

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**DESARROLLO DE UNA GALLETA DULCE ENRIQUECIDA CON
HARINA DE QUINUA BLANCA (*Chenopodium quinoa*) UTILIZANDO
DISEÑO DE MEZCLAS**

Presentado por:

LUIS DIEGO CONTRERAS MIRANDA

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Lima - Perú

2015

A mis padres y familiares, por su constante apoyo para lograr terminar satisfactoriamente el trabajo de investigación.

Índice General

Resumen	Pág.
I. Introducción	1
II. Revisión de Literatura	3
2.1. Galletas y mercado galletero	3
2.2. Características sensoriales en galletería	4
2.3. Materia prima y aditivos comunes para la elaboración de galletas	5
2.3.1. Harinas	
2.3.2. Concentrado proteico	
2.3.3. Azúcar	
2.3.4. Grasas	
2.3.5. Aditivos	
2.3.6. Agua	
2.4. Grano de quinua	9
2.5. Harina de quinua	12
2.5.1. Aspectos nutricionales	
2.5.2. Calidad de la proteína	
2.5.3. Uso y potencialidades en productos de pastelería	
III. Materiales y Métodos	16
3.1. Lugar de ejecución	16
3.2. Materia prima e insumos	16
3.3. Equipos e instrumentos	17
3.4. Metodología	18
3.5. Métodos de análisis	20
3.6. Procedimiento de análisis de datos	22
3.7. Definición preliminar de características de la galleta y fórmula	23
IV. Resultados y discusión	28
4.1. Análisis proximal de variables independientes	28

4.2.	Comportamiento de la masa	30
4.3.	Análisis físico-químicos	30
4.4.	Análisis de grasa, fibra cruda y proteína	34
4.5.	Evaluación de aceptabilidad	40
4.6.	Mezcla óptima	44
V.	Conclusiones	47
VI.	Recomendaciones	48
VII.	Referencias bibliográficas	49
VIII.	Anexos	53

Índice de Cuadros

	Pág.
Cuadro 1: Composición de la harina de trigo	6
Cuadro 2: Contenido de aminoácidos esenciales (mg aa/g) en harina de quinua y harina de trigo	14
Cuadro 3: Perfil para selección de panelistas	21
Cuadro 4: Formulación general en porcentajes de inclusión de matriz fija y variable	24
Cuadro 5: Porcentajes de dosis (matriz variable) para las diez combinaciones de formulación de galletas	25
Cuadro 6: Porcentajes de dosis (en base a harina) para las diez combinaciones de formulación de galletas	25
Cuadro 7: Resultados de Análisis Proximal para las variables independientes (expresado en base húmeda).	28
Cuadro 8: Resultados de reología para la harina de trigo	28
Cuadro 9: Resultados de %Humedad, Aw y pH de los tratamientos evaluados	31
Cuadro 10: Resultados de Dimensiones, Peso y Dureza de los tratamientos evaluados	33
Cuadro 11: Resultados de Análisis de %Grasa, %Fibra Cruda y Proteína para los tratamientos evaluados (expresado en base húmeda)	35
Cuadro 12: Información nutricional rotulada en empaques de galletas “saludables” en el mercado nacional (por 100 gramos de producto): Grasa, Carbohidratos y Proteína	39
Cuadro 13: Tipos de galletas de mayor consumo por los panelistas seleccionados por sexo	40

Cuadro 14: Tipos de galletas de mayor consumo por los panelistas seleccionados por nivel de estudios	41
Cuadro 15: Carreras estudiadas por los panelistas seleccionados (técnicos y universitarios)	41
Cuadro 16: Resultados de Test de Aceptabilidad	42
Cuadro 17: Digestibilidad promedio, score aminoacídico y cómputo del aminoácido limitante (lisina) calculados teóricamente para los tratamientos	45

Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1: Superficie cosechada (miles de ha) y Producción de quinua (miles de toneladas) en Perú	10
Figura 2: Rendimiento promedio de quinua por departamento 2012 en Perú (t/ha)	11
Figura 3: Exportaciones peruanas de quinua (miles de dólares FOB) en los últimos diez años	11
Figura 4: Diagrama de flujo para elaboración de galletas a nivel de laboratorio	18
Figura 5: Diseño experimental	27
Figura 6: Cambios en los alimentos en función de la actividad de agua (Aw)	32
Figura 7: Superficie Respuesta: Porcentaje de grasa	36
Figura 8: Superficie Respuesta: Porcentaje de fibra cruda	37
Figura 9: Superficie Respuesta: Porcentaje de proteína	37
Figura 10: Superficie Respuesta: Aceptabilidad	44

Índice de Anexos

	Pág.
Anexo 1. Equipo Texturómetro Stable Micro Systems TA-XT2	54
Anexo 2. Equipo Aqualab Lite	55
Anexo 3. ANOVA para el diámetro de los diez tratamientos de galletas	56
Anexo 4. ANOVA para la altura de los diez tratamientos de galletas	57
Anexo 5. ANOVA para la dureza de los diez tratamientos de galletas	58
Anexo 6. ANOVA para el contenido de grasa de los diez tratamientos de galletas	59
Anexo 7. ANOVA para el contenido de fibra cruda de los diez tratamientos de galletas	60
Anexo 8. ANOVA para el contenido de proteína de los diez tratamientos de galletas	61
Anexo 9. ANOVA para el Test de Aceptabilidad de los diez tratamientos de galletas	62
Anexo 10. Encuesta de selección de panelistas no entrenados para evaluación sensorial	63
Anexo 11. Análisis de panelistas no entrenados seleccionados	64
Anexo 12. Ficha para evaluación sensorial, Test de aceptabilidad con escala hedónica	69
Anexo 13. Resultados de la evaluación de aceptabilidad para los diez tratamientos	70
Anexo 14. Porcentajes de ingredientes considerados para cálculos de digestibilidad y score aminoacídico	73
Anexo 15. Perfil aminoacídico de la proteína de huevo	74

Resumen

Se buscó desarrollar una galleta dulce enriquecida con harina de quinua. Se probaron 10 tratamientos con diferentes combinaciones de tres ingredientes: harina de trigo (HT), harina de quinua (HQ) y almidón de maíz (AM), determinando su efecto en atributos nutricionales (aporte en proteínas, grasa y fibra cruda), dureza y en la aceptabilidad, con una fórmula de galleta extruida cortada por alambre. Se utilizó un diseño de mezclas Látxice Cúbico Espacial y se aplicó análisis de varianza (ANVA). Se observó que a mayor contenido de HQ, el contenido de proteínas, grasa y fibra cruda aumentaba. Con el análisis de Aceptabilidad, se consideró la combinación óptima con una calificación máxima de 7.5: 79 por ciento de HT, 17 por ciento de HQ y 4 por ciento de AM (valores en base a harina); con una composición proximal: humedad 3.8 por ciento, grasa 20.5 por ciento, fibra cruda 0.74 por ciento, proteína 8.1 por ciento y carbohidratos 64 por ciento.

Palabras clave: Trigo, quinua, harina, fibra cruda, dureza, aceptabilidad.

Summary

We sought to develop a sweet biscuit, a cookie, enriched with quinoa flour. Ten treatments were tested using different combinations of three ingredients: wheat flour (WF), quinoa flour (QF) and corn starch (CS), and could determine its effect on nutritional attributes (contribution in protein, fat and crude fiber), hardness and acceptability, with a formula for extruded wire cut cookie. Mix design was used, and analysis of variance (ANOVA) was applied. It was found that at a higher content of QF, the contribution in protein, fat and crude fiber increased. According to the analysis of acceptability, the optimal combination considered was 79 percent WF, 17 percent QF, and 4 percent CS (values based on doses of flour), with a proximal composition: humidity 3.8 percent, 20.5 percent of fat, 0.74 percent of crude fiber, 8.1 percent of protein and 64 percent of carbohydrates.

Key words: *Wheat, quinoa, flour, crude fiber, hardness, acceptability.*

I. INTRODUCCIÓN

La quinua es un grano andino que se caracteriza por su alto valor energético y nutricional: proporciona proteínas, minerales, calcio, hierro y fósforo en porcentajes elevados; es considerada como un alimento vegetal nutricionalmente completo y capaz de sustituir a las proteínas de origen animal (Manzaneda, 2010).

Frente a la necesidad global de identificar cultivos que tengan el potencial de producir alimentos de calidad, la quinua presenta bondades nutricionales y versatilidad agronómica para contribuir a la seguridad alimentaria de diversas regiones (Bojanic, 2011).

La producción de quinua, así como los volúmenes de exportación, han mantenido su crecimiento (10 a 15 por ciento). Sin embargo, el bajo rendimiento en la producción de este grano, junto con su elevado precio y bajo consumo, nos lleva a un desarrollo no ideal en este mercado (Ortiz, 2013). Es por ello que se busca dar un uso no convencional a la quinua, para poder desarrollar dicho cultivo de importancia nacional.

En ese sentido, se busca ofrecer un mayor rango de alternativas de uso con la quinua en forma de harina, en un producto con un mercado en crecimiento: galletas. Influir en un aumento del consumo de quinua (a nivel industrial y consumo masivo), es otro de los propósitos de esta investigación. La forma de promover el consumo por la industria de alimentos es dándole una aplicación en una galleta similar a las que las grandes fábricas utilizan, con ingredientes que éstas manejan. El desarrollo de este tipo de productos debe hacerse de manera científica, considerando las características físicoquímicas y sensoriales del producto final.

Se tiene como objetivo principal desarrollar una galleta dulce enriquecida con harina de quinua.

Los objetivos específicos son:

- Optimizar la formulación de una galleta enriquecida con harina de quinua maximizando su aceptabilidad sensorial.
- Evaluar el efecto de diferentes porcentajes de inclusión (utilizando diseño de mezclas) de harina de trigo, harina de quinua y almidón de maíz sobre la aceptabilidad sensorial y contenido nutricional (porcentaje de proteína, grasa y fibra) en galletas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.GALLETAS Y MERCADO GALLETERO

Las galletas son productos de consistencia más o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidos por el cocimiento de masas preparadas con harina, con/sin leudantes, leche, féculas, sal, huevo, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles y otros ingredientes permitidos y debidamente autorizados (Herrera, 2009).

Con más de 100 marcas presentes, el mercado peruano de galletas es muy grande (se calcula que supera los 300 millones de dólares) y muy competitivo. Su consumo viene creciendo a un 7 por ciento anual y la compra se hace mayoritariamente en formato individual, en los típicos paquetes pequeños, es decir, en la opción que se ofrece preferentemente en las bodegas (Bravo, 2012).

El mercado de galletas se divide en dulces y saladas, las primeras tienen el 60 por ciento del mercado. El mercado de galletas en Perú se caracteriza por su gran nivel de innovación y constantes lanzamientos, siendo lo más común la introducción de nuevos sabores, sobre todo en el segmento de galletas dulces (Bravo, 2012).

El consumo per cápita de galletas en Perú alcanza los 4.1 kg anuales, muy cercano a Chile y sólo por debajo de Argentina y Brasil, con 5 y 6.7 kg respectivamente, los cuales son los mayores consumidores de la región (Bravo, 2012).

2.2. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES EN GALLETERÍA

Se consideran como especificaciones sensoriales a las características perceptibles por los sentidos. Los atributos representativos en la galleta son:

2.2.1. ASPECTO

La vista es el sentido más sensible a la aceptabilidad del alimento, es decir, cada día “se come más por los ojos” constituyendo un factor importante el color, para valorar la calidad de un alimento (Cheftel *et al.*, 1989).

- Color

El color puede ser resultado de la cantidad de azúcar que se incluya en la masa; así pues, con una mayor cantidad de azúcar o jarabe invertido se obtienen galletas que adquieren un color más intenso durante la cocción. Asimismo, pueden utilizarse colorantes naturales o artificiales para ayudar a estandarizar esta característica (American Institute of Baking, 1994).

- Forma

Las formas pueden ser variadas, de figuras geométricas: cuadrada, circular o forma de animalitos; de superficie lisa o con relieve de figuras o trazos lineales para la atracción del producto (Cheftel *et al.*, 1989). Los diferentes tipos de moldeado ayudan a dar la forma y rugosidad de la galleta, ya sea una superficie con el nombre del producto, detalles de figuras, o una que de una apariencia artesanal (American Institute of Baking, 1994).

2.2.2. SABOR Y AROMA

Según Manley (1989), el sabor y aroma de los alimentos, dados por un gran número de constituyentes, son captados por receptores situados en la boca y en la cavidad nasal.

Para mantener la estabilidad del aroma y sabor en el alimento, se tiene en cuenta:

- La elección de procedimientos tecnológicos adecuados que conduzcan a la mínima evaporación, destrucción, o modificaciones desfavorables de los constituyentes aromáticos.
- Elección y selección de materias primas de calidad.
- Adición de sustancias aromatizantes naturales o sintéticas.

2.2.3. TEXTURA

Esta percepción se hace primero por intermedio de la mano, luego prosigue en la boca, el consumidor condiciona la aceptación o rechazo de un alimento a la textura (Cheftel *et al.*, 1989).

La cantidad de huevo, almidón, grasa son los más comunes en la masa que influyen en la textura de la galleta, pudiendo ser más blanda si se aumenta la cantidad de estos ingredientes. La textura es resultado, también, del tipo de fórmula y moldeado de la masa, pudiendo ser una galleta con mayor o menor desarrollo (American Institute of Baking, 1994).

2.3. MATERIA PRIMA Y ADITIVOS COMUNES PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS

2.3.1. HARINAS

La harina de trigo, contiene gluten, es el principal componente de casi todas las galleterías; se puede añadir pequeñas cantidades de otras harinas sucedáneas para conseguir sabores o propiedades estructurales especiales (Manley, 1989).

La harina de trigo es el principal ingrediente para la elaboración de pan y subproductos. El Cuadro 1 presenta los porcentajes de los principales componentes de la harina de trigo (De la Vega, 2009).

Las harinas de trigo blandas son indispensables para la elaboración de galletas, estas harinas se obtienen normalmente a partir de los trigos blandos de invierno cultivados en Europa. Su contenido proteico es normalmente inferior al 10 por ciento. La masa que se obtiene es menos elástica y menos resistente al estiramiento que la masa obtenida con harina fuerte (más del 10 por ciento de proteína). Las proteínas del gluten pueden separarse en función a su solubilidad. Las más solubles son las gliadinas y contribuyen a la cohesión y extensibilidad de la masa; mientras que las gluteninas, contribuyen a la tenacidad, masa más fuerte y firme (Cabeza, 2009). El gluten es encontrado en el trigo, centeno, cebada y cualquier alimento hecho con estos granos (Cabeza, 2009).

Cuadro 1: Composición de la harina de trigo

Componente	Porcentaje (%)
Agua	14
Almidón	70-75
Proteínas	10-12
Polisacáridos no almidón	2-3
Lípidos	2

FUENTE: De la Vega (2009)

Para la fabricación de galletas mejoradas se puede utilizar mezcla de dos o más harinas sucedáneas como cereales (trigo, arroz, cebada, avena, centeno, maíz, mijo, sorgo, kiwicha, quinua, kañiwa, etc.), leguminosas (lentejas, garbanzo, frijoles, arverjas, etc.), oleaginosas (ajonjolí, maní, soja, castañas, etc.), raíces o tubérculos (papa, yuca, camote, etc.), frutos (plátanos, manzanas, pasas, coco, etc.).

(MINSa e INS, 2001; citado por Herrera, 2009)

2.3.2. CONCENTRADO PROTEICO

Puede utilizarse cualquier proteína de origen animal o vegetal, para consumo humano producida en condiciones apropiadas; por ejemplo, productos lácteos, concentrados proteicos de la soya, huevos frescos/deshidratados, etc. (MINSa e INS, 2001; citado por Herrera, 2009).

Manley (1989), menciona las cualidades nutricionales de los productos lácteos y concentrados proteicos de la soya:

- Productos lácteos. Su uso en galletería es debido principalmente al sabor y a sus excelentes propiedades nutricionales y al espectro de aminoácidos (caseína y albúminas); es muy valioso para la nutrición humana. Lo común es utilizar productos lácteos deshidratados, bien leche en polvo o leche en polvo desnatada.

- Concentrado proteico de soya. Es una fuente importante de alto contenido proteico para las galletas dietéticas, para las campañas de galletas para las escuelas; las cantidades de grasa y lecitina (emulsionante) contribuyen a mejorar su calidad gastronómica y mejor conservación. Típicamente, la riqueza proteica varía entre 45 y 62 por ciento y la de grasa desde 1 a 20 por ciento.

2.3.3. AZÚCAR

Los azúcares en su estado cristalino contribuyen decisivamente sobre el aspecto y la textura de las galletas. Además, los jarabes de los azúcares reductores o azúcar invertido también van a controlar la textura de las galletas. Promueven la longitud de las galletas y reducen su grosor y peso. Las galletas ricas en azúcar se caracterizan por una estructura altamente cohesiva y una textura crujiente. Durante la cocción, los azúcares reductores controlan la intensidad de la reacción de Maillard que produce coloraciones morenas en la superficie (Cabeza, 2009).

2.3.4. GRASAS

Es el ingrediente más importante utilizado en la industria galletera, después de la harina y azúcar, pero considerablemente más caro. Tiene importancia técnica y física que motiva su uso en las masas por su gran capacidad de absorción de aire permitiendo que dichas masas se desarrollen durante la cocción sin necesidad de la acción de ningún producto químico, dando asimismo un sabor agradable al producto. Son empleadas en elevado porcentaje para acelerar la cocción y obtener las piezas un color dorado haciéndolas más apetecibles. En las masas tienen la misión de antiaglutinante y funciones de textura, de forma que las galletas resulten menos duras (Manley, 1989).

Según el American Institute of Baking (1994), las galletas cortadas con alambre comprenden los productos que incluyen probablemente los tipos más comunes de galletas que se encuentran en el mercado. Los tipos representativos de estas son las de pedazos de chocolate, de avena y pasas, de mantequilla de maní, de azúcar, etc. Estos productos, generalmente, tienen mayores contenidos de azúcar y manteca, y normalmente se conocen como “galletas ricas”.

2.3.5. ADITIVOS

Son sustancias aptas para consumo humano, naturales o sintéticas, o mezcla de sustancias diferentes al alimento, sin constituir por sí mismas un alimento o poseer valor nutricional, que se adicionan intencionalmente para lograr ciertos beneficios, por ejemplo: evitar su deterioro por microorganismos e insectos, conservar su frescura, desarrollar alguna propiedad sensorial o como ayuda para el proceso (Badui, 2013).

- Leudantes. Son sales inorgánicas que añadidas a la masa, solas o combinadas, reaccionan produciendo gases, dan la textura dentro de la galleta; por ejemplo: bicarbonato de sodio y bicarbonato de amonio (Manley, 1989).
- Emulsionantes. Son sustancias cuya función es la de estabilizar las mezclas de dos líquidos inmiscibles: agua en aceite (grasa), lubrican las masas pobres en grasa, modifican la cristalización de la grasa. Actúan en dosis muy bajas (menos de 2 por ciento en peso del producto) y hay pocos emulsionantes naturales, por ejemplo, la lecitina, obtenida principalmente de la soja (Manley, 1989).
- Saborizantes. Son sustancias o mezclas de sustancias con propiedades sápidas capaces de conferir o reforzar el sabor de los alimentos. Se excluyen los productos que confieren exclusivamente sabor dulce, salado o ácido. Pueden ser naturales o sintéticos. Las condiciones soportadas durante la cocción son muy severas para estas sustancias saborizantes (Manley, 1989).
- Sal común (cloruro de sodio). La sal usada en la industria del dulce debe ser pura, de grano fino o muy fino, que contenga dosis bajas de compuesto de magnesio sino deja en el paladar un ligero sabor amargo y es más higrométrica obteniéndose productos fabricados húmedos y blancos. Se utiliza en proporciones de 1 a 1.5 por ciento del peso de la harina. A niveles superiores del 2.5 por ciento, el producto se hace desagradable (Manley, 1989).
- Colorantes. Sin colorantes, la mayoría de las galletas aparecerían del mismo color tostado claro. Actualmente, la industria dispone de una gama de colores estables e intensos que se comportan muy bien en los alimentos. Se usa cantidades pequeñas y

los precios son muy bajos. Se añaden a la masa para sugerir una riqueza de autenticidad y ser agradables al paladar (Manley, 1989).

- Agua. Es un nutriente y un catalizador que permite ocurran cambios en otros ingredientes, como en la transformación de la masa y producción de una textura rígida después de cocida. Casi toda el agua añadida a la masa es eliminada durante la cocción en el horno (Manley, 1989).

2.4. GRANO DE QUINUA

La región de los Andes, cuna de grandes civilizaciones como la Incaica y Tiahuanaco, es considerada centro de origen de numerosas especies nativas como la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), la misma que durante miles de años fue el principal alimento de las culturas antiguas y que está distribuida en diferentes zonas arqueológicas de la región.

La distribución geográfica de la producción mundial de quinua es mayor en Bolivia, Perú y Ecuador. Sin embargo, producto de más de veinte años de trabajo que se viene desarrollando en países de Europa, Asia, África, Australia, Norte América y de la región, la producción de la quinua se encuentra en franco proceso de expansión hacia diferentes espacios geográficos del planeta por sus extraordinarias características de adaptación y adaptabilidad (Bojanic, 2011).

Mujica *et al.* (2006) indican que es necesario darle la prioridad en la investigación desde el punto de vista agroindustrial para realizar el uso adecuado de sus enormes potencialidades, a través de una transformación industrial que permita valorar verdaderamente estos productos.

2.4.1. QUINUA PERLADA

Se denomina al grano de quinua seleccionado y desaponificado por medios físico-químicos y mecánicos, siendo éste apto para el consumo humano y aceptado por la población, es decir libre de impurezas y sustancias antinutricionales, como es la saponina (Mujica *et al.*, 2006).

En las Figuras 1, 2 y 3 se muestran valores de producción, rendimiento y exportaciones reportadas en Perú durando los últimos 10 años.

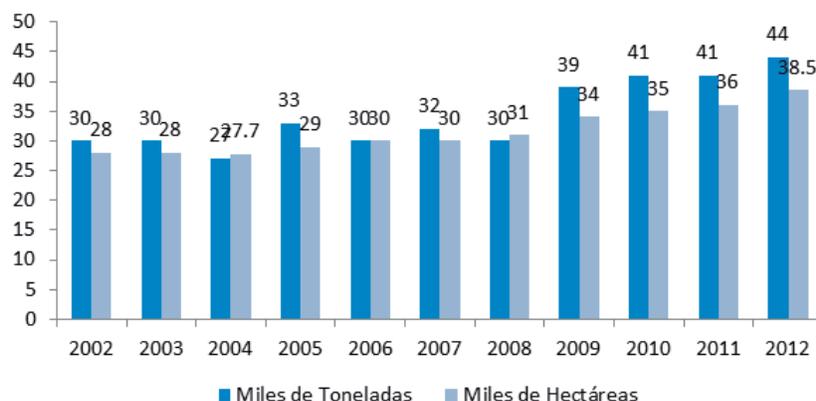


Figura 1. Superficie cosechada (miles de ha) y Producción de quinua (miles de toneladas) en Perú

FUENTE: Von Hesse La Serna (2013)

En la Figura 1, se observa el continuo aumento de la producción y superficie cosechada con este grano andino.

La producción de quinua a nivel nacional se basa en el trabajo de 70 000 pequeños y medianos agricultores, siendo la mayoría individuales, existiendo un progresivo nivel de asociatividad. Las principales organizaciones de productores de quinua con más de 100 ha se encuentran en Puno, Junín y Ayacucho (Von Hesse La Serna, 2013).

Según Von Hesse La Serna (2013), Cusco tuvo un 5% del total de la producción de quinua; Ayacucho, el 10%; y Puno, el 70% del total, para el año 2012. Menciona también que en el 2012 se produjeron 43 600 toneladas de quinua en el Perú, y existe el potencial de producir quinua en gran parte de la sierra y costa del país, pudiendo triplicarse la producción nacional al 2021.

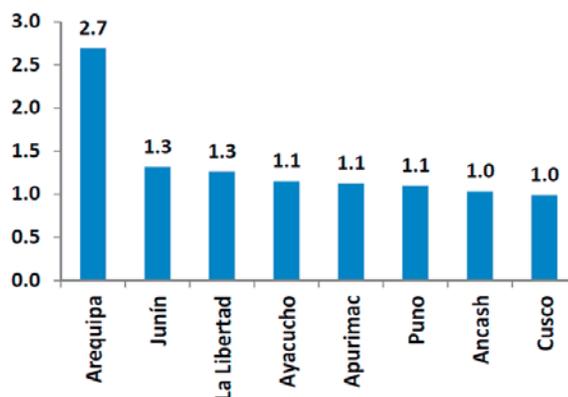


Figura 2: Rendimiento promedio de quinua por departamento 2012 en Perú (t/ha)

FUENTE: Von Hesse La Serna (2013)

Como indica la Figura 2, el rendimiento logrado en el departamento arequipeño supera el doble del resto. Se viene mejorando este valor en los últimos dos años, inclusive llegando a 5 t/ha en las zonas de La Joya y Majes a inicios de este año. Esto debido al uso de riego tecnificado y las mejores condiciones meteorológicas comparadas con las zonas de mayor altura como Puno.

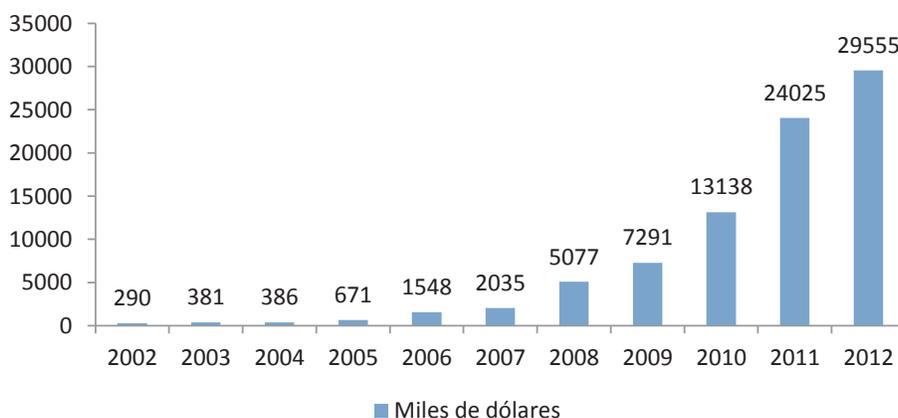


Figura 3: Exportaciones peruanas de quinua (Miles de dólares FOB) en los últimos diez años.

FUENTE: Von Hesse La Serna (2013)

Según se muestra en la Figura 3, las exportaciones aumentaron cien veces en diez años. Las cinco principales empresas exportadoras acumulan el 81 por ciento del valor total exportado; siendo la principal Exportadora Agrícola Orgánica S.A.C. participando con el 40 por ciento del valor total exportado (Von Hesse La Serna, 2013).

Escobar (2013) menciona que los principales productores de quinua son Bolivia (46 por ciento), Perú (42 por ciento) y Estados Unidos (6 por ciento), seguidos de Ecuador y Canadá. Sin embargo, también hay cultivos en Colombia, Argentina y Chile.

Estados Unidos es el principal destino de exportación de quinua del Perú, quien concentra el 67 por ciento del total de las exportaciones; seguido de países como Canadá, Australia y Alemania (Von Hesse La Serna, 2013).

2.5. HARINA DE QUINUA

La harina de quinua se obtiene a través de una molienda convencional, a partir de quinua perlada (sin saponina) en molinos específicos y su uso es en la alimentación y la agroindustria. La harina es el resultado del proceso donde la quinua desaponificada, es molida a presión y fricción, y luego sometida a un ventilado para obtener un elevado nivel de pulverización, a fin de obtener una materia de calidad panificable (Mujica *et al.*, 2006).

La saponina y otros compuestos (sustancias precursoras de saponinas, ácidos grasos oxidados, sales minerales de magnesio, oxalatos, etc.) presentes en las coberturas externas del grano de quinua, son los responsables del sabor amargo e indeseable de ésta, además de presentar capacidad hemolítica, por cuya razón, limitan su consumo en la alimentación humana y obstaculizan el desarrollo agroindustrial (Mujica *et al.*, 2006). Los niveles de saponina aceptados para consumo humano varían entre 0.06 y 0.12 por ciento, y el límite máximo en granos cocidos es 0.1 por ciento (Nieto y Soria, 1991; citado por Mujica *et al.*, 2006).

En la industria alimentaria, la harina obtenida de quinua perlada puede utilizarse como materia prima en panificación y subproductos (pasteles, galletas, etc.), pastas (fideos y afines), bebidas (refrescos y chicha), etc. La mezcla (porcentaje) de harinas crudas: quinua-

kiwicha-frijol (61-19-20) y quinua-kañiwa-habas (75-15-10) para papillas y bebidas en la alimentación de niños en edad preescolar o ablactancia (2 a 5 años), es una alternativa muy promisorio para disminuir la desnutrición infantil (Repo-Carrasco, 1992).

2.5.1. ASPECTOS NUTRICIONALES

Según Repo-Carrasco (1992), los resultados del análisis proximal de harina de quinua, expresados en porcentaje son: humedad 12.21, proteínas 12.68, grasa 5.31, fibra 3.5, ceniza 2.57 y carbohidratos 63.73; además, la materia seca evidencia fibra insoluble 5.31 y fibra soluble 2.49 con una fibra dietética final de 7.8.

En cuanto a la fibra cruda, Herrera (2009) indica que ésta constituye la determinación del residuo libre de componentes solubles (como grasas, proteínas, azúcares y almidón) realizado por ebullición alternada de la muestra en ácido débil y después en un álcali. Las recomendaciones de ingesta de fibra en adultos oscilan entre 25 y 30 g/día, o bien de 10 a 13 g/1000 Kcal, debiendo ser de 1/3 la relación fermentable/no fermentable, según García (2004; citado por Herrera, 2009).

2.5.2. CALIDAD DE LA PROTEÍNA

La calidad de la proteína depende del contenido de aminoácidos esenciales, los cuales son ocho. Cuando se habla de proteínas hay que tomar en cuenta dos aspectos básicos: la cantidad y la calidad. Sin embargo, esta cantidad no es tan importante como la eficiencia con la que el cuerpo puede utilizar las proteínas ingeridas (Ayala *et al.*, 2001).

En el Cuadro 2 se muestra el contenido de aminoácidos esenciales en las proteínas tanto para la quinua como la harina de trigo.

Se sabe que cuando se ingiere alimentos, parte de éstos se pierden en las heces; el valor que nos da una idea de la cantidad de nutrientes de proteínas que se asimilan es la digestibilidad. Esta no es por sí sola un indicador de calidad, tan solo es un factor condicionante (FAO, 1992; citado por Ayala *et al.*, 2001).

FAO/OMS (1991; citado por Ayala *et al.*, 2001), menciona que usando el método de balance en ratas, clasificaron los valores de la digestibilidad verdadera de la proteína en tres rangos: alta de 93 a 100 por ciento para los alimentos de origen animal y la proteína aislada de soya; digestibilidad intermedia con valores de 86 a 92 por ciento para el arroz pulido, trigo entero, harina de avena y harina de soya; mientras que valores bajos (70-85 por ciento) fueron reportados para diferentes tipos de leguminosas incluyendo frijoles, maíz y lentejas. De acuerdo a esta clasificación, el grano de quinua se encuentra en la tercera posición, es decir con baja digestibilidad.

Menacho (2014), menciona como efecto de la extrusión en una muestra de grano de quinua blanca proveniente de la provincia de Puno, aumento en la digestibilidad in vitro de proteína de 84.77 a 91.53 por ciento para el grano extruido; considerando un proceso a 135°C con ingreso del grano con 14 por ciento de humedad durante 10-13 segundos.

Cuadro 2: Contenido de aminoácidos esenciales (mg aa/ gramo de proteína) en harina de quinua y harina de trigo

Aminoácido	mg aa/gramo de proteína harina de quinua ^{a,b}	mg aa/gramo de proteína harina de trigo ^b
Fenilalanina+tirosina	73	75
Histidina	32	18
Isoleucina	49	37
Leucina	65	70
Lisina	63	19
Metionina+cistina	38	36
Treonina	41	28
Triptófano	11	11
Valina	47	42

FUENTE: a) FAO (1985); citado por Ayala *et al.*, 2001. b) Koziol (1992); citado por Mosquera (2009)

2.5.3. USO Y POTENCIALIDADES EN PRODUCTOS DE PASTELERÍA

Tapia (1979; citado por Mujica *et al.*, 2006); indica que las potencialidades del uso de harina de quinua perlada como suplemento porcentual en la industria alimentaria y la agroindustria es muy promisorio; por cuya razón, en forma generalizada el Ministerio de Agricultura del Perú realiza campañas para la utilización industrial de la quinua.

La harina de quinua sola o mezclada con otras harinas mejora la calidad nutricional y mantiene las características organolépticas en productos de panificación. Generalmente, para pasteles y galletas el reemplazo de la harina de trigo por quinua es de 25 por ciento y 20 por ciento respectivamente, de acuerdo a lo indicado por Canahua *et al.*, (2003; citados por Mujica *et al.*, 2006).

En la actualidad, se registran muchas investigaciones sobre elaboración de galletas con mezcla de harina de quinua y harina de otras especies vegetales. Los resultados son significativos y ventajosos desde un punto de vista nutricional. Amachi y Mujica (1997; citados por Mujica *et al.*, 2006); determinan que la mezcla de harinas: quinua 40 por ciento, kañiwa 10 por ciento, habas 10 por ciento, y trigo 40 por ciento, proporciona niveles adecuados de proteína y características organolépticas ideales para el consumo de la población escolar. En cambio, Coloma (2000) sostiene que la mezcla de harinas: kañiwa 10 por ciento, cebada 10 por ciento, quinua 40 por ciento, tarwi 20 por ciento y trigo 20 por ciento es más aceptable en la degustación y cumple los requisitos nutricionales. Por otro lado, Vilcanqui (2002; citado por Mujica *et al.*, 2006) evidencia que la mezcla de harinas: trigo 70 por ciento, maca 8 por ciento, y quinua 22 por ciento, permite obtener galletas con características sensoriales de sabor y textura de producto final aceptables.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de Investigación & Desarrollo, y Control de Calidad de la empresa Molitalia S.A., en la planta de Confites ubicada en el distrito de Los Olivos, Lima. Los análisis proximales se realizaron por la Facultad de Química de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS

- Harina de trigo (de uso industrial, a partir de trigo Soft Red Winter)
- Harina de quinua (variedad Blanca de Juli, muestra Interamsa)
- Almidón de maíz (marca Ingredion)
- Azúcar en polvo (marca Cartavio)
- Manteca Vegetal (marca Palmero)
- Permeato de suero (marca Arla Food Ingredientes)
- Lecitina de soya (marca Cargill)
- Huevo líquido pasteurizado (marca Ovosur)
- Jarabe invertido (muestra planta Ambrosoli, 70°Brix / A.R. 62%)
- Salvado de trigo (muestra de molino, Molitalia)
- Grano de trigo tostado (muestra Molitalia)
- Bicarbonato de amonio (marca Norbright)
- Bicarbonato de sodio (marca Norbright)
- Fosfato monocálcico (marca Budenheim)
- Color Natural Caramelo Doble Strength (marca Ingredion)
- Sal fina (marca Quimpac)
- Sabor manzana (marca Floramatic AMB 321 14517)

Los tres primeros ingredientes indicados (harina de trigo, harina de quinua y almidón de maíz) se consideran variables independientes debido a que sus dosis son las que influyen en los resultados de acuerdo a las mezclas que se definen por cada tratamiento.

3.3. EQUIPOS E INSTRUMENTOS:

- Balanza analítica Pesacon con sensibilidad 0.01 g (para elaboración de galletas)
- Balanza analítica Mettler Toledo con sensibilidad 0.0001 g (para análisis físico-químicos)
- Batidora (Kitchen-Aid)
- Campana desecadora
- Equipo Kjeldahl
- Equipo de Soxhlet
- Estufa (103 +/- 2° C) (PCE Instruments)
- Horno eléctrico con ventilador (Lang)
- Moledor de galletas (Mush)
- Mufla
- Plancha de calentamiento (Boeco)
- Potenciómetro digital (Hanna)
- Tubos de extracción de grasa (Mojonnier)
- Texturómetro Stable Micro Systems TA – XT2 (Ver Anexo 1)
- Aqualab LITE (Ver Anexo 2)

3.3.1. REACTIVOS:

- Amoniaco concentrado
- Ácido sulfúrico 95-98% (libre de nitrógeno)
- Catalizador $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}:\text{K}_2\text{SO}_4:1:300$
- Etanol 95%
- Éter de petróleo
- Éter etílico
- Solución de ácido bórico al 4% con indicador.
- Solución de hidróxido de sodio al 80% (p/p), libre de nitrato

- Solución estándar de HCl 0.05N
- Solución indicadora de rojo de metilo/verde de bromocresol

3.4. METODOLOGÍA

En la Figura 4 se muestran las operaciones unitarias que formaron parte de la elaboración de las galletas, a nivel de laboratorio.

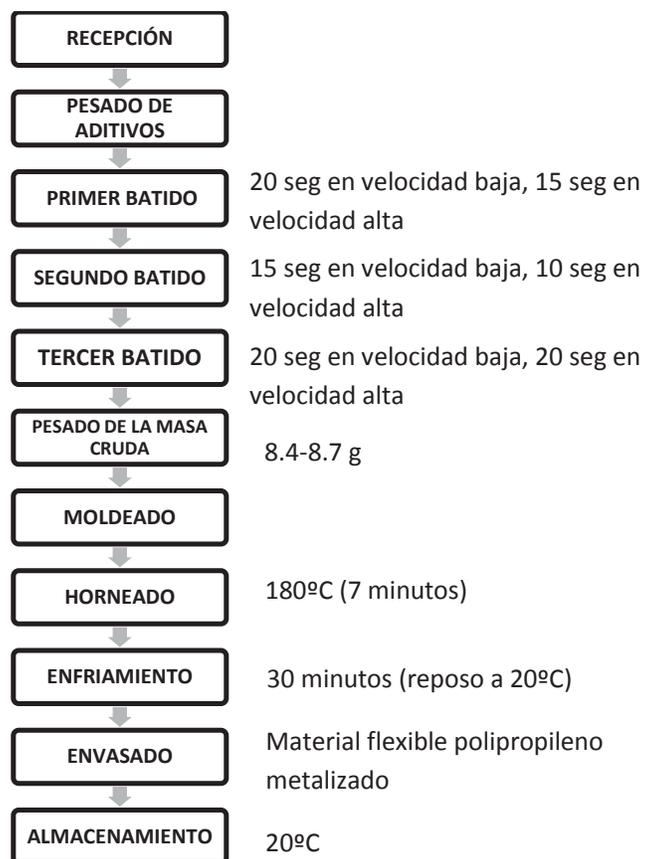


Figura 4: Diagrama de flujo para elaboración de galletas a nivel de laboratorio

- **Descripción de Operaciones para elaboración de galletas:**

- **Recepción:** Se recibe cada ingrediente verificando previamente que cumpla con los requisitos de calidad.
- **Pesado de aditivos:** Se pesan los ingredientes secos en bolsas de polietileno de 1 kg. Se preparan dos bolsas: en una bolsa (bolsa 1) se pesa el azúcar, permeato de suero, salvado de trigo y grano de trigo tostado; en la otra (bolsa 2) se pesan las harinas, bicarbonato de sodio y fosfato monocálcico. Los ingredientes fluidos (manteca, lecitina, saborizante, jarabe invertido, agua c/sal y bicarbonato de amonio) son pesados directamente en el *bowl* de la batidora.
- **Primer batido:** En este primer batido, se baten la manteca, lecitina, saborizante, jarabe invertido junto con los ingredientes pesados en la bolsa 1, durante 35 segundos (20 segundos en velocidad baja y 15 segundos en alta).
- **Segundo batido:** En el segundo batido, se añade el agua con la sal y bicarbonato de amonio y se bate durante 15 segundos a velocidad baja y 10 segundos en alta.
- **Tercer batido:** Se agregan los ingredientes de la bolsa 2 y se bate durante 20 segundos en velocidad baja y 20 segundos en alta. Se va regulando la consistencia de la masa con agua (si es que está seca) hasta lograr una masa firme no pegajosa.
- **Pesado de la Masa Cruda y Moldeado:** Se pesan cantidades de masa de 8.4-8.7 gramos.
- **Moldeado:** Los pedazos de masa son moldeadas con un diámetro de 40 mm y altura de 5.5mm. Se colocan en una bandeja previamente engrasada y espolvoreada con harina de trigo.
- **Horneado:** Se lleva la bandeja al horno, previamente calentado a 180°C, y se hornea durante 7 minutos. El tiempo se cuenta desde que la masa ingresa al horno.

- **Enfriamiento:** Se retira la bandeja del horno y se traspasan las galletas de la bandeja a una mica plastificada gruesa, donde se dejan reposar de forma invertida durante 30 minutos a 20 - 21°C.
- **Envasado:** Se envasan las galletas en bolsas de material flexible metalizado (polipropileno).
- **Almacenamiento:** Se almacenan las muestras en un ambiente a 20 - 21°C.

3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.5.1. % HUMEDAD

Se utilizó el método descrito por AACC, (2000).

3.5.2. % PROTEÍNA

Se utilizó el método descrito por AACC, (2000).

3.5.3. % GRASA

Se utilizó el método descrito por AACC, (2000).

3.5.4. % CARBOHIDRATOS

Se calculó por diferencia.

3.5.5. % FIBRA CRUDA

Se utilizó el método descrito por AACC, (2000).

3.5.6. % CENIZAS

Se utilizó el método descrito por AACC., (2000).

3.5.7. ANÁLISIS REOLÓGICO (Tenacidad, Extensibilidad y Trabajo)

Se utilizó el método descrito por AACC, (2000).

3.5.8. ANÁLISIS DE PH

Se utilizó el método descrito por la AACC, (2000).

3.5.9. ANÁLISIS DE TEXTURA (DUREZA)

Se utilizó el equipo Texturómetro Stable Micro Systems TA – XT2, el cual mide la fuerza necesaria para la ruptura de la galleta, en kgf. El equipo se muestra en el Anexo 1.

3.5.10. DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD DE AGUA (AW)

Se utilizó el equipo Aqua-Lab LITE. El funcionamiento se explica en el Anexo 2.

3.5.11. ANÁLISIS SENSORIAL: TEST DE ACEPTABILIDAD (ESCALA HEDÓNICA DE NUEVE PUNTOS)

Cuadro 3: Perfil para selección de panelistas

Variables	Características del panel
<i>Geográficas</i> Departamento Ciudad	Lima Lima
<i>Demográficas</i> Edad Sexo Nacionalidad Composición familiar Nivel educativo	20 a 35 años Masculino / Femenino Peruana Padres o hijos Profesional universitario / Técnico, concluido o por concluir.
<i>Variables Sicográficas</i> Estilo de vida Personalidad	Saludable, sin vicios. Persona responsable, respetuosa.
<i>Consumo del producto en evaluación</i> Tipos de galletas de mayor consumo Porción por empaque regular Frecuencia de consumo	Galletas de agua, de soda, granola/con cereales, integrales. 28 - 45 gramos Moderado (de 2 a 4 paquetes por semana)

Se utilizó la Guía general para Análisis Sensorial de Alimentos NTP-ISO 6658:2008 (INDECOPI, 2008).

Se seleccionó un panel no entrenado (100 personas) con las características que se detallan en el Cuadro 3. Para esta selección se tomó en cuenta la referencia de Prieto (2009) donde indica que se debe definir características del consumidor en los aspectos geográficos, demográficos, sicográficos y de la forma de consumo del producto. Para esta evaluación se utilizaron dos formatos, uno para la selección de los panelistas (Anexo 10) y el segundo para el test de aceptabilidad (Anexo 12).

La selección se realizó entre el personal que labora en planta Confites, de la empresa Molitalia S.A.

3.6. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS

Se utilizó un Diseño de Mezclas Simplex Látxice Cúbico Especial. Luego, se realizará un Análisis de Varianza (ANVA) para, finalmente, hallar el producto óptimo.

En el punto 3.7. *Formulación* se explica la receta que se utilizó para los tratamientos y cómo se definieron los límites de dosis para las variables independientes. El Cuadro 4 muestra los límites de dosis de Harina de trigo (HT), Harina de quinua (HQ) y Almidón de maíz (AM) a utilizarse dentro de la Matriz Variable, la cual es el 25 por ciento de la receta total. El 75 por ciento se mantiene como Matriz Fija.

La Matriz Fija se refiere al porcentaje total de dosis de ingredientes en la fórmula que se mantiene constante para todos los tratamientos, mientras que Matriz Variable hace referencia al porcentaje total de dosis de ingredientes cuyas dosis individuales varían para cada tratamiento. Estos dos porcentajes explicados líneas arriba indican las dosis de ingredientes en base al peso total de cada batch preparado. En cambio, cuando se indica “en base a harina” (término mundialmente utilizado en pastelería) se hace referencia a las dosis de los ingredientes en base al peso total de las harinas en la receta. Para este trabajo, se consideran harinas a la harina de trigo, harina de quinua y almidón de maíz.

Los Cuadros 5 y 6, muestran los porcentajes de inclusión de HT, HQ y AM para los diez tratamientos, considerando la matriz variable (25 por ciento de la receta total) y en base a harina, respectivamente.

3.7. DEFINICIÓN PRELIMINAR DE CARACTERÍSTICAS DE LA GALLETA Y FÓRMULA

La fórmula utilizada para esta investigación (indicada en el Cuadro 4) se definió en base a recetas de productos del mercado y una serie de pruebas preliminares a nivel de laboratorio en las que se obtuvo un sabor, textura y apariencia del producto buscado, así como una cantidad de inclusión de harina de quinua y almidón de maíz que permita trabajar la masa. A partir de eso, se definieron los límites para trabajar los tratamientos.

En cuanto a la fórmula base definida, el contenido de grasa (manteca) es igual a 32 por ciento en base a la harina, mientras que el American Institute of Baking (1994) plantea un 50 por ciento en base a la harina. Asimismo, se formuló un 35 por ciento de azúcar en polvo; mientras que AIB plantea un 30 por ciento en base a la harina tanto para azúcar granulada como para azúcar morena. Se buscó una galleta con un perfil de sabor que el consumidor pueda identificar como agradable y saludable, pero manteniendo un fondo integral, dado por la quinua y, apoyado por una apariencia integral también, por lo cual se incluyeron el grano y salvado de trigo tostado. Dentro de los perfiles evaluados se optó por un perfil manzana, con el uso de saborizante.

Otra característica que se buscó fue un dulzor sutil, con una textura de galleta casera. Para la textura, se analizó la variable dureza (ver 3.5.10) buscando un valor menor a 5 kg.f. La fórmula utilizada se desarrolló para una galleta dulce extruida cortada por alambre; sin embargo, el proceso de moldeado para las pruebas de esta investigación se realizó con un molde con forma de tapa (diámetro 40mm, altura 5.5mm).

Cuadro 4: Formulación general en porcentajes de inclusión de matriz fija y variable

Ingrediente	%
Harina de trigo	27.2
Permeato de suero	3.01
Lecitina de soya	0.29
Azúcar en polvo	18.27
Huevo líquido pasteurizado	2.31
Jarabe invertido	1.39
Manteca vegetal	16.76
Bicarbonato Amonio	0.3
Bicarbonato Sodio	0.15
Fosfato monocálcico	0.02
Color Caramelo	0.14
Sal fina	0.29
Salvado de trigo tostado	2.31
Grano de trigo tostado	2.31
Saborizante	0.27
MATRIZ FIJA	75
Harina de trigo (HT)	5 – 20
Harina de quinua (HQ)	5 – 20
Almidón de Maíz (AM)	0 – 15
MATRIZ VARIABLE	25

Cuadro 5: Porcentajes de dosis (matriz variable) para las diez combinaciones de formulación de galletas

Tratamiento	Harina de Trigo HT (%)	Harina de quinua HQ (%)	Almidón de maíz AM (%)	Total %
T1	5.00	15.00	5.00	25.00
T2	15.00	10.00	0.00	25.00
T3	10.00	5.00	10.00	25.00
T4	5.00	10.00	10.00	25.00
T5	5.00	20.00	0.00	25.00
T6	10.00	15.00	0.00	25.00
T7	10.00	10.00	5.00	25.00
T8	5.00	5.00	15.00	25.00
T9	15.00	5.00	5.00	25.00
T10	20.00	5.00	0.00	25.00

Cuadro 6: Porcentajes de dosis (en base a harina) para las diez combinaciones de formulación de galletas

Tratamiento	Harina de trigo HT %	Harina quinua HQ %	Almidón de maíz AM %	Total %
T1	61.69	28.74	9.58	100.00
T2	80.84	19.16	0.00	100.00
T3	71.26	9.58	19.16	100.00
T4	61.69	19.16	19.16	100.00
T5	61.69	38.31	0.00	100.00
T6	71.26	28.74	0.00	100.00
T7	71.26	19.16	9.58	100.00
T8	61.69	9.58	28.74	100.00
T9	80.84	9.58	9.58	100.00
T10	90.42	9.58	0.00	100.00

El público objetivo planteado para este desarrollo son personas entre 20 y 35 años consumidores de productos con una ventaja nutricional y bajo el concepto de “saludable” (ver Cuadro 3).

En la Figura 5 se muestra el diseño experimental. Se muestran las etapas u operaciones a seguir, indicándose las evaluaciones que se considerarán para cada una de ellas y los parámetros definidos para el control adecuado de las variables del proceso, y así poder llegar a la determinación de la mezcla óptima.

OPERACIONES	RECEPCIÓN MAT. PRIMA	PESADO	BATIDO 1, 2, 3	PESADO Y MOLDEADO	HORNEADO	ENFRIAMIENTO	ENVASADO	ALMACENAMIENTO	PRODUCTO ÓPTIMO
	●	T1 ↑	●	●	●	●	●	●	Elección del producto óptimo
	●	T2 ↑	●	●	●	●	●	●	
	●	T3 ↑	●	●	●	●	●	●	
	●	T4 ↑	●	●	●	●	●	●	
	●	T5 ↑	●	●	●	●	●	●	
	●	T6 ↑	●	●	●	●	●	●	
	●	T7 ↑	●	●	●	●	●	●	
	●	T8 ↑	●	●	●	●	●	●	
	●	T9 ↑	●	●	●	●	●	●	
	●	T10 ↑	●	●	●	●	●	●	
Variables / Parámetros		Peso de materiales.	Batido 1: Tiempo vel. baja=20 s. Tiempo vel. alta=15 s.	Peso= 8,4-8,7 gramos Dimensiones masa: Batido 2: Diámetro=40mm Tiempo vel. baja=15 s. Altura= 5,5 mm	Tiempo:7 min Temperatura:180°C	Tiempo: 20 min Temperatura: 20°C	Buen sellado en bolsas de material flexible metalizado	Temperatura Ambiente: 20°C (máximo 30 días de almacenamiento).	
Análisis a realizar	Análisis Proximal Recología de harina de trigo					Peso (g) Dimensiones (mm)		Test de Aceptabilidad Humedad % pH Proteína % Fibra cruda % Aw Textura (dureza)	Análisis Proximal

Figura 5: Diseño experimental

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS PROXIMAL DE VARIABLES INDEPENDIENTES

En el Cuadro 7, se muestran los resultados del análisis proximal de los insumos considerados en la matriz variable: harina de trigo (HT), harina de quinua (HQ) y almidón de maíz (AM); y el Cuadro 8, los resultados de análisis reológico de la harina de trigo (HT).

Cuadro 7: Resultados de Análisis Proximal para las variables independientes (expresado en base húmeda)

VARIABLES	Harina de trigo HT	Harina de quinua HQ	Almidón de maíz AM
Humedad % ⁽¹⁾	14.1± 0.02	12.5± 0.01	10.6± 0.01
Carbohidratos % ⁽¹⁾ ₍₂₎	73.98± 0.04	66.59± 0.06	89± 0.04
Grasa % ⁽¹⁾	1.3± 0.02	6.37± 0.02	0.1± 0.01
Proteína % ⁽¹⁾	9.96± 0.03	12.28± 0.06	0.3± 0.02
Fibra cruda % ⁽¹⁾	0.43± 0.01	1.75± 0.03	0.5± 0.01
Cenizas % ⁽¹⁾	0.66± 0.01	2.26± 0.02	0.1 ± 0.006

(1) Media ± D.S.; n=3

(2) Obtenido por diferencia

Cuadro 8. Resultados de análisis reológicos de la harina de trigo

Reología	Harina de trigo
Elasticidad (P) ⁽¹⁾	56± 2
Extensibilidad (L) ⁽¹⁾	90± 2
Trabajo (W) ⁽¹⁾	140± 5

(1) Media ± D.S.; n=3

La harina de trigo utilizada en la presente investigación corresponde a trigo Soft Red Winter (SRW). De acuerdo a la U.S. Wheat Associates (2013), el SRW posee características de gluten débil, con alto rendimiento y bajo contenido proteico (8-11 por ciento), lo cual concuerda con los resultados hallados en reología de la harina de trigo. Según la U.S. Wheat Associates (2013) esta harina es mayormente utilizada en pastelería, galletas dulces y saladas, panes sin levaduras, y puede ser usada para mezclas de harinas.

De la Vega (2009), menciona que una harina débil, con un valor de Trabajo (W) igual o menor a $200 \text{ Joules} \times 10^{-4}$ es destinada para elaboración de galletas; harinas con un W mayor a 200 y menor a 300 es destinada para panificación; y mayor a 300, destinada para pastas. Este valor concuerda con el resultado obtenido de $140 \text{ J} \times 10^{-4}$ (Cuadro 8).

En el caso del contenido graso en la harina de trigo, De la Vega (2009) indica un 2 por ciento, valor superior al hallado experimentalmente. El contenido de proteína se encontró en el mínimo según lo indicado por el mismo autor; mientras que el de fibra obtuvo un valor con más de un punto por debajo. Cabe mencionar que la U.S. Wheat Associates (2013) menciona que los análisis proximales pueden variar de acuerdo a la variedad del trigo y zona de cosecha.

En cuanto a la harina de quinua, los resultados del presente trabajo fueron muy similares a los reportados por Repo-Carrasco (1992; Mujica *et al.*, 2006): humedad 12.21, proteínas 12.68, grasa 5.31, fibra 3.5, ceniza 2.57 y carbohidratos 63.73; además la materia seca evidencia fibra insoluble 5.31 y fibra soluble 2.49 con una fibra dietética final de 7.80 por ciento.

El contenido graso obtenido en los resultados (6.3 por ciento) fue mayor por un punto en comparación con lo citado. Por otro lado, Bojanic (2011) menciona como contenido de grasa de la quinua 6.1 por ciento, coincidiendo con el resultado. Este valor es mucho mayor al de la harina de trigo.

Según Chang y Morris (1990; citado por Astuhuamán, 2007), el contenido de fibra de los alimentos ha sido históricamente evaluado por el procedimiento de fibra cruda. En el estudio realizado Astuhuamán (2007) observa el contenido de fibra cruda en las cuatro variedades que se evaluaron: Blanca de Juli 1.78 por ciento, Kcancolla 2.75 por ciento, LaMolina89 2.92 por ciento y Sajama 1.74 por ciento; coincidiendo los resultados de esta investigación (quinua blanca de Juli) con los valores para la primera y última variedad mencionada.

4.2. COMPORTAMIENTO DE MASA

En el caso de los tratamientos en los que se formuló con mayor dosis, se observó que con los tratamientos 1 y 6 (inclusión de 15 por ciento de HQ en matriz variable), la masa se secó ligeramente rápido, luego de 10 minutos fue un poco difícil trabajarla. Con la masa del tratamiento 5 (inclusión de 20 por ciento de HQ), este efecto se observa con mayor rapidez que las dos mencionadas anteriormente, ya que se desmoronaba.

El mejor manejo de la masa con mayor contenido de harina de trigo, y lo opuesto con la harina de quinua se puede explicar a que no contiene gluten. Dentro del gluten del trigo, las proteínas más solubles son las gliadinas y contribuyen a la cohesión y extensibilidad de la masa; mientras que las gluteninas, contribuyen a la tenacidad, masa más fuerte y firme (Cabeza, 2009).

Para los demás tratamientos la masa estuvo manejable, sin inconvenientes a nivel laboratorio.

4.3. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Se evaluaron las características físico-químicas principales para una galleta, porcentaje de humedad, actividad de agua A_w y pH (Cuadro 9). De acuerdo a los resultados, se observa que los valores para los diez tratamientos estarían dentro de la norma, ya que la NTP 206.001:1981 (revisada el 2011) establece una humedad máxima de 12 por ciento (INDECOPI, 2011).

Cuadro 9: Resultados de %Humedad, Aw y pH de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Humedad	pH	Aw (25°C)
T1	3.90%± 0.01 ⁽¹⁾	7.03± 0.05	0.37± 0.01
T2	3.92%± 0.03	6.99± 0.04	0.38± 0.01
T3	4.00%± 0.02	7.02± 0.04	0.40± 0.01
T4	3.87%± 0.03	7.08± 0.05	0.38± 0.01
T5	4.28%± 0.01	6.97± 0.05	0.38± 0.01
T6	4.05%± 0.01	6.86± 0.04	0.31± 0.01
T7	3.50%± 0.01	6.93± 0.05	0.40± 0.01
T8	3.54%± 0.02	7.13± 0.05	0.31± 0.01
T9	3.74%± 0.02	7.10± 0.04	0.41± 0.01
T10	4.07%± 0.01	7.15± 0.05	0.44± 0.01

(1) Media ± D.S.; n=3

En cuanto al pH, se presentaron valores cercanos a la neutralidad, adecuados para una galleta. Según Bedolla *et al.* (2011), el pH de las galletas, tanto las finas como las comerciales tienen un valor mínimo y máximo de pH igual a 6 y 8, respectivamente. La NTP 206.014:1981 (INDECOPI, 2011) no indica rango alguno para esta variable.

Con relación a la Aw, los valores fueron menores a 0.45, lo que podría entenderse como valores estables ya que estarían dentro de los valores más bajos de reacción oxidativa de lípidos y por debajo de zona de riesgo de crecimiento de mohos y levaduras (Badui, 2013), como se observa en la Figura 6 donde se muestran los cambios que ocurren en los alimentos en función de la actividad del agua.

El valor de Aw de las galletas evaluadas en el presente estudio es muy cercano al valor reportado por Badui (2013) de 0,35 para galletas y cereales.

Los productos deshidratados tienen un Aw de aproximadamente 0.3 a 0.6, por lo que se observa que el valor de los resultados obtenidos se encuentra dentro de este rango (Badui, 2013).

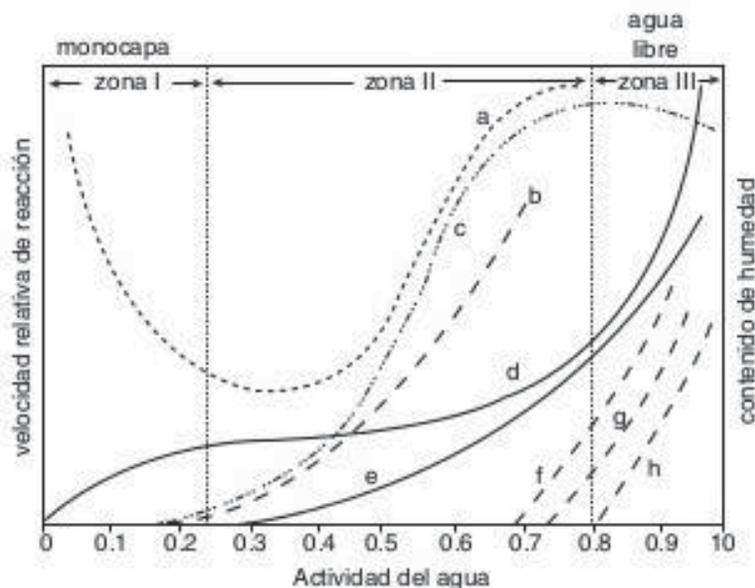


Figura 6: Cambios en los alimentos en función de la actividad de agua (A_w) a) Oxidación de lípidos; b) Reacciones hidrolíticas; c) Oscurecimiento no enzimático; d) Isoterma de adsorción; e) Actividad enzimática; f) Crecimiento de hongos; g) Crecimiento de levaduras, y f) Crecimiento de bacterias.

FUENTE: Badui (2013)

Estos valores de humedad, pH y A_w para los diez tratamientos se encuentran dentro de los parámetros normales para este producto, por lo que se podría concluir que las mezclas con los ingredientes en evaluación no influyen en estas variables.

Los resultados de dimensiones, peso y dureza se muestran en la Cuadro 10. Se observa que para los tratamientos con mayor inclusión de harina de quinua (T1, T5 y T6), los diámetros fueron los más bajos sin diferencia significativa entre sus medias, pero sí con los demás tratamientos. Esto puede explicarse por una menor resistencia de la masa debido a la inclusión de harina sin gluten, desarrollando, así, un volumen en menor escala.

Cuadro 10: Resultados de Dimensiones, Peso y Dureza de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Diámetro mm	Altura mm	Peso g	Dureza kg.f
T1	43.6±0.24 ^{a(1)}	10.7±0.41 ^a	7.5±0.28 ^a	3.34±0.42 ^{abc}
T2	43.8±0.36 ^{ab}	10.2±0.45 ^{ab}	7.5±0.29 ^a	3.81±0.57 ^{abcd}
T3	44.5±0.46 ^c	10.8±0.03 ^a	7.4±0.18 ^a	3.59±0.38 ^{abcd}
T4	44.7±0.50 ^c	11±0.29 ^{ac}	7.8±0.23 ^a	3.81±0.28 ^{abcd}
T5	43.2±0.53 ^a	10.3±0.27 ^{ab}	7.5±0.19 ^a	4.03±0.47 ^{bcd}
T6	43.5±0.44 ^a	10.6±0.28 ^{abc}	7.6±0.19 ^a	4.2±0.42 ^{cd}
T7	44.5±0.51 ^{bc}	11±0.14 ^{ac}	7.6±0.19 ^a	4.38±0.36 ^d
T8	44.8±0.49 ^c	11.3±0.26 ^{ac}	7.6±0.19 ^a	3.22±0.52 ^{ab}
T9	45.1±0.57 ^c	11.2±0.42 ^{ac}	7.6±0.16 ^a	3.68±0.58 ^{abcd}
T10	45±0.39 ^c	10.1±0.22 ^b	7.2±0.23 ^b	3.05±0.07 ^a

(1) Media ± D.S.; n=10

(2) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas en las columnas (p<0.05), según el Test de Tuckey (ver Anexos 3, 4 y 5).

Esta relación no se reflejó en los resultados de altura o peso de las galletas, donde varía entre 10 - 11 mm y 7.2 - 7.8 g (pérdida de 1 gramo por galleta en promedio), respectivamente. Los valores más bajos de altura se dieron para los tratamientos T2, T5, T6 y T10 sin diferencia significativa entre ellos.

En cuanto a la dureza, se obtuvieron los valores más altos para el T7 (10 por ciento de HT, 10 por ciento de HQ y 5 por ciento de AM), no presentando diferencia significativa con los tratamientos T2, T3, T4, T5, T6 y T9; y el más bajo, para el T10 con mayor porcentaje de inclusión de HT (20 por ciento) y menor de HQ (5 por ciento). Herrera (2009), menciona como una posible explicación a este efecto, a la disminución del gluten conjuntamente con el impedimento del acceso del agua hacia la harina de trigo que se está sustituyendo, ocasionado por las proteínas diferentes del gluten y almidones. Es así que se produciría una baja en la fuerza del gluten, lo que se traduce en una disminución del desarrollo, ya que el gas producido por los agentes leudantes al encontrar menor resistencia no incrementa el volumen de la galleta en el horno. Esto formaría un mayor grosor de la corteza de la galleta

formada después del horneado, explicándose de esta forma el aumento de la dureza en las galletas.

Por otro lado, los valores obtenidos en esta investigación son menores a 4.4 kg.f; mientras que los resultados de dureza de Herrera (2009), fueron mucho más altos, mayores a 9 kg.f, posiblemente debido al menor contenido de grasa formulado en su investigación (28.4% en base a harina), y mayor contenido de azúcar (57% en base a harina).

Se podría decir que el tratamiento T10 con mayor contenido de harina de trigo tuvo el mejor resultado en diámetro (el mayor valor promedio) y dureza (el menor valor promedio). Asimismo, el T8 (con 15 por ciento de A.M.) presentó una altura entre las mayores, y una dureza baja. Sin embargo, los valores de dureza para todos los tratamientos estuvieron dentro de los valores buscados (ver 3.7).

4.4. ANÁLISIS DE GRASA, FIBRA CRUDA Y PROTEÍNA

Los tratamientos (mezclas) evaluados influyeron en la composición proximal de las galletas analizadas. En el Cuadro 11, se muestran los resultados de porcentaje de grasa, fibra cruda y proteína).

Para el contenido graso, se vio diferencias significativas entre todos los tratamientos, a excepción de T1 (5 por ciento HT, 15 por ciento HQ, 5 por ciento AM de la matriz variable) y T5 (5 por ciento HT, 20 por ciento HQ de la matriz variable). Los valores de inclusión de HQ fueron muy cercanos entre estos. En general, se esperaba que a un mayor contenido de HQ el porcentaje de grasa fuese mayor.

En el caso de fibra cruda, se vieron diferencias significativas entre los tratamientos, a excepción de los T7, T8 y T10. En el caso de los tratamientos T7 y T10, este último tuvo el doble de inclusión de HT y la mitad de HQ (ver Cuadro 5), por lo que pudo compensar

algo las diferencias. Sin embargo, el T8 con la mitad de inclusión de HT y HQ comparado con el T7 no presentó diferencia significativa, al igual que con el T10. Probablemente, la dosis de AM en el T8 (15 por ciento de la matriz variable) haya aportado al porcentaje de fibra de la galleta. Se esperaba mayor contenido de fibra con el T7 ya que la HQ presentó mayor contenido de este componente comparado con la HT y AM (ver Cuadro 7).

Cuadro 11: Resultados de Análisis de %Grasa, %Fibra Cruda y %Proteína para los tratamientos evaluados (expresado en base húmeda)

Tratamiento	Grasa %	Fibra Cruda %	Proteína %
T1	23.9± 0.01 ^a (1)	0.85± 0.01 ^a	7.9± 0.01 ^a
T2	20.6± 0.01 ^b	0.79± 0.01 ^b	8.5± 0.04 ^b
T3	20.0± 0.01 ^c	0.68± 0.02 ^c	7.3± 0.02 ^c
T4	20.3± 0.01 ^d	0.73± 0.01 ^d	7.6± 0.03 ^d
T5	23.9± 0.01 ^a	1.20± 0.02 ^e	9.1± 0.01 ^e
T6	23.0± 0.04 ^e	0.91± 0.01 ^f	8.6± 0.06 ^f
T7	22.0± 0.02 ^f	0.75± 0.02 ^{dg}	7.7± 0.06 ^g
T8	19.8± 0.04 ^g	0.75± 0.01 ^{dg}	6.6± 0.04 ^h
T9	20.7± 0.01 ^h	0.70± 0.01 ^h	7.7± 0.01 ^g
T10	20.4± 0.02 ⁱ	0.72± 0.01 ^{dg}	8.2± 0.05 ⁱ

(1) Media ± D.S.; n=3

(2) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas en las columnas (p<0.05), según el Test de Tuckey (ver Anexos 6, 7 y 8).

Para el caso del contenido proteico, los tratamientos que no tuvieron diferencias significativas entre ellos fueron el T7 (10 por ciento HT, 10 por ciento HQ, 5 por ciento AM) y T9 (15 por ciento HT, 5 por ciento HQ, 5 por ciento AM). Los valores de inclusión de HT y HQ fueron cercanos, siendo mayor el de HT para el T9 y el de HQ para el T7 (ver Cuadro 5). Se esperaba mayor contenido proteico con el T7 ya que la HQ presentó mayor contenido de proteína comparado con la HT y AM (ver Cuadro 7).

En las Figuras 7, 8 y 9 se muestran los análisis de Superficie respuesta para el contenido graso, fibra cruda y proteína, respectivamente.

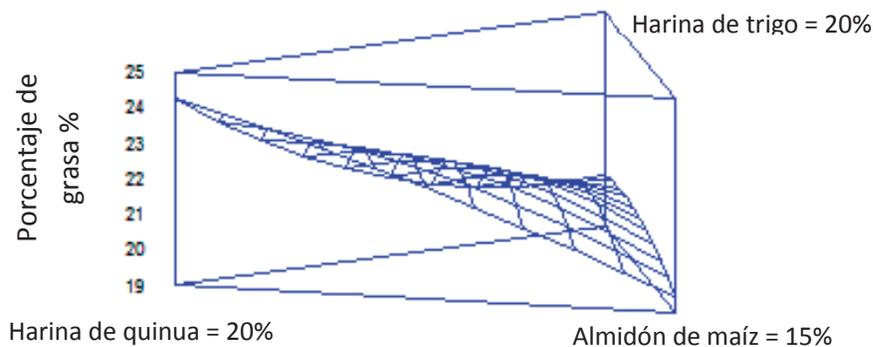


Figura 7: Superficie Respuesta: Porcentaje de grasa en galleta

El valor óptimo para la variable porcentaje de grasa es 19.8 (valor minimizado), coincidiendo con el T8 (5 por ciento HT, 5 por ciento HQ, 15 por ciento AM en la matriz variable). En la Figura 7, se muestra la relación directa entre la dosis de harina de quinua y el contenido graso de las galletas, lo cual se debe a que la HQ tiene un porcentaje de grasa más alto al de la HT y AM (ver Cuadro 7).

Para el caso de la fibra cruda se halló una relación estadísticamente significativa entre el porcentaje de fibra cruda y los ingredientes (HT, HQ y AM) con un nivel de confianza 95 por ciento. El valor del estadístico R-cuadrado indica que el modelo ajustado explica 99.31 por ciento de la variabilidad.

El valor óptimo para la variable porcentaje de fibra cruda es 1.2 (valor maximizado), coincidiendo con el T5 (5 por ciento HT, 20 por ciento HQ, 0 por ciento AM en la matriz variable). En la Figura 8, se muestra la relación directa entre la dosis de harina de quinua y el contenido de fibra cruda de la galleta, lo cual se debe a que la HQ tiene un mayor porcentaje de fibra cruda que la HT y AM (Ver Cuadro 7).

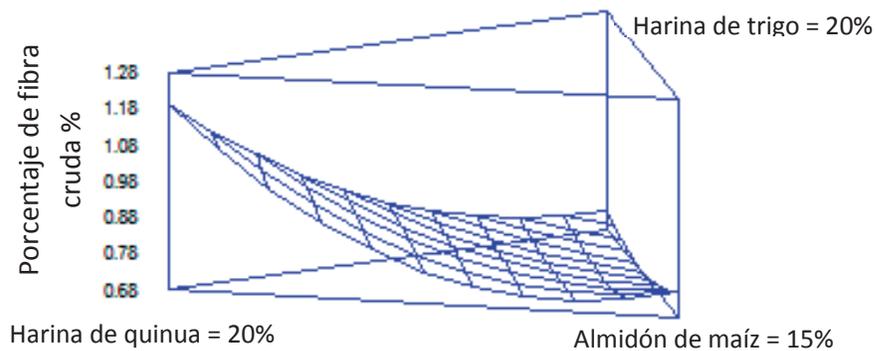


Figura 8: Superficie Respuesta: Porcentaje de fibra cruda en galleta

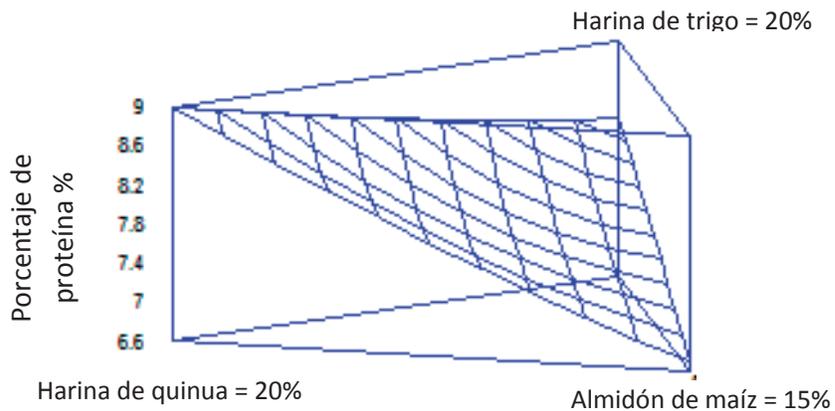


Figura 9: Superficie Respuesta: Porcentaje de Proteína en galleta

En el análisis de contenido proteico también se observó una relación estadísticamente significativa entre el porcentaje de proteína y los ingredientes (HT, HQ y AM) con un nivel de confianza 95 por ciento. El valor del estadístico R-cuadrado indica que el modelo ajustado explica 96.79 por ciento de la variabilidad en el contenido de proteína.

El valor óptimo para la variable porcentaje de proteína es 9 (valor maximizado), coincidiendo con el T5 (5 por ciento HT, 20 por ciento HQ, 0 por ciento AM en la matriz variable). En la Figura 9, se muestra la relación directa entre la dosis de harina de quinua y el contenido proteico de la galleta; en menor proporción con la harina de trigo.

Se observa que la muestra de los tratamientos con mayor inclusión de harina de quinua, contiene mayor porcentaje de grasa (los diez varían desde 20 a 23.9 por ciento), fibra cruda (los diez varían desde 0.7 a 1.2 por ciento) y proteína (los diez varían desde 6.6 a 9.1 por ciento). En base a esto, con el T5 (inclusión de 5 por ciento de HT, 20 por ciento de HQ y 0 por ciento de AM) es que se obtendría un mejor contenido nutricional en fibra y proteína, mas no por el contenido graso. Con el T2 (inclusión de 15 por ciento de HT, 10 por ciento de HQ y 0 por ciento AM) se logra disminuir el contenido graso a 20 por ciento, por lo que podríamos inclinarnos a un intermedio de estas dos mezclas.

Herrera (2009), menciona en sus resultados de análisis proximal para galleta fortificada con salvado de quinua (30 por ciento en base a la harina), kañiwa (40 por ciento en base a la harina) y kiwicha (30 por ciento en base a la harina), que tanto el contenido de proteínas y de grasa en las galletas con inclusión del salvado aumentó en comparación con la muestra sin inclusión de salvado.

Vilcanqui, 2002 (citado por Mujica *et al.*, 2006), indica que el análisis químico proximal de las galletas obtenidas con mezcla de harina de quinua y otras harinas varía de acuerdo al porcentaje de la mezcla y tipo de harina. La mezcla trigo-maca-quinua evidencia proteína 11.67 por ciento, grasa 13.78 por ciento, ceniza 3.58 por ciento, fibra cruda 2.08 por ciento, carbohidratos 68,89 por ciento.

En el Cuadro 12, se muestra la información de contenido graso, carbohidratos y proteína en cinco productos de líneas saludables en el mercado nacional. Si se comparan los valores de contenido graso, los tratamientos evaluados están entre 20 a 24 por ciento de grasa; mientras que los productos del mercado presentan menor contenido graso (máximo 19.4 por ciento).

Cuadro 12: Información nutricional rotulada en empaques de galletas “saludables” en el mercado nacional (por 100 gramos de producto): Grasa, Carbohidratos y Proteína

Producto	Gran Cereal Clásica	Quaker	Integrackers quinua	Belvita hony bran	Tosh, fusión de cereales
					
Descripción	Galletas con cereales y fibra	Galleta dulce con avena, manzana y canela	Galletas con quinua	Galletas con trigo integral con sabor a miel	Galleta Multicereal con Trigo, Arroz, Avena, Maíz Avellanas y Linaza
Marca	Costa	Quaker	Victoria	Nabisco	Tosh
Fabricante	Molitalia	Pepsico Alimentos	Alicorp	KraftFoods	Noel
Grasa total	g 16.5	13.3	19.4	12.1	14.0
Carbohidratos	g 70	73.3	69.4	69.7	66.7
Proteína	g 7.5	10.0	8.3	6.1	7.0

En cuanto al contenido de proteína, los tratamientos estarían dentro de la variación de los productos indicados en el Cuadro 12, estando los valores de esta investigación con 6.6 por ciento el más bajo hasta 9.1 por ciento el más alto. Posteriormente se compararán estos datos con la galleta con la combinación optimizada.

4.5. EVALUACIÓN DE ACEPTABILIDAD

En el Anexo 11 se muestra una descripción de los panelistas seleccionados para la evaluación sensorial. Los Cuadros 13, 14 y 15 muestran una descripción de este panel seleccionado.

Cuadro 13: Tipos de galletas de mayor consumo por los panelistas seleccionados, clasificado por sexo (femenino/masculino)

Tipo de galletas de mayor consumo	Porcentaje % de panelistas
<i>Sexo femenino</i>	50
Granola	2
Integrales	24
Soda / Agua	24
<i>Sexo masculino</i>	50
Granola	1
Integrales	25
Soda / Agua	24
Total general	100

En el Cuadro 13 se observa que la cantidad de hombres y mujeres fue equitativa, y el consumo por tipo de galletas fue similar tanto para el grupo de hombres como de mujeres (24 a 25 por ciento de galletas integrales y soda/agua; 1 a 2 por ciento de galletas con granola).

En el Cuadro 14 se observa que la cantidad de técnicos fue mayor a la de los que recibieron formación universitaria. El consumo por tipo de galletas fue bastante similar.

Cuadro 14: Tipos de galletas de mayor consumo por los panelistas seleccionados, clasificado por nivel de estudios (técnico/universitario)

Tipo de galletas de mayor consumo	Porcentaje % de panelistas
<i>Técnico</i>	57
Granola	1
Integrales	27
Soda / Agua	29
<i>Universitario</i>	43
Granola	2
Integrales	22
Soda / Agua	19
Total general	100

Cuadro 15: Carreras estudiadas por los panelistas seleccionados (técnicos y universitarios)

Carreras	Porcentaje % de panelistas
Químico	38
Industrias Alimentarias	29
Mecánica	14
Eléctrico	7
Marketing	6
Agroindustrial	2
Psicólogo	2
Industrial	1
Biólogo	1
Total general	100

Todos los seleccionados mantienen una vida sana y regular, sin vicios o adicciones a alcohol o drogas.

En el Cuadro 16, se muestran los resultados de las calificaciones del Test de aceptabilidad obtenidos para cada tratamiento de esta investigación. Se considera el valor 7 (“me gusta bastante”) como un valor aceptable para poder considerar lanzar un producto al mercado (Gava Citadin, 2013).

Cuadro 16: Resultados de Test de Aceptabilidad de los diez tratamientos evaluados

Tratamiento	Calificación promedio
T1	4.2 ± 0.55 ^a (¹)
T2	7.2 ± 0.62 ^b
T3	6.3 ± 0.56 ^c
T4	6.3 ± 0.56 ^c
T5	5.8 ± 0.73 ^d
T6	7 ± 0.62 ^b
T7	7.2 ± 0.65 ^b
T8	5.8 ± 0.73 ^d
T9	7.2 ± 0.64 ^b
T10	7.2 ± 0.65 ^b

(1) Media ± D.S.; n=100

(2) Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas en las columnas (p<0.05), según el Test de Tuckey (ver Anexo 9)

Del Cuadro 16, se observa que los tratamientos T3 (10 por ciento HT, 5 por ciento HQ, 10 por ciento AM) y T4 (5 por ciento HT, 10 por ciento HQ, 10 por ciento AM) no presentaron diferencias significativas en calificación de aceptabilidad por los panelistas. Asimismo, los tratamientos T2, T6, T7, T9 y T10 tampoco presentaron diferencias significativas entre ellos. Los valores obtenidos en estos fueron los más altos (con calificación mayor o igual a 7), por lo que se podría optar por adecuarnos a cualquiera de estos que nos permita tener el mejor contenido nutricional.

Se observa que a partir de una dosis de 15 por ciento de HQ o 10 por ciento de AM, ambos en matriz variable, las calificaciones de aceptabilidad disminuyen a menos de 7. Las

calificaciones más bajas las obtuvieron los tratamientos T1 (5 por ciento HT, 15 por ciento HQ, 5 por ciento AM), T5 (5 por ciento HT, 20 por ciento HQ) y T8 (5 por ciento HT, 5 por ciento HQ, 15 por ciento AM), con 4.3, 5.8 y 5.8 como calificaciones respectivamente.

Vilcanqui (2002; citado por Mujica *et al.*, 2006) evidencia que la mezcla de harinas: trigo 70 por ciento, maca 8 por ciento, y quinua 22 por ciento, permite obtener galletas con características sensoriales de sabor y textura de producto final aceptables.

El T2 incluyó un porcentaje de 19.2 por ciento de harina de quinua y 80.8 por ciento de harina de trigo, en base a harina. En cambio, los T5 y T6 incluían 38.3 y 28.7 por ciento de harina de quinua, respectivamente.

Mosquera (2009) indica que con una mezcla de 15/85 (HQ/HT) se obtiene una galleta con un sabor bastante aceptable sensorialmente, pero con una textura con baja calificación de los panelistas. El contenido, según el mismo autor fue, grasa 22 por ciento, fibra cruda 0.35 por ciento, proteína 7.5 por ciento, y carbohidratos 68.9 por ciento. Comparando estos valores con los resultados obtenidos del T2 (tratamiento con un porcentaje de HQ en base a harina igual a 19 por ciento) se llega a superar el valor proteico y reducir el contenido graso.

Por otro lado, Herrera (2009) menciona que obtuvo mayor aceptabilidad sensorial con una inclusión del 30 por ciento de salvado de quinua. Sus resultados de contenido graso y proteína en galleta con esta inclusión fueron 12.91 y 6.84 por ciento, respectivamente. Este valor de grasa fue mucho menor al resultado obtenido, ya que la formulación base utilizada por este autor fue para una galleta laminada, la cual permite una inclusión de grasa menor; por otro lado, sus valores de dureza (Kg.f) de la galleta resultaron mayores a 9, mientras los resultados de esta investigación son menores a 4.4 kg.f. En la Figura 10, se muestra la superficie respuesta para la prueba de aceptabilidad; y en el Anexo 11, los resultados de cada uno de los panelistas.

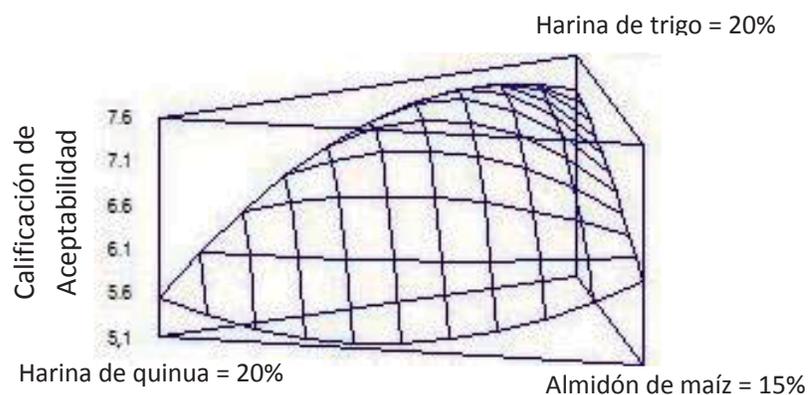


Figura 10: Superficie Respuesta: Aceptabilidad de galletas

De la Figura 10 se observa que la calificación de aceptabilidad aumentó junto con la dosis de HT, pero obtiene un máximo en combinación con un porcentaje de HQ y AM. De los tratamientos, los que obtuvieron mayor puntaje fueron los T2, T7, T9 y T10, superando el valor 7.

4.6. MEZCLA ÓPTIMA

El valor óptimo para la variable aceptabilidad 7.5 (valor maximizado) se obtuvo con la siguiente mezcla en la matriz variable: 13.87 por ciento de HT, 8.88 por ciento de HQ y 2.25 por ciento de AM. También se observa que a mayor contenido de HT, la aceptabilidad es mayor; sin embargo, el punto óptimo se obtiene con la mezcla indicada al inicio de este párrafo.

Considerando esta mezcla óptima, los tratamientos con mezclas más cercanas a ésta fueron los T2, T3 y T7; con una dosis de harina de quinua entre cinco a diez por ciento, de harina de trigo entre diez y quince por ciento, y una dosis de almidón de maíz entre cero y cinco por ciento, en matriz variable.

A manera teórica, se realizaron los cálculos para cada tratamiento a fin de obtener un comparativo entre los valores de digestibilidad para cada tratamiento. Los ingredientes que se consideraron para las mezclas calculadas fueron la harina de trigo, de quinua y el huevo líquido, éste último por ser fuente de proteína y tener influencia en la masa elaborada (los porcentajes de las mezclas utilizadas se muestran en el Anexo 14). Se consideraron los valores de digestibilidad según FAO, 1992 (citado por Ayala *et al.*, 2001), de 0.9 para la harina de trigo, 0.85 para la harina de quinua y 1 para el huevo líquido.

Cuadro 17: Digestibilidad promedio, score aminoacídico y cómputo del aminoácido limitante (lisina) calculados teóricamente para los tratamientos

Tratamiento	Digestibilidad Promedio	Score aminoacídico	Cómputo aa limitante (lisina)
T1	0.89	1.048	0.57
T2	0.886	1.005	0.49
T3	0.899	1.01	0.44
T4	0.885	1.023	0.53
T5	0.885	1.051	0.61
T6	0.89	1.034	0.55
T7	0.895	1.029	0.5
T8	0.898	1.014	0.45
T9	0.9	1.008	0.43
T10	0.9	0.995	0.41
Mezcla óptima	0.895	1.012	0.47

Los valores del Cuadro 17 mostraron una relación directa entre la dosis de HT y la digestibilidad debido a un valor mayor para este insumo comparado con la HQ.

Por otro lado, el score aminoacídico obtenido mostró que a mayor dosis de HT el score disminuye debido a su perfil aminoacídico con valor muy bajo en lisina. Se puede ver en el Cuadro 2 los perfiles aminoacídicos considerados para la proteína de HT y HQ; en el Anexo 15 se muestra el perfil para la proteína de huevo según Gil Hernández (2010).

El aminoácido limitante para todos los tratamientos fue la lisina, cuyos valores son mayores a los recomendados por la FAO. Sin embargo, debido a que la mayor parte de la mezcla es HT, los cálculos aminoacídicos de lisina fueron limitantes para todos los tratamientos; los más bajos atribuidos a los que tuvieron en la masa menor dosis de HQ.

Para la mezcla óptima se obtuvo una digestibilidad teóricamente calculada de 0.895, con un score aminoacídico igual a 1.012 y un cálculo para la lisina de 0.47. Con la nueva combinación optimizada, se obtuvo la siguiente composición proximal: humedad 3.8 por ciento, grasa 20.5 por ciento, fibra cruda 0.74, proteína 8.1 por ciento, carbohidratos 64 por ciento.

Estos valores tuvieron un contenido nutricional superior a los resultados obtenidos por Mosquera (2009), debido a un menor contenido de grasa y mayor en cuanto a fibra cruda y proteína. Con estos valores estaríamos cerca a los valores de los productos señalados en el Cuadro 12. Si comparamos los resultados con las galletas con quinua *Integrackers*, estaríamos un punto encima de contenido de grasa, cinco puntos por debajo del porcentaje de carbohidratos, e igual en contenido proteico. Si se compara el contenido de proteína obtenido con los valores que rotulan los productos Gran Cereal, Belvita y Tosh, éste primero fue mayor; y menor que las galletas Quaker. Estaría alineado con productos que están considerados como “saludables”. Todos estos productos analizados para la comparación son diferentes tipos de galleta (laminada y rotativa) las cuales llevan menor porcentaje graso en su formulación.

Dentro del grupo de galletas dulces tipo cookie, en mercado local no se tiene un concepto “saludable”. A comparación de los demás productos esta galleta obtenida en la tesis se considera como enriquecida debido a la inclusión de harina de quinua y al aporte en contenido proteico. Considerando que el desarrollo es para una galleta dulce tipo cookie, la propuesta obtuvo mayor contenido de proteína con relación a demás galletas del mercado del tipo cookie (galleta con mantequilla, Chips Ahoy, etc.) las cuales tienen valores de 4.4 - 4.7 gramos por cien gramos. Este desarrollo obtuvo 8.1 gramos en cien gramos de galleta.

V. CONCLUSIONES

- Se desarrolló una galleta dulce enriquecida optimizada con harina de quinua a nivel de laboratorio, cuya aceptabilidad fue de 7.5, en una escala hedónica de 9 puntos. La mezcla óptima fue 13.87 por ciento HT, 8.8 por ciento HQ y 2.25 por ciento AM, en matriz variable.
- Los valores de composición proximal de la combinación optimizada fueron humedad 3.8 por ciento, grasa 20.5 por ciento, fibra cruda 0.74, proteína 8.1 por ciento, carbohidratos 64 por ciento.
- Se observó una relación estadísticamente significativa para los análisis de superficie respuesta entre el porcentaje, tanto de fibra cruda, proteína y grasa, con las mezclas de ingredientes (HT, HQ y AM). La relación fue que a mayor contenido de HQ, aumentaban los porcentajes de los nutrientes mencionados.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios en el efecto en los ácidos grasos insaturados de la harina de quinua en el proceso de horneado. Es claro que a mayor inclusión de este grano, el porcentaje de grasa aumenta; sin embargo, debería conocerse la calidad y estabilidad frente a este proceso.
- Realizar estudios en el contenido de fibra dietaria, soluble e insoluble, con la formulación optimizada de la galleta desarrollada para poder realizar comparación con productos del mercado.
- Desarrollar productos de pastelería con inclusión de harinas de granos andinos que puedan competir con otros del mercado, en lo relacionado a contenido nutricional y atributos organolépticos.
- Evaluar esta proporción de ingredientes utilizando harina integral de trigo para la mejora del contenido nutricional.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC (Asociación Americana de Químicos en Cereales, US). 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Edition, St. Paul, U.S.

AIB (American Institute of Baking, US), 1994. Tecnología aplicada a la Panificación. Curso por correspondencia. Galletas. Manhattan, Kansas.

Astuhuamán, L. 2007. Efecto de la cocción-extrusión en la fibra dietaria y en algunas propiedades funcionales de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Tesis Ing. en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Ayala, G.; Ortega, L.; Morón, C. 2001. Valor nutritivo y usos de la quinua, Capítulo VIII. Cultivos Andinos FAO. Consultado el 15 de febrero del 2013. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/>

Badui, S. 2013. Química de los Alimentos. Quinta Edición. Editorial Pearson. México.

Bedolla, S.; Dueñas, C.; Esquivel, I.; Favela, T.; Guerrero, R. 2011. Introducción a la tecnología de alimentos. Academia del Área de Plantas Piloto de Alimentos. Editorial Limusa. México.

Bojanic, A. 2011. La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe, FAO.

Bravo, JL. 2012. El 80% del consumo de galletas se realiza fuera del hogar. Andina, Agencia Peruana de Noticias. Publicado el 15 de mayo, 2012. Consultado el 17 de abril del

2013. Disponible en: <http://publimetro.pe/actualidad/5309/noticia-estudio-revela-que-tipo-galletas-prefieren-peruanos>

Cabeza Rodríguez, S. 2009. Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas. Tesis Mg. Seguridad y Biotecnología alimentarias. Universidad de Burgos, España.

Cheftel, J. C.; Cuq, J. L.; Lorient, D. 1989. Proteínas alimentarias: bioquímica, propiedades funcionales, valor nutricional, modificaciones químicas. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

De la Vega Ruiz, G. 2009. Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales. Temas de Ciencia y Tecnología. Universidad Tecnológica de la Mixteca, México.

Escobar, J. 2013. Producción de quinua crece y conquista mercados internacionales. Grupo Agronegocios. Consultado el 23 de marzo del 2013. Disponible en: <http://www.agronegocios.pe/negocios/item/191-producci%C3%B3n-de-quinua-peruana-crece-y-conquista-mercados-internacionales>

Gava Citadin, D. 2013. Manual de Análisis Sensorial. 7º Edición. Duas Rodas Industrial LTDA. Brasil.

Gil Hernández, A. 2010. Tratado de Nutrición. Tomo II: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. Segunda Edición. Madrid, España.

Herrera Bernabé, IAM. 2009. Obtención de galletas fortificadas con salvado de quinua, kañiwa y kiwicha. Trabajo de investigación para Magister en Tecnología de alimentos, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual). 2008. Norma Técnica Peruana-ISO 6658: 2008. Análisis Sensorial. Metodología. Lineamientos, metodologías generales. Primera Edición. Lima, Perú.

INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual). 2011. Norma Técnica Peruana 206.001:1981 (Revisada el 2011). Galletas. Requisitos. Primera Edición. Lima, Perú.

Manley, D. 1989. Tecnología de la industria galletera; galletas, crackers y otros horneados. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

Manzaneda, E. 2010. Evaluación técnica, económica y financiera de la empresa procesadora de quinua JOSEQUI E.I.R.L. ubicada en el departamento de Puno. Tesis Mg. Sc. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Menacho, G. 2014. Efecto de la extrusión en composición nutricional de cinco variedades de quinua. Tesis Ing. de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Mosquera Mosquera, H. 2009. Efecto de la inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa wild*) en la elaboración de galletas. Especialización en Ciencia y Tecnología de alimentos, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Mujica, A.; Ortiz, R.; Bonifacio, A.; Saravia, R.; Corredor, G.; Romero, A.; Jacobsen, S. 2006. Agroindustria de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) en los países andinos. Proyecto quinua: Cultivo multipropósito para los países andinos INT/01/K01 Perú-Bolivia-Colombia. Puno, Perú.

Ortiz, M. 2013. Perú sólo produce 1 100 kilos de quinua por hectárea pese a demanda insatisfecha. El Comercio. Sección Economía. Consultado el 23 de marzo del 2013. Disponible en: <http://elcomercio.pe/economia/1530236/noticia-peru-solo-produce100-kilos-quinua-hectarea-pese-demanda-insatisfecha>

Prieto Herrera, J. 2009. Investigación de Mercados. ECOE Ediciones. Bogotá, Colombia.

Repo-Carrasco, R. 1992. Cultivos andinos y la alimentación infantil. Comisión de Coordinación de Tecnología Andina CCTA. Serie Investigaciones N°1. Lima.

Tapia, M. 2000. Valor nutritivo y patrones de consumo. Capítulo IV. Cultivos Andinos FAO. Consultado el 28 de junio del 2013. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap04.htm>

U.S. Wheat Associates, 2013. Clases de trigo de los Estados Unidos. Seminario en mercado de harina de trigo galletero, realizado en noviembre 2013 en Hotel Swissotel, Lima.

Von Hesse la Serna, M. 2013. La Quinoa como oportunidad. Informe del Ministerio de Agricultura. Lima, Perú.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. Equipo Texturómetro Stable Micro Systems TA – XT2.



ANEXO 2: Equipo Aqualab Lite

Equipo para medir la Aw de manera muy rápida, aprox. 5 minutos; con una desviación de +/- 0.015. La muestra de la cual se desea conocer su Aw, se coloca en los depósitos de plástico hasta cubrir sus tres cuartas partes y se cierra la tapa, luego presionar *Start* y esperar a que la alarma indique la lectura final de Aw.



ANEXO 3. ANOVA para el diámetro de los diez tratamientos de galletas

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	2.0559122	9	0.228434691	1.005830495	0.443538614	2.012704841
Columnas	36.480976	8	4.560121944	20.07886667	1.43943E-15	2.069831642
Error	16.351958	72	0.227110525			
Total	54.888846	89				

DMS (Diferencia Mínima significativa) = 0.7

ANEXO 4. ANOVA para la altura de los diez tratamientos de galletas

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	0.577853333	4	0.144463333	1.94146139	0.127532548	2.668436943
Columnas	7.543404444	8	0.942925556	12.6720983	5.42466E-08	2.244396139
Error	2.381106667	32	0.074409583			
Total	10.50236444	44				

DMS (Diferencia Mínima significativa) = 0.589

ANEXO 5. ANOVA para la dureza de los diez tratamientos de galletas

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	0.34950014	4	0.087375035	0.45794745	0.76591859	2.668436943
Columnas	7.31601716	8	0.914502145	4.79306157	0.00061304	2.244396139
Error	6.10550651	32	0.190797078			
Total	13.7710238	44				

DMS (Diferencia Mínima significativa) = 0.94

ANEXO 6. ANOVA para el contenido de grasa de los diez tratamientos de galletas

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	0.00526667	2	0.002633333	11.2857143	0.000876666	3.633723468
Columnas	49.8866667	8	6.235833333	26725	1.62194E-31	2.59109618
Error	0.00373333	16	0.000233333			
Total	49.8956667	26				

DMS (Diferencia Mínima significativa) = 0.045

ANEXO 7. ANOVA para el contenido de fibra cruda de los diez tratamientos de galletas

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	0.00142222	2	0.000711111	5.2244898	0.017934468	3.633723468
Columnas	0.6384	8	0.0798	586.285714	2.91793E-18	2.59109618
Error	0.00217778	16	0.000136111			
Total	0.642	26				

DMS (Diferencia Mínima significativa) = 0.034

ANEXO 8. ANOVA para el contenido de proteína de los diez tratamientos de galletas

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	0.0128	2	0.0064	6.4	0.009074443	3.633723468
Columnas	13.78666667	8	1.723333333	1723.3333	5.36286E-22	2.59109618
Error	0.016	16	0.001			
Total	13.81546667	26				

DMS (Diferencia Mínima significativa) = 0.094

ANEXO 9. ANOVA para el Test de aceptabilidad de los diez tratamientos de galletas

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	77.059	99	0.778373737	2.16019	5.06075E-09	1.26274052
Columnas	828.849	9	92.094333333	255.5857	7.4356E-240	1.89037133
Error	321.051	891	0.360326599			
Total	1226.959	999				

DMS (Diferencia Mínima significativa) = 0.268

ANEXO 10. Encuesta de selección de panelistas no entrenados para evaluación sensorial

Encuesta panelista	
Nombre:	_____
Sexo:	_____
Edad:	(M) _____ (F) _____
Distrito:	_____
Provincia:	_____
Nacionalidad:	_____
Carrera:	_____
Nivel de consumo de galletas:	Ninguna vez a la semana () Una vez a la semana () De 2 a 4 veces a la semana () De 5 veces a más a la semana ()
Familiares con quien vivo	Padre y/o madre () Hijo(s) () Sin padres o hijos ()
Nivel de estudio:	Primaria/Secundaria () Técnico () Universitario ()
Estilo de vida:	Saludable / realizo deporte o gimnasio () Consumo alcohol / tabaco bajo / moderado () Consumo elevado de alcohol / tabaco ()
Productos que consumes con mayor frecuencia:	Galleta Soda / Agua () Galletas saladas () Galletas integrales () C/granola o cereales () Dulces saborizadas () Galletas con relleno () No consumo galletas ()

ANEXO 11. Descripción de panelistas no entrenados seleccionados.

#	Nombre	Sexo	Edad	Familia que convive	Estudios	Carrera	Tipo de galleta de mayor consumo
1	Celina Baza	F	30	Padres	Técnico	Industrias Alimentarias	Integrales
2	Carla Solano	F	32	Padres	Universitario	Industrias Alimentarias	Granola
3	Enrique Terkes	M	30	Padres	Universitario	Industrias Alimentarias	Integrales
4	Edwin Choque	M	35	Padres	Técnico	Industrias Alimentarias	Granola
5	Miluska Llanos	F	34	Padres	Universitario	Industrias Alimentarias	Soda / Agua
6	Sóren Eléspuru	M	32	Hijos	Universitario	Químico	Soda / Agua
7	Mirian Estela	F	34	Hijos	Universitario	Industrias Alimentarias	Integrales
8	Kristy Lizardo	F	25	Padres	Universitario	Agroindustrial	Soda / Agua
9	Yessica Herrera	F	26	Padres	Universitario	Industrias Alimentarias	Soda / Agua
10	Rocío Gómez	F	31	Hijos	Técnico	Química industrial	Integrales
11	Guillermo Gonzáles	M	29	Hijos	Técnico	Química industrial	Integrales
12	Pamela Auccapuella	F	30	Padres	Técnico	Industrias Alimentarias	Integrales
13	Raquel López	F	23	Hijos	Técnico	Química industrial	Integrales
14	Ana Aguilar	F	24	Padres	Universitario	Agroindustrial	Soda / Agua
15	Patricia Alejo	F	29	Padres	Técnico	Industrias Alimentarias	Soda / Agua
16	Andrea Barrientos	F	35	Padres	Universitario	Industrial	Granola
17	Ursula Conroy	F	25	Padres	Universitario	Marketing	Soda / Agua
18	Diego Chávez	M	32	Padres	Universitario	Marketing	Integrales
19	Diego Gonzales	M	27	Padres	Universitario	Marketing	Integrales
20	Hidy del Carpio	F	35	Hijos	Universitario	Industrias Alimentarias	Soda / Agua

“Continuación”

21	Edwin Palomino	M	25	Padres	Universitario	Industrias Alimentarias	Integrales
22	Janice Maldonado	F	28	Hijos	Universitario	Marketing	Integrales
23	José Santa María	M	33	Padres	Universitario	Marketing	Integrales
24	Antonio Taboada	M	35	Hijos	Universitario	Marketing	Integrales
25	Jorge Revilla	M	30	Padres	Universitario	Industrias Alimentarias	Soda / Agua
26	Martha Lima	F	40	Hijos	Universitario	Biólogo	Integrales
27	Jorge Otave	M	39	Hijos	Universitario	Psicólogo	Soda / Agua
28	José Suarez	M	43	Hijos	Universitario	Mecánica	Soda / Agua
29	Antonio Vera	M	40	Hijos	Universitario	Mecánica	Soda / Agua
30	Ely Becerra	F	36	Hijos	Universitario	Psicólogo	Integrales
31	Evelyn Ascarruz	F	20	Padres	Técnico	Química industrial	Soda / Agua
32	Vanessa Luna	F	24	Padres	Técnico	Industrias Alimentarias	Integrales
33	Mariana Ruiz	F	25	Padres	Técnico	Industrias Alimentarias	Soda / Agua
34	Katty Hidalgo	F	23	Padres	Técnico	Química industrial	Soda / Agua
35	Hairo Martinez	M	24	Padres	Universitario	Químico	Integrales
36	Cesar Velasquez	M	27	Padres	Técnico	Química industrial	Integrales
37	Arturo Caire	M	27	Padres	Universitario	Mecánica	Soda / Agua
38	Wilfredo Chacón	M	30	Hijos	Técnico	Mecánica	Soda / Agua
39	Carlos Fabián	M	34	Hijos	Técnico	Mecánica	Integrales
40	Juan Cochaqui	M	25	Padres	Técnico	Eléctrico	Integrales
41	Hedy Bedia	F	24	Padres	Universitario	Químico	Integrales
42	Manuel Arteaga	M	35	Hijos	Universitario	Químico	Integrales
43	Juan Pablo Maldonado	M	37	Hijos	Universitario	Químico	Soda / Agua

“Continuación”

44	Segundo Castillo	M	29	Hijos	Técnico	Industrias Alimentarias	Soda / Agua
45	Fredy Montero	M	25	Padres	Técnico	Industrias Alimentarias	Soda / Agua
46	Anthony Chavarry	M	22	Padres	Técnico	Química industrial	Integrales
47	Junior Moreno	M	25	Padres	Técnico	Química industrial	Integrales
48	Brayan Jorge	M	23	Padres	Universitario	Industrias Alimentarias	Soda / Agua
49	Luis Quispe	M	25	Padres	Universitario	Químico	Integrales
50	Paul Farfán	M	32	Hijos	Técnico	Química industrial	Soda / Agua
51	Luiggi Medina	M	35	Hijos	Técnico	Química industrial	Soda / Agua
52	Miguel Mendoza	M	26	Padres	Técnico	Eléctrico	Integrales
53	Miguel García	M	25	Padres	Técnico	Mecánica	Integrales
54	José Antonio Vitteri	M	26	Padres	Técnico	Eléctrico	Soda / Agua
55	Diego Navarro	M	24	Padres	Técnico	Eléctrico	Soda / Agua
56	Israel Reyes	M	24	Padres	Técnico	Química industrial	Soda / Agua
57	Angel Pacosonco	M	33	Hijos	Técnico	Química industrial	Integrales
58	Emir Luna	M	34	Hijos	Universitario	Químico	Soda / Agua
59	Jhonathan Velazco	M	32	Hijos	Técnico	Industrias Alimentarias	Soda / Agua
60	Henry Ordoñez	M	26	Padres	Universitario	Industrias Alimentarias	Integrales
61	Cesar Díaz	M	34	Hijos	Técnico	Química industrial	Integrales
62	Junior Suyón	M	24	Padres	Técnico	Química industrial	Soda / Agua
63	Angel Porras	M	27	Padres	Técnico	Industrias Alimentarias	Soda / Agua
64	Roger Rosas	M	28	Padres	Universitario	Químico	Integrales
65	Carlos Valverde	M	26	Padres	Universitario	Químico	Integrales
66	James Valdera	M	27	Padres	Universitario	Eléctrico	Integrales

“Continuación”

67	Juan Pablo Hernández	M	26	Padres	Técnico	Mecánica	Integrales
68	Luis Orellana	M	25	Padres	Técnico	Mecánica	Soda / Agua
69	Winton Cornejo	M	25	Padres	Técnico	Mecánica	Soda / Agua
70	Nidia Pillaca	F	25	Padres	Técnico	Mecánica	Soda / Agua
71	Silvia Tavera	F	28	Hijos	Universitario	Químico	Integrales
72	Ruth Hoyos	F	23	Padres	Universitario	Mecánica	Integrales
73	Cynthia Amanqui	F	25	Padres	Técnico	Mecánica	Soda / Agua
74	María Angélica Pampa	F	26	Padres	Técnico	Eléctrico	Integrales
75	María Menacho	F	24	Padres	Técnico	Mecánica	Soda / Agua
76	Anais Guevara	F	23	Padres	Técnico	Química industrial	Soda / Agua
77	Regina Salazar	F	22	Padres	Técnico	Química industrial	Integrales
78	Rubí Vásquez	F	33	Hijos	Técnico	Química industrial	Integrales
79	Angela Martínez	F	35	Hijos	Técnico	Industrias Alimentarias	Soda / Agua
80	Paola Giraldo	F	24	Padres	Técnico	Industrias Alimentarias	Soda / Agua
81	Diana Canales	F	34	Hijos	Universitario	Químico	Soda / Agua
82	Julissa Barbachan	F	27	Padres	Técnico	Química industrial	Integrales
83	Sonia Noriega	F	23	Padres	Universitario	Mecánica	Soda / Agua
84	Lorena Villarreal	F	27	Padres	Técnico	Química industrial	Soda / Agua
85	Jannett Quispe	F	25	Padres	Técnico	Química industrial	Integrales
86	Angélica Robles	F	26	Padres	Técnico	Industrias Alimentarias	Integrales
87	María Sotelo	F	23	Padres	Universitario	Industrias Alimentarias	Soda / Agua
88	Dora Santiago	F	22	Padres	Universitario	Industrias Alimentarias	Soda / Agua
89	Carmen Ramírez	F	24	Hijos	Universitario	Industrias Alimentarias	Integrales

“Continuación”

90	María Damian	F	34	Hijos	Técnico	Química industrial	Integrales
91	Ruth Calixto	F	22	Padres	Técnico	Industrias Alimentarias	Integrales
92	Irma Leiva	F	20	Padres	Técnico	Química industrial	Integrales
93	Carmen Llanos	F	20	Padres	Técnico	Química industrial	Soda / Agua
94	Maria Martinez	F	21	Padres	Técnico	Industrias Alimentarias	Soda / Agua
95	Maria Corro	F	20	Padres	Técnico	Química industrial	Soda / Agua
96	Lisbeth Villalobos	F	30	Hijos	Técnico	Química industrial	Integrales
97	Vanessa Suarez	F	32	Hijos	Técnico	Química industrial	Integrales
98	Cesar Muro	M	23	Padres	Técnico	Química industrial	Soda / Agua
99	Jhais Ore	M	23	Padres	Universitario	Industrias Alimentarias	Integrales
100	Pedro Retamozo	M	23	Padres	Técnico	Eléctrico	Soda / Agua

ANEXO 12. Ficha para evaluación sensorial, Test de aceptabilidad con escala hedónica

TEST DE ACEPTABILIDAD POR ESCALA HEDÓNICA				
Nombre:	Fecha:			
Instrucciones: Usted evaluará cinco muestras codificadas de Galleta. Por favor, elija la alternativa que mejor se ajuste a su opinión.				
Muestra:.....	Muestra:.....	Muestra:.....	Muestra:.....	Muestra:.....
()9 Me gusta extremadamente	()9 Me gusta extremadamente	()9 Me gusta extremadamente	()9 Me gusta extremadamente	()9 Me gusta extremadamente
()8 Me gusta mucho	()8 Me gusta mucho	()8 Me gusta mucho	()8 Me gusta mucho	()8 Me gusta mucho
()7 Me gusta bastante	()7 Me gusta bastante	()7 Me gusta bastante	()7 Me gusta bastante	()7 Me gusta bastante
()6 Me gusta ligeramente	()6 Me gusta ligeramente	()6 Me gusta ligeramente	()6 Me gusta ligeramente	()6 Me gusta ligeramente
()5 Ni me gusta ni me disgusta	()5 Ni me gusta ni me disgusta	()5 Ni me gusta ni me disgusta	()5 Ni me gusta ni me disgusta	()5 Ni me gusta ni me disgusta
()4 Me disgusta ligeramente	()4 Me disgusta ligeramente	()4 Me disgusta ligeramente	()4 Me disgusta ligeramente	()4 Me disgusta ligeramente
()3 Me disgusta bastante	()3 Me disgusta bastante	()3 Me disgusta bastante	()3 Me disgusta bastante	()3 Me disgusta bastante
()2 Me disgusta mucho	()2 Me disgusta mucho	()2 Me disgusta mucho	()2 Me disgusta mucho	()2 Me disgusta mucho
()1 Me disgusta extremadamente	()1 Me disgusta extremadamente	()1 Me disgusta extremadamente	()1 Me disgusta extremadamente	()1 Me disgusta extremadamente
<i>Observaciones:</i>				
.....				

ANEXO 13. Resultados de la evaluación de aceptabilidad para los diez tratamientos

Panelista	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	4	6	6	6	6	6	7	6	7	7
2	5	7	6	6	5	7	7	5	7	7
3	4	6	7	7	6	7	8	6	8	8
4	3	8	6	6	6	7	8	6	8	8
5	4	7	7	7	7	8	7	7	7	7
6	5	8	6	6	6	7	7	6	7	7
7	5	8	7	7	4	7	7	4	7	7
8	4	8	7	7	6	8	7	6	7	7
9	3	8	7	7	7	6	6	7	6	6
10	5	7	6	6	5	7	7	5	7	8
11	4	6	6	6	6	7	7	6	7	8
12	4	7	6	6	4	6	6	4	6	6
13	3	7	6	6	7	8	8	7	8	8
14	5	8	6	6	6	7	7	6	7	7
15	4	7	6	6	6	7	7	6	7	7
16	4	7	6	6	5	7	7	5	7	7
17	5	7	7	7	6	6	8	6	8	8
18	4	7	6	6	6	7	8	6	8	8
19	4	7	7	7	7	7	6	7	6	6
20	4	7	7	7	6	7	7	6	7	7
21	4	8	6	6	7	8	7	7	7	7
22	5	7	6	6	5	7	7	5	7	7
23	4	8	6	6	5	7	8	5	8	8
24	4	7	7	7	6	8	7	6	7	7
25	4	7	7	7	5	6	7	5	7	7
26	5	7	6	6	6	7	7	6	7	7
27	5	7	6	6	6	7	6	6	6	6
28	4	6	7	7	6	6	7	6	7	7
29	4	7	6	6	6	8	8	6	8	8
30	5	6	7	7	6	7	8	6	8	8
31	4	8	6	6	6	7	8	6	8	8
32	4	7	5	5	6	7	7	6	7	7
33	4	8	5	5	6	6	7	6	7	7
34	3	6	6	6	6	7	7	6	7	7
35	4	7	7	7	6	7	6	6	6	6
36	4	7	7	7	5	7	8	5	8	8
37	5	7	6	6	5	8	7	5	7	7
38	4	6	6	6	4	7	7	4	7	7
39	3	7	6	6	5	7	7	5	7	7

“Continuación”

40	4	7	6	6	5	8	8	5	8	8
41	4	8	6	6	6	6	8	6	8	8
42	5	7	6	6	6	7	6	6	6	6
43	4	7	7	7	5	7	7	5	7	7
44	4	7	6	6	7	6	7	7	7	7
45	4	7	7	7	6	8	7	6	7	7
46	5	7	6	6	5	7	8	5	8	8
47	5	7	7	7	5	7	7	5	7	7
48	4	8	7	7	4	7	7	4	7	7
49	4	7	7	7	5	6	7	5	7	7
50	5	8	6	6	6	7	6	6	6	6
51	4	7	6	6	7	7	7	7	7	7
52	4	8	6	6	6	7	8	6	8	8
53	4	8	6	6	6	8	8	6	8	8
54	5	7	6	6	5	7	8	5	8	8
55	4	8	6	6	6	7	7	6	7	7
56	4	8	6	6	7	8	7	7	7	7
57	5	8	7	7	6	6	7	6	7	7
58	4	8	6	6	6	7	6	6	6	6
59	4	7	7	7	5	7	8	5	8	8
60	4	8	7	7	5	6	7	5	7	7
61	5	6	6	6	6	8	7	6	7	7
62	4	7	6	6	6	7	7	6	7	7
63	4	8	6	6	6	7	8	6	8	7
64	4	8	7	7	6	7	8	6	8	7
65	5	6	7	7	6	6	6	6	6	6
66	5	7	6	6	6	7	7	6	7	7
67	4	7	6	6	5	7	7	5	7	7
68	4	8	7	7	4	7	7	4	7	7
69	5	8	6	6	5	8	8	5	8	8
70	4	7	7	7	6	7	7	6	7	7
71	4	7	6	6	6	7	7	6	7	7
72	4	7	5	5	6	8	7	6	7	7
73	5	7	5	5	6	6	6	6	6	6
74	4	8	6	6	6	7	7	6	7	7
75	4	8	7	7	5	7	8	5	8	8
76	5	7	7	7	6	6	8	6	8	8
77	4	8	6	6	7	8	8	7	8	8
78	4	7	6	6	6	7	7	6	7	7
79	4	7	6	6	7	7	6	7	6	6
80	4	7	6	6	6	7	8	6	8	8
81	5	7	7	7	7	6	8	7	7	7

“Continuación”

82	4	8	7	7	7	7	7	7	7	8
83	4	8	6	6	6	7	7	6	7	8
84	4	7	5	5	5	7	8	5	8	8
85	5	8	6	6	6	8	8	6	8	8
86	5	7	7	7	6	7	6	6	6	6
87	4	7	6	6	6	7	7	6	7	7
88	4	7	6	6	5	8	8	5	7	7
89	5	7	6	6	6	6	8	6	7	7
90	4	7	7	7	7	7	8	7	8	8
91	4	8	7	7	7	7	7	7	7	7
92	4	7	6	6	6	6	7	6	7	7
93	5	8	6	6	6	8	7	6	7	7
94	4	7	7	7	6	7	6	6	6	6
95	3	8	6	6	6	7	7	6	7	7
96	5	8	7	7	6	7	8	6	8	8
97	4	7	6	6	6	6	8	6	8	8
98	4	7	6	6	6	8	8	6	8	8
99	4	6	6	6	6	7	7	6	7	7
100	5	7	6	6	6	7	7	6	7	8
Promedio	4.2	7.2	6.3	6.3	5.8	7.0	7.2	5.8	7.2	7.2

**ANEXO 14. Porcentajes de ingredientes considerados para cálculos de digestibilidad
y score aminoacídico**

Tratamiento	Harina de quinua %	Harina de trigo %	Huevo líquido %
T1	30%	65%	5%
T2	18%	77%	4%
T3	11%	84%	5%
T4	22%	72%	5%
T5	37%	59%	4%
T6	28%	68%	4%
T7	20%	75%	5%
T8	13%	82%	6%
T9	10%	85%	5%
T10	9%	87%	4%
Mezcla óptima	17%	79%	4%

ANEXO 15. Perfil aminoacídico de la proteína de huevo

Aminoácido	mg aa/ g proteína
Cisteína	24
Fenilalanina	63
Isoleucina	80
Leucina	92
Lisina	72
Metionina	41
Tirosina	45
Treonina	49
Triptófano	15
Valina	73
Histidina	39

Fuente: Gil Hernández. (2010)