. Bergesse, A., E. Calandri. 2015. Antecedentes y estadísticas de producción y consumo regional e internacional de la quinoa. pp: 1-10. En: F. Grasso (Ed.). Aprovechamiento integral del grano de quinoa, aspectos tecnológicos, fisicoquímicos, nutricionales y sensoriales. Edgardo Luis Calandri. Córdoba, Argentina.
4. Capurro, J.M., D.G. Huerta. 2016. Elaboración de galletas fortificadas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*), quinua (*Cheropodium quinoa*) y maíz (*Zea mays*). Tesis,

Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, E.A.P de Ingeniería Agroindustrial. Nuevo Chimbote, Perú.

5. Castillo, C., O. Pérez y E. Cid. 2008. Análisis de galletas [en línea]. Yumpu. <<https://www.yumpu.com/es/document/read/389468/anlisis-de-galletas>>. [Consulta: 06 octubre 2020].
6. Castillo, A., C. Duarte y M. González. 2009. Durabilidad de las galletas dulces. Cienc. Tecnol. Aliment. 19(1): 13-18.
7. Cervilla, N., P.M. Villa. 2015. El grano de quinoa. pp: 15-43. En: F. Grasso. (Ed.). Aprovechamiento integral del grano de quinoa, aspectos tecnológicos, fisicoquímicos, nutricionales y sensoriales. Edgardo Luis Calandri. Córdoba, Argentina.
8. Ceyhun, A., N. Sanlier. 2019. A new generation plant for the conventional cuisine: quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Trends Food Sci. Technol. 86(1): 51-58.
9. Chilealimentos. 2014. Chile: Gasto per cápita en galletas es el tercero más alto de Latinoamérica [en línea]. Chilealimentos.

<<https://www.chilealimentos.com/wordpress/chile-gasto-per-capita-en-galletas-es-el-tercero-mas-alto-de-latinoamerica/>>. [Consulta: 28 junio 2020].

10. COACEL (Chile). 2017. Epidemiología: cuantos son los celíacos [en línea]. COACEL, Chile. <<https://www.coacel.cl/epidemiologia-cuantos-son-los-celiacos>>. [Consulta: 05 julio 2020].
11. Cobos-Quevedo, O.J., G.A. Hernández-Hernández y J.M. Remes Troches. 2017. Trastornos relacionados con el gluten: panorama actual. Med. Int. Méx. 33(4): 487-502.
12. Coello, L. 2016. Aceite de oliva y dieta saludable: sustitución de mantequilla por aceites de oliva extra en un producto de desayuno de consumo habitual y su efecto en los niveles de lípidos de una población universitaria. Tesis de grado, Máster Internacional en Nutrición y Dietética. Fundación Universitaria Iberoamericana. San Sebastián, España.
13. Cuasapud, F. 2016. Tecnología del proceso de producción de galletas [en línea]. Wordpress.com.

- <<https://informaticaaplicadafc.wordpress.com/2016/03/03/tecnologia-del-proceso-de-produccion-de-galletas/>>. [Consulta: 18 junio 2020].
14. Díaz, L., A. Iria y O. García. 2005. Evaluación fisicoquímica de galletas con inclusión de harina de bleado (*Amaranthus dubius* Mart). *Agroindustria Soc. Ambient.* 1(1): 5-23.
 15. Díaz, A. 2020. Porcentaje de población con enfermedad celíaca a nivel mundial en 2014, por países [en línea]. Statista. <<https://es.statista.com/estadisticas/948539/prevalencia-de-la-celiaquia-por-paises/>>. [Consulta: 09 julio 2020].
 16. DTO. N° 977/96. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Diario Oficial de la República de Chile. 13 mayo 1997. Santiago, Chile.
 17. Espino, A., C. Castillo, E. Guiraldes, H. Santibáñez y J.F. Miquel. 2011. Encuesta nacional online aplicada en pacientes con enfermedad celíaca en Chile. *Rev. Méd. Chile* 139(7): 841-847.
 18. FAO (Italia). 2011. Propiedades nutricionales. pp: 7-15. En: *La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial.*

FAO. Roma, Italia.

19. FAO (Italia). 2017. Plataforma de información de la quinua [en línea]. FAO, Italia. <<http://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinoa/alimento-nutritivo/es/>>. [Consulta: 09 junio 2020].

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. Gebhardt, S.E., R.G. Thomas. 2002. Nutritive value of foods. Home and Garden Bulletin N°72. USDA. Beltsville, USA.

22. Gobierno de Chile. 2019. Gobierno anuncia creación de Consejo Asesor para enfrentar “con urgencia” los altos índices de obesidad en el país [en línea]. Gobierno de Chile. <<https://www.gob.cl/noticias/gobierno-anuncia-creacion-de-consejo-asesor-para-enfrentar-con-urgencia-los->

altos-indices-de-obesidad-en-el-pais/>. [Consulta: 23 julio 2020].

23. González, M.V., M.B. Zurita. 2007. Desarrollo de galletas suaves con chocolate. Tesis de grado, Ingeniero en Alimentos. Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Agroempresas, Alimentos y Nutrición. Quito, Ecuador.

24. Guevara, L.M. 2017. Nutresa y Colombina son los líderes del negocio de las galletas en Navidad [en línea]. La República, Colombia. <<https://www.larepublica.co/empresas/nutresa-y-colombina-son-los-lideresdel-negocio-de-las-galletas-en-navidad-2584201>>. [Consulta: 25 julio 2020].

25. León-Lobos, P., A. Morales, K. Ruf, A. Zurita, C. Alfaro, E. Veas, H. Cortés y P. Jara. 2018. Catálogo de variedades locales de quínoa: zona centro sur de Chile. INIA La Platina. Santiago, Chile.

26. Llerena, K.P. 2010. Utilización de harina de trigo y quinua para la elaboración de galletas, para los niños del parvulario de la E.S.P.O.CH. Tesis de grado, Licenciada en Gestión Gastronómica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad Salud Pública, Escuela de

Gastronomía. Riobamba, Ecuador.

27. Migone, F. 2017. Reemplazo del empaque primario flexible de aluminio a metalizado para bebida deshidratada y estimación de tiempo de vida. Trabajo monográfico, Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Industrias Alimentarias. Lima, Perú.

28. Mosquera, H.F. 2009. Efecto de la inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en la elaboración de galletas. Trabajo de grado, Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia, Especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Programa Interfacultades. Bogotá, Colombia.

29. Noronha, J.C., C.R. Braunstein, A.J. Glenn, T.A. Khan, E. Viguiouk, R. Noseworthy, S. Blanco, C.W.C. Kendall, T.M.S. Wolever, L.A. Leiter and J.L. Sievenpiper. 2018. The effect of small doses of fructose and allulose on postprandial glucose metabolism in type 2 diabetes: A double-blind, randomized, controlled, acute feeding, equivalence trial. *Diabetes Obes. Metab.* 20(10): 2361-2370.

30. Novo Nordisk. 2015. El reto de la diabetes en Chile [en línea]. Novo Nordisk, Chile.
<<https://www.novonordisk.cl/content/dam/Chile/AFFILIATE/www-novonordisk-cl/Commons/Documents/compendio-de-diabetes-chile-2015-es.pdf>>. [Consulta: 02 septiembre 2020].
31. Padrón, C.A., R.A. Oropeza y A.I. Montes. 2014. Semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow): composición química y procesamiento. Aspectos relacionados con otras áreas. Rev. Venez. Cienc. Tecnol. Aliment. 5(2): 166-218.
32. Pérez, H. 2017. Industria de elaboración de galletas. Trabajo fin de grado, Ingeniería Agrícola con mención en Industrias Agrarias y Alimentarias, Ingeniero Agrícola. Universidad de La Rioja, Facultad de Ciencias y Tecnología. Logroño, España.
33. ProChile. 2016. Competidores o actuales proveedores. pp: 14-18. En: Consumo de alimentos libres de gluten en Estados Unidos. Tendencias del mercado. ProChile. Nueva York, USA.
34. QuinoaClub. 202?. Galleta cuca | Quinoa + semillas de chía [en línea]. QuinoaClub. <<https://www.quinoaclub.com/product-page/galleta-cuca>>

- quinua-semillas-de-chía>. [Consulta: 05 julio 2020].
35. Real Academia Española. 2019. Galleta [en línea]. Real Academia Española. <<https://dle.rae.es/galleta>>. [Consulta: 28 junio 2020].
36. Rodríguez, H.G. 2019. Mucílago de semillas de chía como sustituto de grasas convencionales en galletas. Trabajo fin de Máster Universitario en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos. Universitat Politècnica de València. Valencia, España.
37. Saldaña, M. 2018. Proyecto de industria de elaboración de galletas en el polígono industrial Llanos de San Isidro de Dueñas (Palencia). Memoria de título, Ingeniera en Industrias Agrarias y Alimentarias. Universidad de Valladolid, Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Palencia, España.
38. Salinas, M.G. 2019. Por qué Chile se transformó en el país más obeso de la OCDE [en línea]. El Dínamo, Chile. <<https://www.eldinamo.cl/nacional/2019/10/16/por-que-en-chile-es-el-pais-con-mas-obesidad-de-la-ocde/>>. [Consulta: 23 julio 2020].

39. Sanhueza, F.J. 2007. Desarrollo de galletón de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) con nuez. 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.
40. SOCHED (Chile). 2018. ¿Cuál es la frecuencia de diabetes en Chile? ¿Cómo sé si tengo diabetes? [en línea]. SOCHED, Chile. <<https://soched.cl/web/2018/01/29/cual-es-la-frecuencia-de-diabetes-en-chile-como-se-si-tengo-diabetes/>>. [Consulta: 02 septiembre 2020].
41. Sucasaire, A. 2013. Estudio de mercado galletas de quinua [en línea]. Scribd, USA. <<https://es.scribd.com/doc/150939838/Estudio-de-Mercado-Galletas-de-Quinoa>>. [Consulta: 20 noviembre 2020].
42. Vera, A. 2018. Día mundial de la alimentación: Chile es el segundo país OCDE con mayor índice de obesidad [en línea]. La Tercera, Chile. <<https://www.latercera.com/tendencias/noticia/dia-mundial-la-alimentacion-chile-segundo-pais-ocde-mayor-indice-obesidad/361510/>>. [Consulta: 28 junio 2020].

43. Zavaleta, J.S. 2012. Elaboración de galletas enriquecidas con fibra alimentaria de piña y linaza molida. El Cid Editor. Santiago, Chile.

11. APÉNDICE



Universidad de Concepción Campus Chillán

Facultad de Ingeniería Agrícola

Depto. de Agroindustrias

Fecha:

Edad:

Género:

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



Muestra	Color	Olor	Textura Crocancia	Sabor			Aceptación Global
				Dulce	Salado	Amargo	
143							
324							
229							
144							
Observaciones							
143							
324							
229							
144							