



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“APLICACIONES DE LA HARINA DE QUINUA EN LA
INDUSTRIA DE LA PANIFICACIÓN”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTORA: MARÍA EUGENIA LUNA MALDONADO

DIRECTOR: ING. PAOLA ARGUELLO HERNÁNDEZ

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, **MARÍA EUGENIA LUNA MALDONADO.**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, **MARÍA EUGENIA LUNA MALDONADO**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 17 de Agosto de 2021.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'María Eugenia Luna Maldonado', is written over a horizontal line. The signature is fluid and cursive.

MARÍA EUGENIA LUNA MALDONADO

CI: 060455678-7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación “**APLICACIONES DE LA HARINA DE QUINUA EN LA INDUSTRIA DE LA PANIFICACIÓN**”, realizado por la señorita: **MARÍA EUGENIA LUNA MALDONADO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Iván Flores Mancheno. PhD.

18 de Agosto de 2021

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Paola Fernanda Arguello Hernández

18 de Agosto de 2021

DIRECTOR DEL TRABAJO

DE TITULACIÓN

Dr. Juan Marcelo Ramos Flores

18 de Agosto de 2021

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de manera especial a mis padres hermanas y abuelitos por su amor constante, trabajo y sacrificio en todos estos años, a mi novio quien me apoyó y alentó a continuar, cuando parecía que me iba a rendir, a mis docentes que me acompañaron a lo largo de este proceso, quienes me guiaron y forjaron como una profesional íntegra en mi área.

AGRADECIMIENTO

En especial a Dios por ser el motor primordial en mi vida. Les agradezco a mis padres porque desde pequeña me enseñaron el significado de luchar y perseverar por mis sueños, a mis hermanas por que fueron mis primeras compañeras de vida y quienes son una guía en el transcurso del camino, y a mi novio gracias a él porque en todo momento fue un apoyo incondicional en mi vida.

Agradezco profundamente a todos los maestros, quien fueron mi sustento para poder culminar en este proceso, el resultado de mi tesis ha sido espectacular, y una gran parte del desarrollo de este trabajo se lo debo a ustedes.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----|
| ÍNDICE DE TABLAS..... | ix |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | x |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | xi |
| RESUMEN..... | xii |
| ABSTRACT..... | xii |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| | |
| MARCO TEÓRICO REFERENCIAL | 2 |
| | |
| 1.1 Origen e Historia..... | 2 |
| 1.1.1 Factores históricos en la distribución del cultivo..... | 3 |
| 1.1.2 Nombres comunes | 3 |
| 1.2 Clasificación Botánica..... | 4 |
| 1.2.1 Descripción botánica de la planta | 4 |
| 1.2.2 Partes del grano de Quinoa | 5 |
| 1.2.3 Caracterización del grano de Quinoa..... | 6 |
| 1.3 Variedades de Quinoa..... | 7 |
| 1.4 Producción de Quinoa en el Ecuador | 7 |
| 1.4.1 Exportaciones de Quinoa en Ecuador | 9 |
| 1.4.2 Importaciones de Quinoa en Ecuador | 10 |
| 1.5 Procesamiento del grano..... | 11 |
| 1.5.1 Quinoa Perlada..... | 11 |
| 1.5.2 Harina de quinua cruda..... | 11 |
| 1.5.2.1 Requisitos a cumplir la harina de quinua según la NTE INEN 3042..... | 12 |
| 1.5.3. Harina Extruida | 13 |
| 1.5.4. Usos de la Quinoa | 13 |

| | |
|---|----|
| <i>1.5.5 Saponinas</i> | 14 |
| 1.6. Molienda de Quinoa | 16 |
| <i>1.6.1 Proceso de Molienda</i> | 17 |
| <i>1.6.2 Detalle del Proceso</i> | 18 |
| 1.7 Panificación | 20 |
| <i>1.7.1 Pan</i> | 20 |
| <i>1.7.2 Pan de Quinoa</i> | 21 |
| <i>1.7.3 Ingredientes para la elaboración del pan</i> | 21 |
| <i>1.7.4 Mejoradores</i> | 23 |
| <i>1.7.5 Proceso de elaboración de pan</i> | 23 |
| 2. METODOLOGÍA | 26 |
| 2.1 Métodos para sistematización de la información | 26 |
| <i>2.1.1 Criterios de Selección</i> | 26 |
| 3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN Y DISCUSIÓN | 27 |
| 3.1 Análisis nutricional de la harina de Quinoa | 27 |
| 3.2 Aminoácidos esenciales de la harina de quinua | 29 |
| 3.3. Perfil de ácidos grasos de la harina de quinua | 31 |
| 3.4 Perfil del contenido de minerales en la harina de quinua | 32 |
| 3.5 Formulaciones de harina de quinua utilizadas para la elaboración de pan. | 34 |
| 3.6. Propiedades o beneficios que aporta la harina de quinua | 37 |
| 3.6.1. Estudio de la evaluación organoléptica del pan con harina de quinua. | 37 |
| CONCLUSIONES | 45 |
| RECOMENDACIONES | 45 |
| BIBLIOGRAFÍA | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1-1: Nombres comunes que se le da en cada país a la Quinoa | 3 |
| Tabla 2-1: Características de las variedades de quinua en el Ecuador. | 7 |
| Tabla 3-1: Proyecciones de Quinoa hacia la Unión Europea | 9 |
| Tabla 4-1: Porcentaje de exportaciones hacia la Unión Europea en el 2018..... | 10 |
| Tabla 5-1: Contenido de saponinas en variedades de quinua de diferente origen... 14 | |
| Tabla 6-1: Requisitos bromatológicos de los granos de quinua. | 15 |
| Tabla 7-1: Ingredientes más usados en la elaboración de pan..... | 21 |
| Tabla 1-3: Composición química porcentual de cinco variedades | 27 |
| Tabla 2-3: Perfil de aminoácidos esenciales presentes en la harina de quinua..... | 30 |
| Tabla 3-3: Contenido de ácidos grasos de la harina de quinua cruda..... | 31 |
| Tabla 4-3: Comparación del contenido de los minerales..... | 32 |
| Tabla 5-3: Formulación 1 para la elaboración de pan de molde..... | 34 |
| Tabla 6-3: Formulación 2 para la elaboración de pan tipo blando. | 34 |
| Tabla 7-3: Formulación 3 para la elaboración de pan de molde..... | 35 |
| Tabla 8-3: Formulación 4 para la elaboración de pan de molde..... | 36 |
| Tabla 9-3: Formulación 5 para la elaboración de pan. | 36 |
| Tabla 10-3: Análisis sensorial del pan de trigo- sustitución con harina de quinua. .. | 38 |
| Tabla 11-3: Composición química porcentual del pan con harina de quinua..... | 42 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1-1: Partes del grano de quinua | 19 |
| Figura 2-1: Participación de las ramas alimentarias, respecto al PIB no petrolero | 21 |
| Figura 3-1: Exportaciones de quinua. | 22 |
| Figura 4-1: Principales productores a nivel mundial | 23 |
| Figura 5-1: Importaciones de quinua en el Ecuador | 23 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfica 1-2: Repositorios utilizados en la investigación. | 39 |
|--|----|

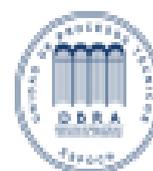
RESUMEN

La presente investigación bibliográfica tuvo como objetivo conocer las aplicaciones de la harina de quinua en la industria de la panificación a través de análisis de la composición química de distintas variedades y de la determinación de las formulaciones utilizadas para la elaboración del pan, llegando a definir las propiedades o beneficios que aporta la harina de quinua en los productos. Se realizó el análisis descriptivo sustentado información obtenida en revistas indexadas y repositorios de universidades. Los resultados promedio obtenidos de la composición química fueron de proteína (12,85%), carbohidratos (69,55 %), fibra (3.15%), grasa (5.17%), y ceniza (2,86%). Se resalta el contenido en aminoácidos esenciales en los que destaca la lisina $6,80 \pm 1.34$ g/100g, leucina $6,39 \pm 0.63$ g/100g e isoleucina $5,67 \pm 1.91$ g/100g. Minerales con una mayor concentración de potasio $632,92 \pm 194.67$ mg/100g, calcio $632,92 \pm 194.67$ mg/100g. Posee ácidos grasos como es el linoleico $45,04 \pm 7.75$ g/100g, el oleico $21,55 \pm 6.06$ g/100g y linolénico $8,35 \pm 5.15$ g/100g. Las formulaciones encontradas en las publicaciones muestran que el porcentaje de sustitución oscila entre el 5%- 30 %. De estas formulaciones se extrajeron los datos de la evaluación sensorial obtenidos usando una escala de aceptación. Los parámetros sensoriales analizados fueron: color, olor textura, sabor y aceptabilidad del pan. De estos análisis se deduce que los panes que más se asemejan al pan testigo son los que tienen un nivel de sustitución del 5 -10 % de harina de quinua ya que en estos niveles presenta una masa homogénea, fácil de trabajar, dando así un pan con las mejores características físicas y sensoriales. Sustituciones con mayor al 20 % de harina de quinua no se recomienda ya que se obtiene una masa dura, difícil de trabajar, y por ende un pan tieso y con poco sabor.

Palabras clave: <HARINA DE QUINUA>, <PANIFICACIÓN>, <VALOR NUTRICIONAL>, <ANÁLISIS SENSORIAL>, <FORMULACIONES>

**LUIS
ALBERTO
CAMINOS
VARGAS**

Firmado digitalmente por
LUIS ALBERTO CAMINOS
VARGAS
Número de identificación
DNI: 41831480BAMBA,
correo electrónico: CAMINOSV,
LUIS ALBERTO
CAMINOSVARGAS
Fecha: 2021.01.18 10:21:18
-05'00'



1112-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

The objective of this bibliographic research was to make the applications of quinoa flour evident in the baking industry through the analysis of the chemical composition of different varieties and the determination of the formulas used to make bread in order to define the properties or benefits of quinoa flour in the products. Descriptive analysis based on information obtained in indexed journals and university repositories was carried out. The average results obtained from the chemical composition were protein (12.85%), carbohydrates (69.55%), fiber (3.15%), fat (5.17%), and ash (2.86%). The essential amino acid content is highlighted in which lysine 6.80 ± 1.34 g / 100g, leucine 6.39 ± 0.63 g / 100g and isoleucine 5.67 ± 1.91 g / 100g stand out. Minerals with a higher concentration of potassium 632.92 ± 194.67 mg / 100g, calcium 632.92 ± 194.67 mg / 100g. It has fatty acids such as linoleic 45.04 ± 7.75 g / 100g, oleic 21.55 ± 6.06 g / 100g and linolenic 8.35 ± 5.15 g / 100g. The formulas found in the publications showed that the percentage of substitution ranges from 5% - 30%. Sensory evaluation data obtained using an acceptance scale were extracted from these formulations. The sensory parameters analyzed were: color, smell, texture, taste and acceptability of the bread. From these analyzes it can be deduced that the breads that most resemble the control bread are those with a substitution level of 5 -10% of quinoa flour since at these levels it presents a homogeneous dough, easy to work, thus giving a bread with the best physical and sensory characteristics. Substitutions with more than 20% quinoa flour are not recommended since a hard dough is obtained, difficult to work with, and therefore a stiff bread with little flavor.

Keywords: <QUINOA FLOUR>, <BAKING>, <NUTRITIONAL VALUE>, <SENSORY ANALYSIS>, <FORMULAS>

GLORIA ISABEL
ESCUADERO
ORÓZCO

Prepared digitally by GLORIA ISABEL
ESCUADERO ORÓZCO
DRY UNIVERSIDAD ISABEL ESCUDERO ORÓZCO
en el INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO
DE LA UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
Misión (by) el agua de este documento
Licencia
Fecha 2021.06.12 10:02 - 10:03

Dra. Isabel Escudero
DOCENTE DE INGLÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es una planta andina originaria de las afueras del lago Titicaca perteneciente a Perú con un 60 % y Bolivia con un 40 %. Esta planta fue cultivada y empleada a través de las culturas prehispánicas y sustituida por los cereales con la llegada de los españoles, pese a componer un alimento primordial de la localidad de ese entonces. Hoy en día este grano andino se cultiva en Sudamérica y se ha expandido a lo largo de todo el mundo (Mujica, 2015).

El sembrío tiene una muy buena adaptación a las adversidades de suelos agroecológicos. Puede soportar temperaturas muy bajas como -4°C hasta 38°C . Dicha planta resiste mucho a la falta de humedad y a las inclemencias del tiempo (Alandia, 2011). Se considera que la quinua es un alimento con muchas propiedades benéficas por poseer varios nutrientes, contribuye proteínas de alta calidad, aceites benéficos al organismo, almidón, fibra, minerales y vitaminas cruciales en el desarrollo y crecimiento de los niños como son: calcio, fósforo, hierro, potasio, zinc y magnesio. Dichos nutrientes generalmente se encuentran en mayores concentraciones en la quinua que en la mayoría de cereales (Sabbah, 2015). Por tal razón es estudio comprende realizar la búsqueda sustentada en la revisión bibliográfica de las aplicaciones de la harina de quinua en la industria de la panificación.

El presente alimento vegetal contiene todos los aminoácidos esenciales, oligoelementos y lo más importantes no contiene gluten. Dichos aminoácidos esenciales se encuentran en el núcleo del grano (Irigoyen, 2011). Este pseudo-cereal es un alimento que contribuye a la nutrición humana, presentando compuestos de alto valor funcional tales como flavonoides, poli fenoles y fito esteroides, los cuales tiene una acción antioxidante que actúan sobre la piel y los radicales libres, frenando el envejecimiento por el paso del tiempo (Zambran, 2019). Actualmente, en la industria panificadora se elaboran una gran cantidad de productos derivados de la harina y en la actualidad existe un interés por la harina de quinua en esta industria por tal motivo la investigación comprende analizar la composición química de la misma reportada en publicaciones científicas. Además, poder determinar las formulaciones utilizadas para la elaboración de pan y finalmente definir las propiedades o beneficios que aporta la harina en los productos obtenidos.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1 Origen e Historia

La quinua es una planta cultivada por el hombre desde hace casi 6,000 años. Es considerada un cultivo de alto contenido nutricional cultivada y usada como alimento en tiempos ancestrales por su población como sustituto de las escasas proteínas animales (Mújica *et al.*, 2001), por sus cualidades alimenticias y medicinales, y gracias a ello goza de una creciente demanda en el mercado nacional y extranjero (Arenas & Heredia, 2017, p.4).

La zona andina comprende uno de los ocho mayores centros de domesticación de plantas cultivadas del mundo, dando origen a uno de los sistemas agrícolas más sostenibles y con mayor diversidad genética en el mundo. La quinua una planta andina muestra la mayor distribución de formas, diversidad de genotipos y de progenitores silvestres, en los alrededores del lago Titicaca de Perú y Bolivia, encontrándose la mayor diversidad entre Potosí - Bolivia y Sicuani (Cusco) Perú (Silva & Prócel, 2013, p.2).

Actualmente, las especies y parientes silvestres se utilizan localmente como jataco o llipcha¹ en muchas comunidades del área andina. Posteriormente, la especie fue adaptada a diferentes condiciones agroclimáticas, edáficas y culturales, haciendo que la planta presente una amplia adaptación desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm y usos diversos en las diferentes comunidades étnicas de acuerdo a sus necesidades alimentarias. La quinua fue cultivada y utilizada por las civilizaciones prehispánicas, y remplazada por los cereales a la llegada de los españoles, a pesar de constituir un alimento básico de la población de ese entonces (Mújica *et al.*, 2001).

Desde el punto de vista de su variabilidad genética puede considerarse como una especie oligocéntrica² siendo la región andina las orillas del Lago Titicaca, las que muestran mayor diversidad y variación genética. La historia tiene pocas evidencias arqueológicas, lingüísticas y etnográficas, sobre la quinua, pues no se conocen muchos ritos religiosos asociados al uso del grano. Las evidencias arqueológicas del norte chileno, señalan que la quinua fue utilizada 3000 años antes de Cristo, mientras que hallazgos en la zona de Ayacucho indicarían que la domesticación de la quinua ocurrió hace 5000 años antes de Cristo.

¹ Verdura de hoja. Se llama verduras de hojas aquellas plantas que cuentan con hojas comestibles

² Con centro de origen con amplia distribución y diversificación múltiple.

1.1.1 Factores históricos en la distribución del cultivo

La quinua crece en las zonas andinas de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina, y países del hemisferio norte como Canadá, USA e Inglaterra ya la están cultivando. En nuestro país se le cultiva desde el nivel del mar hasta los 4,000 m.s.n.m de altitud. Tiene un tiempo de crecimiento de 90 a 220 días, dependiendo de cada variedad, y puede llegar a producir entre 3 y 5 Tm/ha de grano. También se obtiene cerca de 4 Tm/ha de materia seca con un contenido de 18% de proteínas, que le da un potencial como planta forrajera (Peralta, 2009). Posteriormente el cultivo se ha difundido a través de los programas de investigación y transferencia de tecnología cooperativa como PROCISUR³, PROCIANDINO⁴, JUNAC⁵, la FAO y de ahí a Centro América, México, Guatemala (inicialmente con fines de investigación y luego para la producción). Posteriormente ha sido difundida a los Estados Unidos y Canadá, principalmente bajo forma de cultivares del sur de Bolivia y Chile (Silva & Prócel, 2013, p.7).

1.1.2 Nombres comunes

Tabla 1-1: Nombres comunes que se le da en cada país a la Quinua

| Nombres Comunes | País |
|--|-----------|
| Quinua, Jiura, Quiuna | Perú |
| Quinua, Suba, Supha, Uba, Luba, Ubalá, Juba, | Colombia |
| Quinua, Juba, Subacguque, Ubaque, Ubate | Ecuador |
| Quinua, Jupha, Jiura | Bolivia |
| Quinua, Quingua, Dahuie | Chile |
| Quinua, quiuna | Argentina |

Fuente: Silva & Prócel, 2013

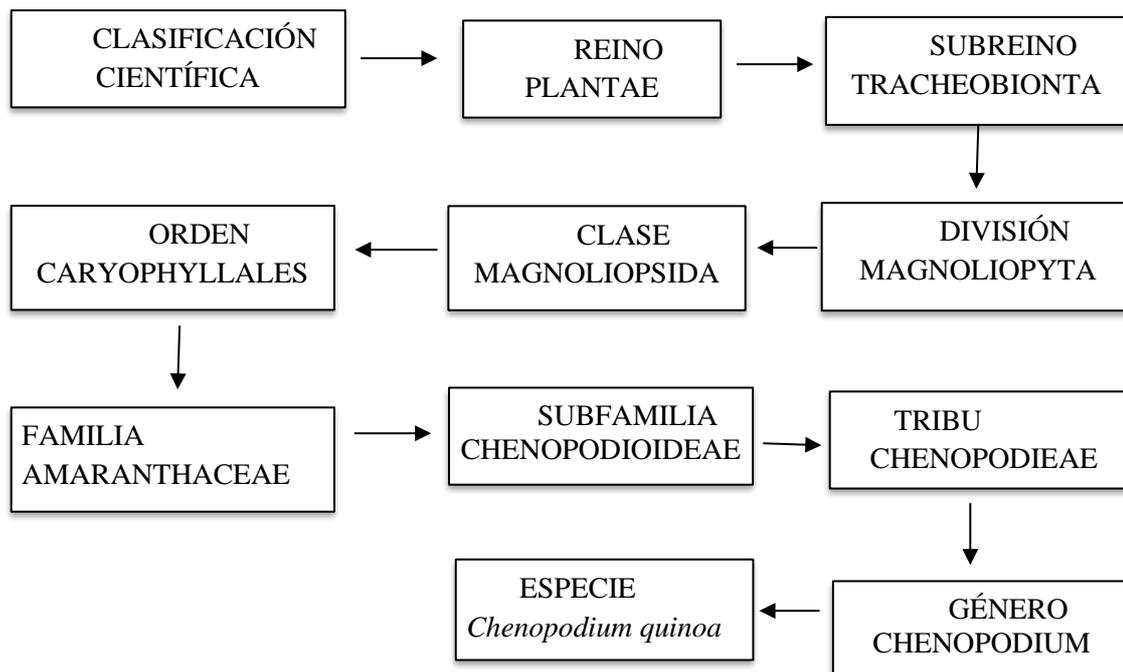
Realizado por: Luna Maldonado María, 2021.

³ Programa Coopertaivo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur.

⁴ Programa Coopertaivo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina.

⁵ Junta de Acuerdo de Cartagena

1.2 Clasificación Botánica



Gráfica 1-1: Clasificación botánica de la Quinua.

Fuente: Gandarillas, 1979, p.120

1.2.1 Descripción botánica de la planta

Se adapta a diferentes tipos de suelos desde los arenosos hasta los arcillosos, la coloración de la planta es también variable con los genotipos y etapas fenológicas, desde el verde hasta el rojo, pasando por el púrpura oscuro, amarillento, anaranjado, granate y demás gamas que se pueden diferenciar (Toapanta, 2016, p.3). Por otra parte, la planta, es erguida alcanza alturas variables desde 30 a 300 cm, dependiendo del tipo de quinua, genotipos, de las condiciones ambientales donde crece, de la fertilidad de los suelos; las de valle tienen mayor altura que las que crecen por encima de los 4000 msnm y de zonas frías, en zonas abrigadas y fértiles las plantas alcanzan las mayores alturas, su coloración varía con los genotipos y fases fenológicas (Tapia, 2000).

Raíz

Es pivotante, vigorosa, profunda, bastante ramificada y fibrosa, la cual posiblemente le da resistencia a la sequía y buena estabilidad a la planta, se diferencia fácilmente la raíz principal de las secundarias que son en gran número, a pesar de que pareciera ser una gran cabellera. Se observa vuelco por efecto de vientos, exceso de humedad y mayormente es por el peso de la panoja, la profundidad de la raíz guarda estrecha relación con la altura de la planta.

De Igual forma, la profundidad de raíz, las ramificaciones y distribución de las raicillas, varían con los genotipos, tienen un sistema radicular profusamente ramificado y fuertemente sostenido al suelo, lo cual impide su eliminación durante el deshierbo (Rojas et al. 2018, p.28).

Tallo

El tallo es cilíndrico en el cuello de la planta y anguloso a partir de las ramificaciones, puesto que las hojas son alternas dando una configuración excepcional, el grosor del tallo también es variable siendo mayor en la base que en el ápice, dependiendo de los genotipos y zonas donde se desarrolla (Toapanta, 2016).

Hojas

Las hojas son alternas y están formadas por peciolo y lámina, los peciolos son largos, finos y acanalados en su parte superior y de longitud variable dentro de la misma planta, la lámina es polimorfa en la misma planta, de forma romboidal, triangular o lanceolada, plana u ondulada, algo gruesa, carnosa y tierna.

En muchas zonas del área andina se utilizan las hojas tiernas previas a la floración como hortaliza de hojas apta en la alimentación humana, por su alto valor nutritivo ya que contiene vitaminas, minerales y proteínas de calidad, recibiendo el nombre de llipcha en quechua y Chiwa en Aymara, encontrando alto contenido de proteínas (3.3% en promedio), siendo la variedad blanca amarga la de mayor contenido (4.17 %) y Sajama la de menor contenido (2.79%).

Fruto

Es un aquenio, que tiene forma cilíndrico- lenticular, levemente ensanchado hacia el centro, en la zona ventral del aquenio se observa una cicatriz que es la inserción del fruto en el receptáculo floral, está constituido por el perigonio que envuelve a la semilla por completo y contiene una sola semilla, de coloración variable, con un diámetro de 1.5 a 4 mm, la cual se desprende con facilidad a la madurez y en algunos casos puede permanecer adherido al grano incluso después de la trilla dificultando la selección, el contenido de humedad del fruto a la cosecha es de 14.5% (Tapia et al, 1979, p.20).

1.2.2 Partes del grano de Quinoa

Los granos de quinoa tienen formas diferentes: cónicos, cilíndricos y elipsoidales, tamaños por debajo de 2.6 mm de diámetro, y pueden ser de diferente color: blanco, amarillo, rosado, café, negro. En la Figura 1, se puede identificar el endospermo (cotiledones y radícula), la perisperma (granos de almidón) y el epispermo (capa externa que envuelve la semilla) que forman parte de este grano alimenticio (Ledesma & Escalera, 2010).



Figura 1-1: Partes del grano de quinua

Fuente: Aranibar, 2017

Una primera capa o capa externa es de superficie rugosa, quebradiza, seca; la cual determina el olor de la semilla. Esta capa puede ser parcialmente removida por métodos abrasivos y lavado con agua fría, mejorándose la remoción considerablemente cuando se utiliza agua caliente o soluciones alcalinas o acidas. Las saponinas se encuentran localizadas solamente en la primera capa del epispermo.

Una segunda capa lisa, lustrosa, sin poros, con algunas huellas de la rugosidad vista en la primera membrana. Esta capa solo puede ser removida después de un proceso de calentamiento (cocción) prolongado.

Una tercera capa delgada ligeramente amarillenta y opaca.

Una cuarta capa delgada, translúcida que cubre el embrión, formada por una sola hilera de células de pared gruesa y sin núcleo

El grano de quinua almacena los almidones en el episperma a diferencia de los cereales que lo hacen en el endospermo. Tejidos diferentes determinan varias características. Una de las diferencias en el alto contenido de gluten es el almidón de la quinua (Tapia et al, 1979, p.20).

1.2.3 Caracterización del grano de Quinua

La quinua presenta un embrión que es mucho más grande que de otros cereales y de ahí probablemente su mayor contenido de aminoácidos (Aranibar, 2017, p.17). El endospermo es menor y es así que los almidones de la quinua se encuentran en la perisperma de la semilla; a diferencia de los cereales comunes el contenido de la quinua (64.5%) es ligeramente inferior al del trigo (70.1%), pero debe tenerse en cuenta algunas características del grano de la quinua, tales como:

- El grano de quinua almacena almidones en el perisperma a diferencia de otros cereales que lo hacen en endospermo.
- El pericarpio de la quinua es de naturaleza celulósica, impermeable al agua. La presencia del glucósido llamado saponina tiene la función de hidrolizar las células y hacerlas permeables.

1.3 Variedades de Quinua

Según Peralta (2009), en el Ecuador existen dos tipos de variedades de quinua INIAP TUNKAHUAN (dulce, sin saponina) INIAP Pata de Venado o Taruka chaki (dulce, sin saponina).

Tabla 2-1: Características de las variedades de quinua en el Ecuador.

| Componentes | INIAP TUNKAHUAN | INIAP PATA DE VENADO |
|-----------------------|-----------------|----------------------|
| Altura de planta | 150 | 75 |
| Días de Floración | 109 | 73 |
| Días de Cosecha | 180 | 150 |
| Color de Grano | Blanco | Blanco crema |
| Contenido de Saponina | 0.06% | 0.05% |
| Rendimiento (kg/ha) | 2000 | 1400 |
| Altura Óptima msnm. | 2600-3200 | 3000-3600 |

Fuente: Peralta 2009, p.14.

Realizado por: Luna Maldonado, María, 2021.

1.4 Producción de Quinua en el Ecuador

En el país representa, según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), una producción aproximada de 4.500 toneladas. Su variedad se ha multiplicado en el mercado nacional e internacional. Cereales, licores, postres, galletas, roscas, harinas, apanaduras, champús son algunas de las variedades de esta semilla ancestral. En Ecuador, el 40% de las aproximadamente 4.500 toneladas de quinua que se producen en el país proviene de los agricultores familiares campesinos, principalmente de las provincias de Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura y Pichincha, donde existen 2.089 productores que siembran el producto en 2.957 hectáreas, informa el MAG (El Universo, 2020).

En cuanto a la industria de productos horneados sigue expandiéndose a pesar de las adversidades que afectaron en años recientes a los precios de sus principales materias primas como: el trigo,

quinua y el aceite. Con un volumen de ventas de US\$ 460 mil millones en el año 2015. El consumo per-cápita de productos horneados sigue incrementándose en muchos países, por ejemplo en Alemania el consumo de pan ascendió a 126 Kg por año, en Chile a 98 Kg y en Ecuador a 37 Kg. En 2015 el consumo de pan en Ecuador se incrementó en un 5,7% en relación al año anterior a US\$ 632 millones. Se prevé que en los años próximos esta cifra se incrementara hasta alcanzar US\$ 683 millones, lo que representa un incremento de 8%. Además, en el año 2016 el consumo de pan en el Ecuador disminuyó en un 10% a 15% en relación al año anterior debido a la economía que estaba atravesando el país (Toapanta & Quishpe, 2017, p.5).

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) del año 2017, en el país funcionan 5.670 empresas y negocios dedicados a la elaboración de pan y otros productos de panadería. Las cifras del INEC indican que estos negocios tienen unas ventas anuales de USD 306 millones y dan empleo de manera directa a 13.407 personas. Otras empresas afines, de pastelería y alimentos similares, tienen ventas anuales de USD 35 millones (Líderes, 2019).

Del total de consumos intermedios (compras) que hace el sector manufacturero no petrolero, el 47% lo realiza el sector de alimentos y bebidas, esto es alrededor de 13 mil millones de dólares al año. Las ramas de alimentos y bebidas representaron durante 2019 el 42% de la actividad manufacturera no petrolera del Ecuador (Expo Industria, 2021).



Figura 2-1: Participación de las ramas alimentarias, respecto al PIB no petrolero

Fuente: Expo Industrias, 2021

1.4.1 Exportaciones de Quinua en Ecuador

Durante el período 2014 a 2018 las exportaciones de quinua hacia la Unión Europea tuvieron un valor máximo en el 2015 de USD 2.617.000 y un valor mínimo de USD 574.000 en el 2014. La línea de tendencia para el período analizado tiene pendiente negativa como se observa en el gráfico a continuación:



Figura 3-1: Exportaciones de quinua.

Fuente: Ibarra, 2019

Tabla 3-1: Proyecciones de Quinua hacia la Unión Europea

| Años | Miles USD-FOB |
|------|---------------|
| 2014 | 574 |
| 2015 | 2617 |
| 2016 | 1084 |
| 2017 | 1337 |
| 2018 | 1019 |
| 2019 | 1209.2 |
| 2020 | 1170.2 |

Fuente: Ibarra, 2019

Realizado por: Luna Maldonado, María, 2021.

Los principales países a donde se exportó quinua en el 2018 hacia la Unión Europea son: Países Bajos 36%, Francia 21%, Alemania 17% y otros países europeos 26%.

Tabla 4-1: Porcentaje de exportaciones hacia la Unión Europea en el 2018.

| Países | Miles USD-FOB | Porcentaje |
|--------------|---------------|------------|
| Paises Bajos | 372 | 32 |
| Alemania | 213 | 21 |
| Francia | 171 | 17 |
| Otros | 263 | 26 |
| Total | 1019 | 100 |

Fuente: Ibarra, 2019

Realizado por: Luna Maldonado, María, 2021.

Bajo la estructura internacional, Perú se mantuvo como primer productor y exportador de quinua a nivel mundial, aportando con cerca de la mitad de las exportaciones mundiales; seguido de Bolivia con el 30 %. De igual manera Ecuador se ubicó en séptimo lugar con una participación del 1 %.

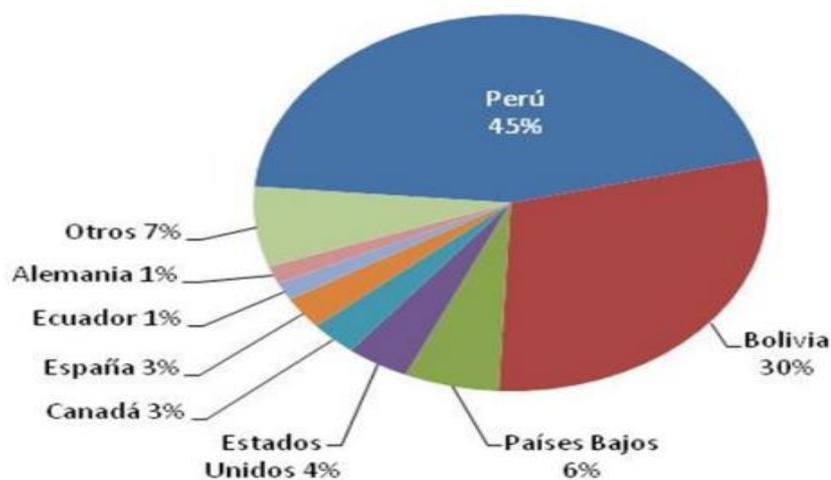


Figura 4-1: Principales productores a nivel mundial

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019

1.4.2 Importaciones de Quinua en Ecuador

En el año 2008 se registró la mayor importación, 812 toneladas de quinua por USD CIF 211,599; diez firmas comerciales fueron las encargadas de las compras, donde tres concentraron el 68 %.

Sin embargo, la demanda interna del pseudo cereal ha sido cubierta por producción doméstica, llegándose a dejar de importar desde el año 2016 hasta la presente fecha.

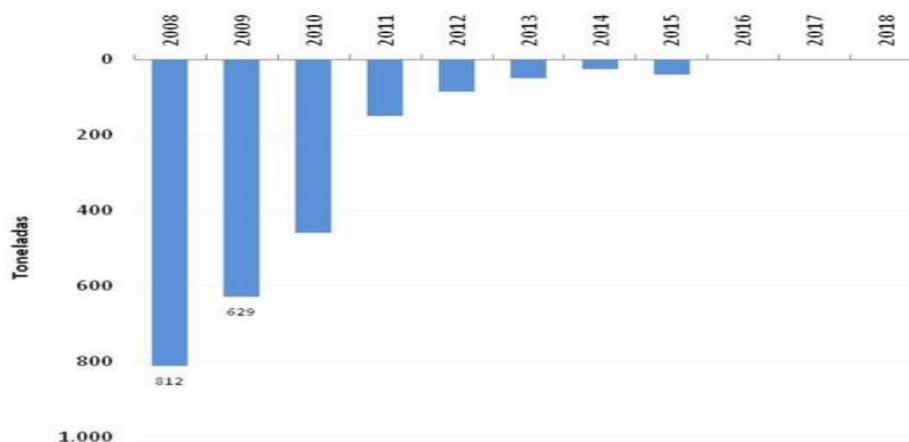


Figura 5-1: Importaciones de quinua en el Ecuador

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019

1.5 Procesamiento del grano

Una vez realizada la cosecha de la quinua es transportada para su posterior almacenamiento y transformación del grano en sus distintas materias a utilizarse.

1.5.1 *Quinua Perlada*

Es el grano entero obtenido del proceso de escarificación (técnica que acorta el tiempo de germinación), el cual se utiliza directamente en la elaboración de sopas y guisos tradicionales. La utilización indirecta se emplea en la elaboración de harinas, hojuelas y expandidos.

1.5.2 *Harina de quinua cruda*

La harina de quinua es el producto que se obtiene de la molienda de la quinua perlada, la granulometría que presente depende del calibre del molino, de la abertura de la zaranda o del número de malla utilizada. Este producto suele utilizarse en la elaboración de productos de panificación, galletería y repostería (INIAP, 2010 citado por Yunga, 2015).

En este sentido se obtiene al moler el grano de quinua previamente lavado. La quinua se caracteriza por su alto aporte en proteínas, fibras, calcio y hierro. Además, es rica en minerales como hierro, fósforo y calcio. Esta harina se utiliza para diversas preparaciones tanto dulces o saladas, y es una excelente alternativa para elaborar alimentos sin gluten, puede impartir su sabor único e intenso a productos horneados.

(INEN, 2015) menciona que la harina de quinua es el producto obtenido de la quinua procesada, que ha sido sometido a un proceso de trituración y molienda.

La harina de quinua es un producto obtenido de la molienda de los granos de quinua (*Chenopodium quinoa*) procesados (beneficiados), que han sido sometidos a un proceso de trituración y molienda, reduciéndolos a determinados grados de granulometría para los distintos usos a los que se destine. La quinua procesada de la que se obtenga la harina deberá estar sana y limpia (Caman Aliaga & Vilca Santillan, 2016).

La producción de harinas alternativas obtenidas a partir de moler granos o cereales, podrían convertirse en una alternativa viable para disminuir el uso de harina de trigo en la elaboración de preparaciones saladas y dulces. Productos pasteleros tales como bizcochos, magdalenas, cupcakes, galletas, pasteles, todos de excelente sabor, pero nutricionalmente deficientes y elaborados a base de harina de trigo. Para mejorar la dieta alimentaria y debido a los problemas de salud causados por el consumo de harina de trigo (enfermedad celiaquía), se ha fomentado el uso de harinas alternativas o sucedáneas en las preparaciones gastronómicas (Medina & Martínez, 2018, p.31).

Además, su aporte en diversos minerales, tales como el litio, ayuda a mejorar los estados depresivos. Es una gran fuente de proteínas, tiene un alto contenido en fibra y posee un bajo porcentaje de ácidos grasos saturados. De igual manera, no contiene colesterol al tratarse de un producto de origen vegetal (Quenta & Verapinto, 2017, p.10).

La harina de quinua es también una opción sin gluten, muy apropiada para aquellas personas que son alérgicas al trigo. Proporciona al organismo todos los aminoácidos esenciales para el ser humano; lo que la convierte en un alimento muy completo y de fácil digestión, aunado a que posee una relación inusualmente valiosa entre las proteínas y los carbohidratos.

De esta forma la utilidad de la harina de quinua para elaborar productos como pan, panqueques, galletas, molletes, pastas, tortillas, bocadillos, pastelería, hojuelas, comidas para recién nacidos, y también se usa para hacer bebidas picantes o fermentadas, incluyendo una bebida llamada “chicha”, entre otros productos (Jiménez & Landra, 2018, p.10)

1.5.2.1 *Requisitos a cumplir la harina de quinua según la NTE INEN 3042*

- Aspecto: exenta de toda sustancia o cuerpo extraño a su naturaleza.
- Color: blanco, blanco cremoso, blanco amarillento de acuerdo a la variedad de quinua utilizada.
- Olor y sabor: la harina de quinua debe estar exenta de olores y sabores extraños.
- Consistencia: la harina de quinua debe ser un polvo homogéneo sin aglomeraciones o grumos, considerando la compactación natural del envasado.

1.5.3. Harina Extruida

Este producto es obtenido de la Quinoa Real, un grano altamente nutritivo, que se somete a un proceso de molienda y extrusión preservando todas las características nutritivas de la materia prima. La Quinoa Real es una semilla de calidad Premium que se cultiva en varios países como Bolivia. Es reconocible por sus granos grandes y su textura esponjosa. Es importante destacar que la Quinoa Real es una variedad que solo se puede lograr en las áreas salinas a 4.000 metros de altura.

El polvo instantáneo de Quinoa, además de sus cualidades nutricionales, es muy versátil y puede sustituir a otros tipos de harinas, por lo que se puede utilizar en muchas recetas (Alvarado L. C., 2002).

1.5.4. Usos de la Quinoa

Respecto al proceso de industrialización de la quinoa, en el país se manejan procesos simples y semi-complejos. La gama ecuatoriana de productos elaborados con quinoa es restringida y limitada a la quinoa desaponificada, perlada y alimentos intermedios (hojuelas, insuflados y harinas de quinoa), y muy limitadamente la papilla para niños. En Ecuador, el procesamiento de la quinoa se concentra en el lavado y escarificado del grano para eliminar la saponina, la elaboración de harinas; hojuelas y el desarrollo de nuevos productos como galletas, pan (Salazar, 2015, p.18).

Otro de los usos que se le da en la actualidad son las barras energéticas a base de cereales representan un producto alternativo que podría usarse para introducir nutrientes y compuestos funcionales beneficiosos para la salud en la dieta. Las barras de cereal son productos relacionados con alimentos con propiedades benéficas, y son obtenidos de la compresión de cereales, que contienen frutos secos, nueces, saborizantes e ingredientes aglutinantes.

Comercialmente hay varios tipos de barras alimenticias disponibles, como barras de reemplazo de comidas, barras orientadas a las necesidades nutricionales de los diabéticos, mujeres y niños, altas en proteínas, fibra, calorías, minerales y ricas en vitaminas, barras con aditivos funcionales como prebióticos (Pacheco, 2014, p.59).

Actualmente, hay un creciente interés en diferentes países, especialmente en Europa, para introducir la quinoa. Este pseudocereal con alto contenido en proteínas, lípidos, fibra, vitaminas y minerales puede usarse como reemplazo de productos de cereales en barras de alimentos. Siendo así, un cultivo andino de buen equilibrio de ácidos grasos esenciales y aminoácidos. La quinoa también contiene numerosos fitoquímicos: fitoesteroles, compuestos fenólicos y péptidos bioactivos (Márquez & Pretell, 2018, p.75).

1.5.5 Saponinas

Las saponinas son el principal factor anti nutricional de las semillas de quinua. Están contenidas en la cáscara y son las responsables del sabor amargo. Su contenido permite distinguir las variedades de quinua como dulces (< 0,11%) o amargas (> 0,11%). Sin embargo, su presencia no se restringe a las semillas, también se han detectado en las hojas de la planta (9 g/1000 g) y en menos proporción en las flores y frutos. En estos casos, las saponinas actúan como barreras protectoras contra el ataque de patógenos y herbívoros, por lo que se justifica que las partes más vulnerables de la planta tales como hojas, tallos, frutos y raíces, sean los reservorios de este tipo de compuestos (Ahumada, et al. 2016, p.440).

Tabla 5-1: Contenido de saponinas en variedades de quinua de diferente origen.

| Origen | Variedad | Contenido |
|---------|----------------------|-----------|
| Ecuador | INIAP Tunkahuan | Bajo |
| | INIAP Pata de venado | Bajo |

Fuente: Ahumada, et al., 2016.

Realizado por: Luna Maldonado, María, 2021.

El principal efecto de la saponina es producir la hemólisis de los eritrocitos y afectar el nivel de colesterol en el hígado y la sangre, con lo que puede producirse un detrimento en el crecimiento a través de la acción sobre la absorción de nutrientes.

Sin embargo, se sabe que la saponina es altamente toxica cuando se administra por vía endovenosa, pero no hay estudios que demuestren que la quinua sea toxica si es ingerida por vía oral ya que no es absorbida por las mucosas intestinales y además se desdoblan por la acción de los álcalis y fermentos intestinales (García, 2011, p.19).

A nivel industrial, las semillas de quinua se procesan con el propósito de reducir su sabor amargo y ser empleadas en la fabricación de diversos productos alimenticios. Los agricultores de quinua, por tradición realizan la remoción de este grupo de compuestos por medio de lavados sucesivos con agua o a través de abrasión mecánica, dando lugar a volúmenes considerables de residuos sólidos y a la contaminación de las aguas naturales.

IICA (2011), reporta formas agroindustriales para la desaponificación de la quinua, donde los granos de quinua son sometidos a un proceso de lavados sucesivos con agua turbulenta, usando licuadoras industriales, los resultados de la desaponificación son satisfactorios, también para

variedades muy amargas. En este proceso la mayor parte de la desaponificación se debe a un efecto mecánico abrasivo del agua agitando a alta velocidad sobre el grano.

En menor proporción se debe a la difusión de la saponina, que sigue el gradiente de concentración desde el grano hacia el agua. En cuanto a la temperatura de lavado: más caliente el agua del lavado, más eficiente es la desaponificación. No obstante, no se debe calentar el agua más que 57 °C, porque a partir de esta temperatura comienza la gelatinización del almidón de la quinua.

Respecto a la duración del lavado, se acondiciona la quinua remojándola por 30 minutos a temperatura ambiente con el fin de facilitar la desaponificación, pues al contacto con el agua los cristales de saponina se disuelven, eliminándose posteriormente en el lavado. Más baja la temperatura del agua, más amarga la quinua, requiere más tiempo del lavado, se recomiendan lavados de 20 a 40 minutos (Cerrón, 2013, p.47).

El nivel máximo aceptable de saponina en la quinua para consumo humano oscila entre 0,06 y 0,12%. Esto concuerda con los resultados de pruebas sensoriales realizados en la Universidad de Ambato, Ecuador en donde se determinó que el límite máximo de aceptación del contenido de saponina en el grano cocido, fue del 0,1 % (Cerrón, 2013, p.47).

El contenido de saponinas varía entre 0-3% en granos secos, aunque se ha reportado variedades con contenidos de saponina de hasta 4%. Granos muy amargos se clasifican entre 1- 3% granos de contenido medio entre 0,1 y 1% y variedades dulces de 0,0 a 0,15 (García et al, 2018).

Tabla 6-1: Requisitos bromatológicos de los granos de quinua.

| Requisitos | Unidad | Valores | | Método de Ensayo |
|---------------|---------|---------|------|--|
| | | Min | Max | |
| Humedad | % | | 13.5 | AOAC 945.15 |
| Proteína | % | 10 | | AOAC 942.23 |
| Cenizas | % | | 3.5 | AOAC 32.1.05 |
| Grasa | % | 4 | | AOAC 945.38 – 920.39C |
| Fibra cruda | % | 3 | | AOAC 945.38 – 962.09C |
| Carbohidratos | % | 65 | | Determinación indirecta por indiferencia |
| Saponinas | mg/100g | | 120 | Método de la espuma |

Fuente: Soto, et al., 2011.

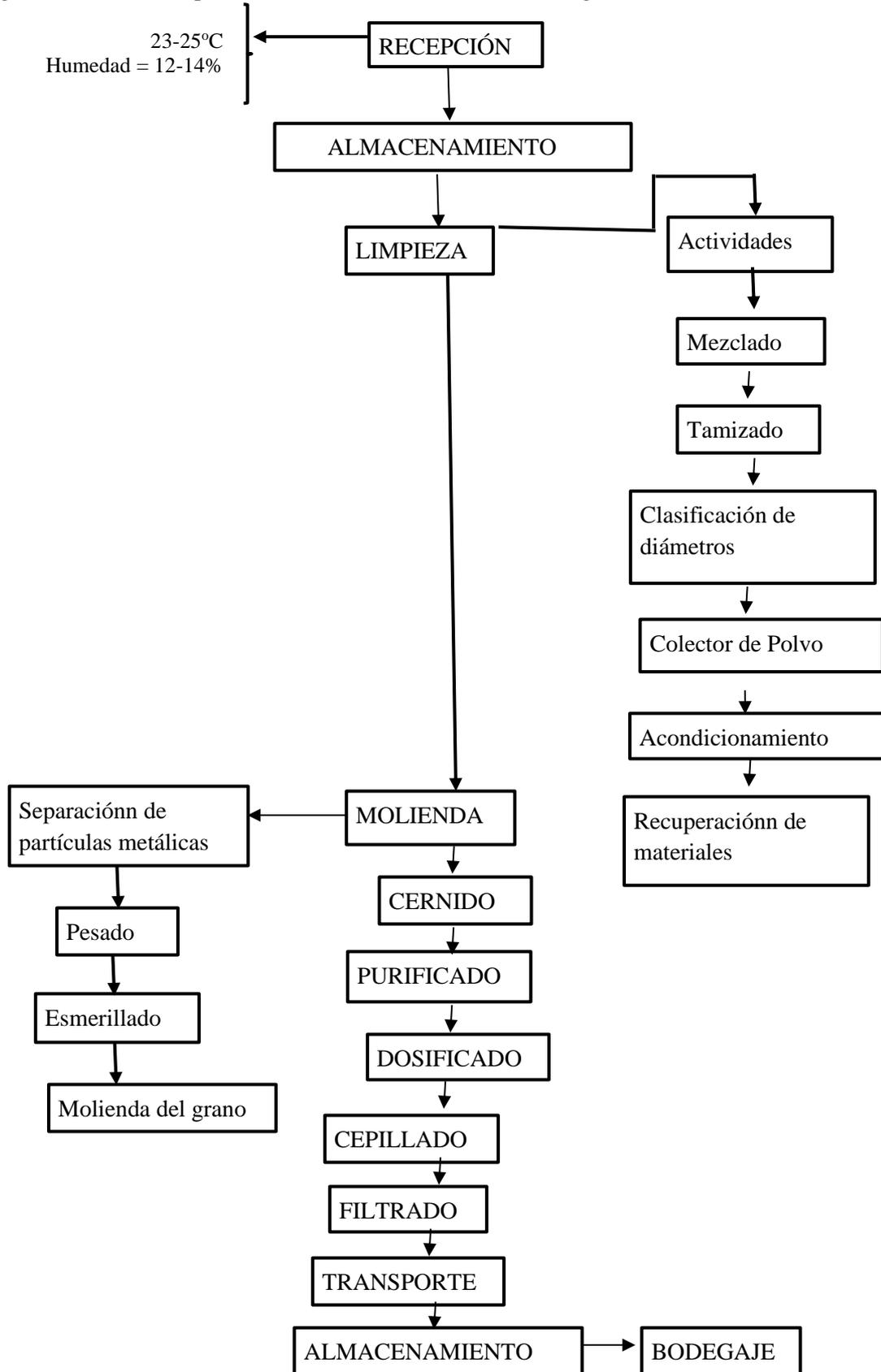
Realizado por: Luna Maldonado, María, 2021.

1.6. Molienda de Quinua

El objetivo de la molienda es convertir los granos de quinua procesada en harina que puede ser empleada en panadería, galletaría, fidería, pastelería, etc. y los subproductos obtenidos que son empleados en la alimentación animal. Antes de procederse a la molienda, el grano debe pasar por una limpieza para eliminar impurezas, tales como polvo, residuos vegetales, partículas extrañas, entre otros. Luego el grano debe ser acondicionado, para que tenga la humedad adecuada para la molienda, esto es 14% como máximo. El acondicionado puede efectuarse mediante un secado o un tostado. En el primer caso se obtendrá como producto de la molienda una harina cruda, y en el segundo caso, una harina tostada. Mediante el acondicionado se simplifica la operación de la molienda, facilitando la extracción del salvado, y mejorando la calidad panadera de la harina. Entre los tipos de molino más usados a nivel rural tenemos: molinos de piedra y molinos de martillo. A nivel industrial se usan también molinos de discos (Meyhaury, s/f. p.22).

1.6.1 Proceso de Molienda

Según Cazares (2010), el proceso de elaboración de harina es el siguiente:



Gráfica 2-1: Proceso de elaboración de harina.

Fuente: Cazares , 1979, p.120

1.6.2 Detalle del Proceso

- **Recepción.** - Se recibe materia prima en los distintos carros de transporte los cuales son pesados al inicio y al final de la descarga de la materia prima, dicha materia prima viene a una temperatura de 23-25°C y con una humedad del 12,5 a 14%.
- **Almacenamiento.** - En el respectivo almacenamiento se evalúa la temperatura a la que está la materia prima para dar el respectivo tratamiento, disminuyendo la temperatura a los 18°C y la baja a los 12 – 13 °C.
- **Limpieza**
 1. Actividades preliminares. - La materia prima es enviado por un sistema de transporte el cual se interconecta con los silos.
 2. Mezclado. - para que funcione correctamente se debe calibrar el sistema para luego pasar por un sistema de zarandas.
 3. Tamizado. - Se efectúa la separación de las impurezas (son eliminadas por medio de un sistema de aspiración) y granos de diferentes diámetros los cuales son transportados a través de cribas.
 4. Separadora de discos. - En esta sección, se separa completamente todo con diámetros iguales, para ello se regula las válvulas de desfogue y se regula la cantidad de aire de succión. Sistema Colector de Polvo. - Todas las impurezas son recogidas y procesadas para pasar a formar parte del afrecho.
 5. Acondicionamiento. - Sirve para la mejor separación del endospermo del pericarpio, donde se tienen que tomar en cuenta la humedad según el tipo de harina a fabricarse y se lo realiza en el equipo myfa, para luego ser pasado a las tolvas de reposo que permanecen de 16 a 24 horas.
 6. Recuperación de materiales no aptos para la molienda. - En dicho punto se hace referencia a que se minimizan las pérdidas de fabricación al 0,5%.
- **Molienda**
 1. Separación de Partículas Metálicas. - Para ingresar a la molienda se pasa por un censor detector de partículas metálicas para separarlas de la harina, lo cual siempre se lo ejecuta por causa de prevención.

2. Pesado. - es pesado por una balanza automática en donde indica la cantidad de materia a procesarse.
 3. Esmerilado. - En dicho proceso, se retira las barbillas del grano para luego ser sacudido y expulsar el polvo, además se elimina posibles huevecillos de plagas presentes en el grano.
 4. Molienda- El grano es fracturado, raspado por los cilindros de rotura y separado el pericarpio del endospermo gracias a los cuchillos longitudinales o estrías con un ángulo de inclinación específica estrictamente diseñado para el tipo de trigo a moler.
- **Cernido.** - Se separa según el diámetro de la partícula mediante una serie de telares específicos que se disponen en las 8 gavetas del Planchister Senior, posteriormente será cernido en el reposador en donde se homogeniza la calidad del producto. Los productos que son retenidos por el tamiz son distribuidos a los pasos de molienda siguiente para realizar su afinación, los productos retenidos de las primeras moliendas de reducción serán enviados a la etapa de purificación.
 - **Purificación.** - Se retira cualquier partícula de pericarpio que se encuentre adherida a la sémola de las primeras roturas y reducciones para que el pericarpio no sea convertido en harina sino va a ser dirigido al afrecho. Para que la harina sea más pura se debe regular las válvulas de acción neumática.
 - **Dosificación de aditivos y vitaminas.** - Los aditivos mejoran las cualidades plásticas y fermentativas de la harina.
 - **Cepillado de afrecho.** - El afrecho que sale cernido de los planchisters, es sometido a la centrifugación que retira el exceso de harina.
 - **Filtrado de aire.** - Se elimina todas las partículas de polvo de harina a la atmósfera a través de filtro de mangas que a su vez son reingresados al proceso.
 - **Transporte hacia envasadoras.** - Se transfiere por vía neumática a la zona de envasado por el sistema de sopladores.
 - **Almacenamiento en silos del producto terminado y envasado.** - Se almacenan en los silos para luego ser envasados en sacos de polipropileno teniendo un sistema de conteo y registro de unidades producidas.
 - **Bodegaje.** - El producto ha sido envasado, etiquetado y probado. En bodega, la harina debe pasar por lo menos una semana con ventilación para luego pasado de dicho tiempo ser distribuido y vendido.

La producción de harinas alternativas obtenidas a partir de moler granos o cereales, podrían convertirse en una alternativa viable para disminuir el uso de harina de trigo en la elaboración de preparaciones saladas y dulces. Productos pasteleros tales como bizcochos, magdalenas, cupcakes, galletas, pasteles, todos de excelente sabor, pero nutricionalmente deficientes y elaborados a base de harina de trigo. Para mejorar la dieta alimentaria y debido a los problemas de salud causados por el consumo de harina de trigo (enfermedad celiaquía), se ha fomentado el uso de harinas alternativas o sucedáneas en las preparaciones gastronómicas (Medina & Martínez, 2018, p.31)

1.7 Panificación

El comercio panadero se impulsó en la edad media, cuando empezaron a producirse diversos tipos de pan se elaboraba a mano en el propio hogar o en el pequeño horno local hasta finales del siglo XIX, cuando el trabajo manual fue reemplazado por máquinas se dio lugar al desarrollo de la industria panadera, que hoy en la actualidad utilizan maquinaria como amasadoras, cintas transportadoras, hornos automáticos y máquinas para enfriar, cortar y envolver el pan. Al ir extendiéndose entre el público el concepto de la alimentación sana, han vuelto a popularizarse los panes integrales o negros (Mesas & Alegre 2002, p.308).

1.7.1 Pan

El pan es un alimento básico elaborado generalmente con cereales, usualmente en forma de harina, y un medio líquido, habitualmente agua.

Desde la antigüedad se han elaborado panes de muchas maneras. Una de las grandes diferencias es la adición de levadura; la acción de la levadura transforma las características de la harina y le da volumen, textura, esponjosidad y sabor al pan. Las harinas más habituales son: trigo, centeno, cebada, maíz, arroz, patatas y soja; no obstante, que se use la harina de legumbres y frutos secos. El medio líquido también varía, usándose desde la antigüedad el agua, la leche o el suero de esta, bebidas alcohólicas como el vino o la cerveza, e incluso mezclas avinagradas (Álvarez & Tusa, 2009, p.19).

El Pan es un producto de consumo diario que aporta con nutrientes básicos para una dieta normal, se elabora desde tiempos prehistóricos. En la fabricación del pan, se emplean los microorganismos que son útiles por dos motivos principales: 1).- Puede producir gas para fermentar, o hacer subir la masa, dando al pan la textura suelta y porosa deseada. 2).- Puede producir sustancias aromáticas beneficiosas. Así mismo, pueden intervenir en el acondicionamiento de la masa (Ordóñez & Oviedo, 2010, p.3).

1.7.2 Pan de Quinoa

Para incrementar el valor nutricional de los productos de panificación se ha venido realizando estudios donde se sustituye parte de la harina de trigo por harina de quinoa. Actualmente hay un incremento en el número de personas que no pueden consumir con seguridad las proteínas del gluten debido a la enfermedad celíaca, alergias, u otros problemas, lo cual ha llevado a desarrollar investigaciones para obtener productos de panificación libres de gluten (Hernández, 2015, p.306).

La mayoría de los panes de levadura libres de gluten se hacen con harina de arroz, que es neutral en sabor, fácilmente digerible, pero baja en vitaminas y nutriente. Utilizando la harina de quinoa permiten obtener un pan con una miga que presenta burbujas de gas homogéneas y finamente distribuidas, presentando una buena aceptación sensorial por parte de los consumidores. Además, encontraron mayor cantidad de proteínas, lípidos y cenizas, mejorando el perfil nutricional del producto; los autores, indican que estos resultados demuestran que es posible desarrollar panes sin gluten con pseudocereales y edulcorantes con propiedades sensoriales y fisicoquímicas similares a los producidos a base de almidón (Casas et al. 2016, p.70).

1.7.3. Ingredientes para la elaboración del pan

En la revisión bibliográfica realizada para la elaboración del pan se han identificado ingredientes que proporcionan al pan propiedades organolépticas que influyen tanto en el sabor y olor. Aquí destacaremos las más usadas.

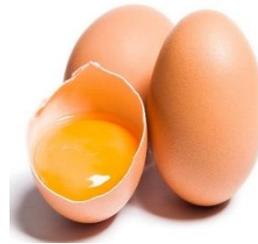
Tabla 7-1: Ingredientes más usados en la elaboración de pan.

| Ingrediente | Función | Imagen | Ref. |
|-----------------|--|--------|------|
| Mantequilla | Mejora la textura, el volumen, la uniformidad de la miga, aumenta el valor nutricional, ayuda a conservar la frescura y suavidad del pan al disminuir la pérdida de humedad. | | (1) |
| Harina de trigo | La formación de la red de gluten en la masa depende de la harina de trigo, no solo para contener el gas producto de la fermentación, sino también porque esta contribuye directamente en la formación de la miga tras el horneado. | | (2) |

| | | |
|----------|--|-----|
| Levadura | Son empleadas como agentes esponjantes de la masa, es utilizado en la masa como leudante, que ayuda a incrementar el volumen de la misma, también que modifica las características de elasticidad, adhesividad, así como contribuye en el aroma del pan. | (3) |
|----------|--|-----|

| | | |
|-----|---|-----|
| Sal | Le da un buen sabor al pan, fortalece el gluten actúa sobre la formación de este aumentando la fuerza y la tenacidad a medida que la dosificación aumenta, ayuda también aumentando la absorción de agua. | (4) |
|-----|---|-----|

| | | |
|--------|--|-----|
| Huevos | Aporta cantidades significativas de proteína, vitaminas, minerales y ácidos grasos, constituyéndolo en un alimento recomendable para una dieta balanceada. | (5) |
|--------|--|-----|



| | | |
|--------|--|-----|
| Azúcar | Es un alimento consumido por todo el mundo, aporta sabor a las comidas y es una fuente de energía de fácil acceso. | (6) |
|--------|--|-----|



| | | |
|------|--|-----|
| Agua | Es necesaria para el procesamiento de alimentos y componentes de todos ellos, esencial dentro de la dieta de los seres humanos | (7) |
|------|--|-----|



| | | |
|-------|--|-----|
| Leche | Mejora el color de la corteza debido a la caramelización de la lactosa, le da mejor textura al pan, la masa queda suave y aterciopelada, le da mejor sabor, la corteza sedosa estimula el apetito. | (8) |
|-------|--|-----|



Fuente: (1) Sandoval & Aguirre (2011); (2) Sandoval, *et al.* (2010); (3) Morales (2012); (4) Tejero (2013); (5) Jiménez & Landa (2010); (6) García (2011); (7) Delcour & Hoskeny, (2010); (8) Avecillas (2018)

Realizado por: Luna Maldonado, María, 2021.

1.7.4. Mejoradores

Según Fleischmann (2002), “ El mejorador es un producto de alto rendimiento que refuerza y acondiciona la masa. Esta elaborado con insumos naturales que estimulan la actividad de la levadura especialmente para procesos directos y tipo esponja y el mejorador ayuda a dar textura a la masa y mejora la retención de gas permitiéndole una mayor tolerancia en el tiempo de desarrollo de los panes antes de ir al horno”.

De igual forma Fleischmann (2002, establece las siguientes ventajas al utilizar el mejorador:

- Ayuda a tener una fermentación controlada una producción de alta calidad.
- No contiene químicos cancerígenos. Es un producto totalmente orgánico.
- Incrementa la conservación del producto final.
- Mayor volumen de los panes.
- Ayuda a producir un pan más uniforme.
- Acorta el tiempo de amasado.

Según Álvarez & Tusa (2009) los mejoradores completos para la bollería congelada se encuentran compuestos de los siguientes principios activos:

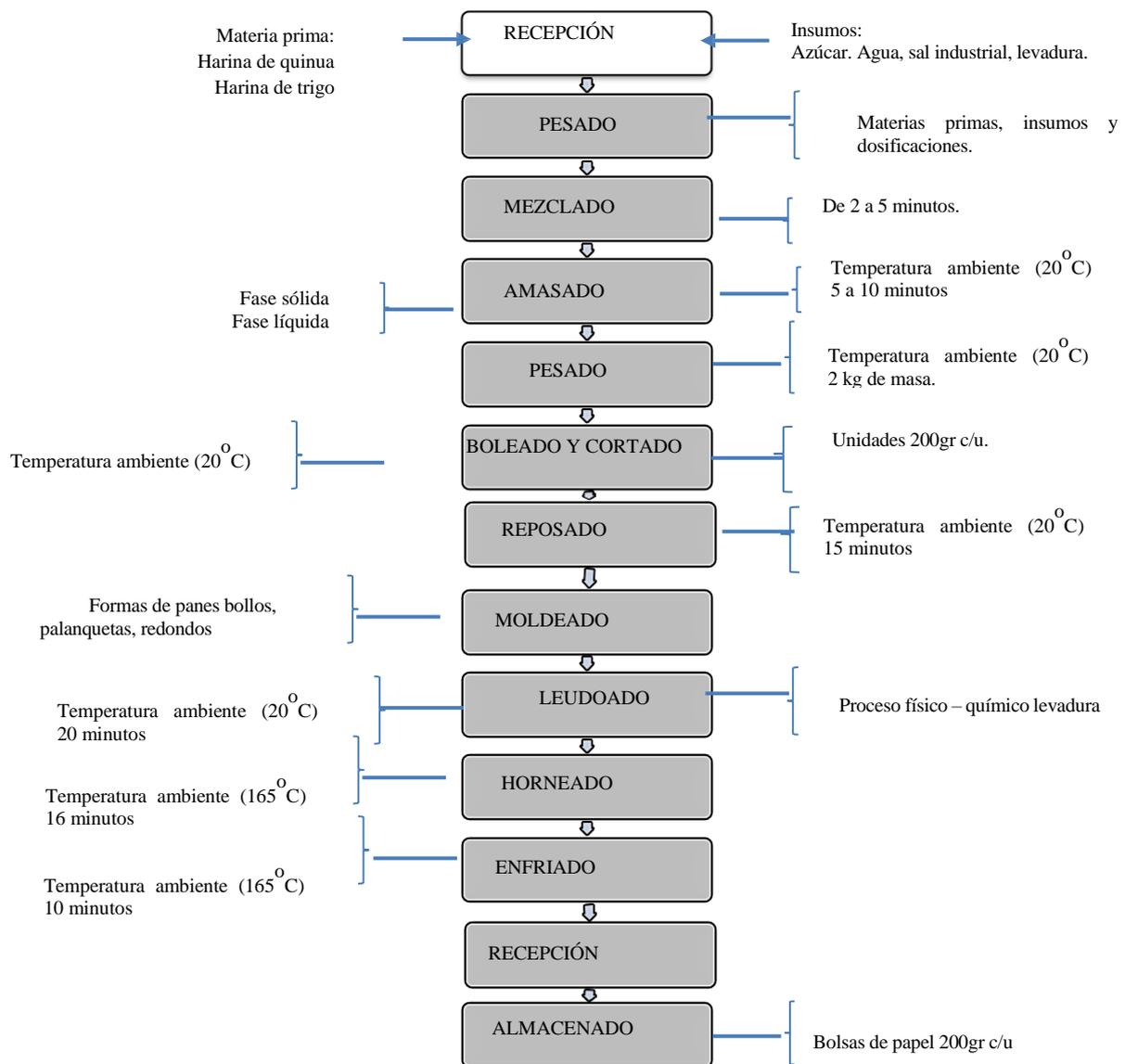
- Ácido ascórbico: en una cantidad de entre 10 y 15 g/100 kg de harina.
- DATA E-472e): en una dosis de 2 g/kg de harina.
- Monoglicérido destilado (E-471): en una dosis de 4 g/kg de harina.
- Un complejo enzimático compuesto por enzimas alfa-amilasas (α -amilasas) fúngicas de actividad intermedia, amiloglucosidasas y hemicelulasa.

1.7.5 Proceso de elaboración de pan

1. **Recepción de Materia Prima:** Se estable una base de datos de los proveedores que garanticen la inocuidad de la materia prima, se pesa y posteriormente se procede a un examen de laboratorio para identificar, plagas, enfermedades, materias extrañas (basura) y residuos de productos químicos. Una vez aprobado será liberado.

2. **Pesado/dosificación:** sirve para pesar la diferente cantidad de harina e insumos según las dosificaciones en porcentajes ya establecidos para la realización del pan.
3. **Mezclado:** se procedió a mezclar la de harina quinua y los insumos.
4. **Amasado:** el amasado en la máquina se lo realizó utilizando el escudo gancho en espiral siendo la más adecuada a la obtención de la masa, se lo amasa a una velocidad adecuada, lo que da inicio a mezclar todos estos ingredientes para obtener la masa.
5. **Pesado:** Se realiza el pesado de la masa.
6. **Reposo:** se da reposo para ganar un volumen adecuado y tener una masa suave.
7. **Boleado:** es un proceso manual que se encarga de redondear las bolas de las diferentes masas, se lo hace para ganar volumen, también se le engrasa para evitar la resequeidad de las bolas con la finalidad de que no se demore su leudo para dar el siguiente paso después de un tiempo estimado cada uno, se procedo a darle cada pan a bolear según las formas, palanqueta, cachos, bollos, deditos, tornillos.
8. **Reposo:** aquí se cubre las bolas engrasadas con una funda para abrigar la masa con el fin de que no se retarde el leudo, dejar así mismo un tiempo estimado, cuando están listas y suaves nos indica que el volumen esta adecuado, para iniciar con la figura del pan.
9. **Moldeado:** se lo realiza con el fin de evitar su pérdida de peso y ganar su volumen esponjoso en el moldeo del pan en la forma deseada.
10. **Leudado:** aquí la masa cumple un proceso físico-químico donde la levadura actúa formando etanol y anhídrido carbónico para que lo levante y así el moldeo del pan gane volumen
11. **Horneado:** se lo realiza en un horno a 175°C
12. **Enfriado:** El pan se dejó reposar a temperatura ambiente en la bandeja, de 15 a 20 minutos.
13. **Empacado:** se lo realiza en fundas de papel para el almacenamiento a temperatura ambiente manteniendo un producto sin ninguna alteración para su respectivo envió al laboratorio para los análisis (**Pérez, 2007 p. 15**).

A continuación, se presenta el diagrama de proceso para la elaboración del pan de quinua.



Gráfica 3-1: Elaboración de pan

Fuente: Jerez, 2017.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación es teórico descriptivo, en el cual se detalla los cuatro momentos importantes: búsqueda, organización, sistematización y análisis de documentos de investigación.

2.1 Métodos para sistematización de la información

Para la búsqueda de la información bibliográfica fue recopilada de investigaciones en los últimos 10 años y el 15 % restante en los años anteriores, para esto se utilizó los buscadores como Google académico, Redalyc, Science Direct, adicional se ingresó a fuentes de repositorios de tesis en distintas Universidades del Ecuador y extranjeras. Se añadió más información proveniente de páginas web, libros, artículos científicos para darle más veracidad al trabajo investigativo, empleando las palabras clave: “harina” “quinua” “calidad” “aminoácidos” “ácidos grasos” “formulación” “panificación” “química” “reología” “estructura”, sumando a las expresiones “caracterización” “análisis organoléptico” “propiedades y beneficios”.

2.1.1 Criterios de Selección

Se seleccionaron varios tipos de fuentes bibliográficas: “tesis 39” “artículos Científicos 35”, “libros electrónicos 2”, “páginas web 8”, “boletines 10”. De cual el 41 % son de universidades extranjeras y el restante de centros educativos del Ecuador que presentaron resultados cuantitativos del análisis de la composición química de la harina de quinua y de los productos obtenidos.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN Y DISCUSIÓN.

3.1 Análisis nutricional de la harina de Quinua

El valor nutricional y de energía (proteína, fibra, carbohidratos, grasa, ceniza y calorías) que brindan los alimentos, son considerados una información importante para los consumidores, ya que la conciencia sobre la importancia de tener una alimentación sana y equilibrada es cada vez mayor. Mediante la información bibliográfica recopilada de cinco autores se compara los valores nutricionales y de energía con sus respectivos promedios y desviación estándar presentes en la harina de quinua en base seca, con el fin de resaltar su valor nutricional para ser utilizada en la panificación como ingrediente en combinación con la harina de trigo.

Tabla 1-3: Composición química porcentual de cinco variedades de harina de quinua.

| Variedad | % Base humedad | | % Base seca | | | | |
|---------------------------------------|----------------|--------------|-------------|-----------|---------------|-----------|-----------|
| | Humedad | Energía | Proteína | Fibra | Carbohidratos | Grasa | Cenizas |
| Bianca dulce ¹ | 13,70 | 341,20 | 9,10 | 3,10 | 71,10 | 2,60 | 2,5 |
| Salcedo INIA ² | 4,30 | 397,00 | 15,60 | 7,90 | 70,90 | 5,64 | 3,60 |
| Tunkahuan ³ | 13,88 | 361,35 | 13,95 | 1,76 | 60,13 | 7,23 | 3,97 |
| Illpa INIA ⁴ | 11,00 | 384,00 | 10,00 | 1,70 | 72,70 | 5,30 | 2,00 |
| Negra Collana ⁵ | 8,51 | 431,19 | 15,60 | 1,30 | 71,94 | 5,09 | 2,24 |
| Promedio y Desviación estándar | 10,28± 3,6 | 382,95±30,80 | 12,85±2,80 | 3,15±2,50 | 69,55±4,70 | 5,17±1,50 | 2,86±0,80 |

Fuente: ¹ Medina & Martínez (2018), ² Quenta & Verapiento, (2017), ³ Salazar, D., (2015), ⁴ Antonella *et al.* (2015), ⁵ Astiz *et al.* (2013).

Realizado por: Luna Maldonado, María, 2021.

En cuanto al aporte calórico que se observa en la tabla 8-3 el promedio es de $382,95 \pm 30,80$ kcal/100g. La valoración más alta corresponde a la harina de quinua de la variedad Negra Callada con 431,19 kcal/100g y el valor más bajo al estudio reportado por Medina & Martínez, (2018) con 341,20 kcal/100g en la harina de la variedad Blanca dulce.

Esta variación de energía reportada por los diferentes autores puede ser debido a la variedad de quinua utilizada, pues no todas las variedades presentan el mismo valor nutricional y energético debido a su composición química, la composición de suelo, incluido la fertilización que se realiza en los lotes de producción de quinua.

La composición química de la harina de quinua en términos del contenido de proteína presenta un valor promedio de $12,85 \pm 2,80$ %, del cual el mayor valor corresponde a la muestra de la variedad Salcedo INIA mientras que el menor valor corresponde a la muestra evaluada en la variedad Blanca dulce. Adicional a los datos presentados en la tabla las investigaciones realizadas por Pacheco (2016), reporta los resultados del análisis proximal en la harina de quinua cruda un contenido proteico de 13,72 %, valor superior al promedio establecido en la (Tabla 9-3).

La importancia de los carbohidratos radica en su principal fuente de energía, y con relación a los estudios efectuados por los autores el nivel promedio de hidratos de carbono en base seca es alto ($69,55 \pm 4,70$ %) que aporta la harina de quinua. El mayor valor corresponde a la variedad Illpa INIA con 72,70 % y la mínima ponderación corresponde al estudio realizado por Salazar (2015) con el 60.13 % correspondiente a la variedad Tunkahuan. Estos valores se justifican a lo que menciona Bruin (2006) que establece que las harinas de panificación poseen un contenido de carbohidratos de 67 % a 74 %, resultando ser la harina de quinua una buena alternativa en esta industria. Es conveniente recordar que el almidón de la misma ha sido estudiado muy poco. Por lo tanto, es de gran importancia conocer sus propiedades funcionales. Ahamed *et al.* (1998) mencionan que el almidón de quinua tiene una excelente estabilidad frente al congelamiento y la retrogradación. De esta forma estos almidones podrían ofrecer una alternativa interesante para sustituir almidones modificados químicamente (Carrasco *et al.*, 2001).

Por consiguiente, la harina de quinua presenta un valor promedio de $3,15 \pm 2,50$ % de fibra. Sabiendo que la variedad Salcedo INIA obtuvo el mayor valor y el menor valor corresponde a la variedad Negra Collana. Adicional a los datos presentados (Tabla 9-3) el estudio realizado por Ramírez (2015), encontró valores inferiores en la harina de quinua germinada obteniendo una fibra de 2,68 %. Este análisis permite conocer el alto porcentaje de fibra dietética total (FDT) de la harina de quinua, convirtiéndole en un alimento ideal que actúa como un depurador del cuerpo, logrando eliminar toxinas y residuos que puedan dañar el organismo. En general la quinua en

particular, tiene la propiedad de absorber agua y permanecer más tiempo en el estómago (FAO, 2011).

En términos de grasas presentes en la harina de quinua se obtiene un valor promedio de $5,17 \pm 1,50$ %. Del cual el valor más alto corresponde a la variedad Tunkahuan y el valor más bajo a la variedad Bianca dulce.

Con respecto al porcentaje promedio de la humedad presente en la harina es de $10,28 \pm 3,60$ %. El valor más bajo corresponde a la investigación realizada por Medina & Martínez (2018) en la variedad Salcedo INIA debido a que corresponde a una harina de quinua malteada, y el valor más alto a la variedad Tunkahuan que cumplen con los parámetros establecidos en la norma (A.O.A.C. 925.09), donde el valor exigido es menor o igual a 15,5 % (Mira & Sucoshañay, 2016). Esta variación del contenido de humedad puede estar relacionado con las condiciones de almacenamiento de la harina, o el proceso tecnológico de extrusión. No obstante, el exceso de humedad al 14 % en harinas y almidones es susceptible a la contaminación con microorganismos por lo que la humedad es un factor limitante tanto para asegurar la calidad como para determinar el tiempo de almacenamiento (Bartosik, 2019).

Las cenizas que representa el contenido total de minerales presentes en la harina de quinua se destacan el fósforo, magnesio, calcio y potasio. Todos ellos son indispensables para nuestro organismo. Del cual la (Tabla 9-3) presenta el promedio de las cinco variedades que hacen referencia a la ceniza que reportan los estudios de varios autores con un valor de $2,86 \pm 0,80$ % que aporta la harina de quinua. El valor más alto corresponde a la variedad Tunkahuan y el valor más bajo a la variedad Illpa INIA. Valores que son similares al estudio realizado por (Mira & Sucoshañay, 2016), que reporta un contenido de cenizas en muestra seca de 2,47 % y 3,18 %. Esta variación de resultados puede deberse al contenido de cenizas que disminuye en la muestra de harina de quinua sin saponinas por la eliminación del episperma, por consecuencia aumenta el contenido de carbohidratos y su valor energético (FAO, 2021). Cabe mencionar también que los cambios nutricionales de la harina de quinua en la cual existe una variación química en la proteína, carbohidratos, grasa, carbohidratos y minerales pueden deberse al tratamiento tecnológico realizado en cada muestra de estudio.

3.2 Aminoácidos esenciales de la harina de quinua

En la (Tabla 9-3) se aprecia el perfil de aminoácidos esenciales que contienen las distintas variedades de quinua, en los últimos años se ha considerado que ha tenido un creciente interés puesto que contribuyen al desarrollo de los alimentos funcionales proporcionando beneficios más allá de sus valores nutricionales bien sea mejorando una función del organismo o reduciendo el riesgo de una enfermedad.

Tabla 2-3: Perfil de aminoácidos esenciales presentes en la harina de quinua.

| Aminoácidos* | (Wahli, 2002) | (Romo et al. 2011) | (Muñoz s/f) | (Quelal, et al. 2019) | Nowak et al. (2016) | Promedio y Desviación estándar |
|---------------------|---------------|--------------------|----------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------------|
| Variedad | Tunkahuan | Piartal | Blanca de Juli | Tunkahua n | Pasankalla | |
| Leucina | 6,00 | 6,80 | 7,30 | 5,95 | 5,90 | 6,39 ± 0,63 |
| Fenilalanina | 1,00 | 4,00 | 5,30 | 4,20 | 6,10 | 4,12 ± 1,94 |
| Histidina | 3,20 | 2,80 | 4,60 | 2,88 | 2,90 | 3,28 ± 0,76 |
| Isoleucina | 7,10 | 7,10 | 7,00 | 3,57 | 3,60 | 5,67 ± 1,91 |
| Lisina | 7,40 | 7,40 | 8,40 | 5,42 | 5,40 | 6,80 ± 1,34 |
| Metionina | 2,30 | 2,20 | 2,10 | 2,18 | 2,20 | 2,20 ± 0,07 |
| Treonina | 4,50 | 4,50 | 5,70 | 2,98 | 3,00 | 4,14 ± 1,16 |
| Triptófano | 1,30 | 1,30 | 0,90 | 1,18 | 1,20 | 1,18 ± 0,16 |
| Valina | 4,50 | 3,40 | 7,60 | 4,21 | 4,20 | 4,78 ± 1,63 |

*g aminoácidos/100 g de proteína

Fuente: ¹ Wahli (2002), ²Romo et al. (2011), ³ Muñoz s/f , ⁴ Quelal, et al (2019), ⁵ Nowak et al. (2016)

Realizado por: Luna Maldonado, María, 2021.

Entre los principales aminoácidos presentes en la harina de quinua se encuentran; leucina, fenilalanina, histidina, isoleucina, lisina, metionina, treonina, triptófano y valina, todos estos datos están expresados (g aminoácidos/ 100g de proteína). Su principal componente estructural y funcional de las células tienen numerosas e importantes funciones dentro del organismo que van desde su papel catalítico (enzimas) hasta su función en la motilidad corporal (actina, miosina), pasando por su papel mecánico (elastina, colágeno), de transporte y almacén (hemoglobina, mioglobina, citocromos), protección (anticuerpos), y reguladora (hormonas) (Martínez et al, 2005) , lo cual confirma la excepcional calidad que tiene la proteína de quinua por la presencia de los nueve aminoácidos esenciales. En el caso particular de la lisina, que es el aminoácido limitante en la mayoría de los cereales se obtiene un valor promedio y desviación estándar del 6,80 ± 1,34

g/100 g el valor más alto es reportado por Muñoz (s/f) en la variedad Blanca de Juli y el valor más bajo de la variedad Pasankalla. Adicional a los datos presentados en la (Tabla 9-3) estudios elaborados por Cervilla *et al.* (2012), quienes estudiaron la cantidad y calidad proteica de la harina de quinua obtenida de dos lotes de granos provenientes del noroeste argentino reportan un valor en lisina de (5,0 g/100 g). En el caso de la leucina tiene un valor promedio de 6,39 \pm 0,63 g /100g. El valor más alto corresponde a la variedad Blanca de Juli, el valor más bajo el de la variedad Pasankalla. Isoleucina 5,67 \pm 1,91 g /100g que están presentes en mayor cantidad en cada material genético de quinua.

El de menor cantidad es el triptófano con un promedio de 1,18 \pm 0,16 g /100g, el valor más alto fue reportado en la variedad Tunkahuan y el valor más bajo en la variedad Blanca de Juli. Estos valores son superiores a los resultados realizados por Cervilla *et al.* (2012), quienes estudiaron la cantidad y calidad proteica de la harina obtenida de dos lotes de granos provenientes del noroeste argentino obteniendo un valor de 1,1 g de aminoácidos/100 g de proteína.

3.3. Perfil de ácidos grasos de la harina de quinua

La (Tabla 10-3) presenta valores de ácidos grasos poliinsaturados que contiene las distintas variedades de la harina de quinua. Son considerados esenciales ya que el organismo no tiene la capacidad para sintetizarlos por lo que deben ser consumidos en la dieta habitual. Dentro de este análisis a través de la información bibliográfica se recopila datos de ácidos grasos presentes en la harina de quinua siendo el oleico, linoleico y linolénico, los que se encuentran en mayor proporción, todos estos expresados en (g/ 100g).

Tabla 3-3: Contenido de ácidos grasos de la harina de quinua cruda en base seca.

| Ácidos grasos | (Romo et al. 2011) | (Rojas <i>et al.</i> 2016) | Nowak <i>et al.</i> (2016) | (Antonella <i>et al.</i> 2015) | (Vera <i>et al.</i> 2014) | Promedio y Desviación estándar |
|---------------|--------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| | Piartal | Real Blanca | Pasankalla | Illpa INIA | Salcedo INIA | |
| Mirístico | 0,20 | 0,19 | 0,11 | 0,20 | 0,15 | 0,17 \pm 0,04 |
| Palmítico | 9,90 | 7,92 | 4,86 | 10,90 | 12,81 | 9,28 \pm 3,04 |
| Esteárico | 0,80 | 0,87 | 0,39 | 0,80 | 0,81 | 0,73 \pm 0,19 |
| Oleico | 24,50 | 24,77 | 14,02 | 16,30 | 28,14 | 21,55 \pm 6,06 |
| Linoleico | 50,20 | 45,7 | 31,56 | 47,80 | 49,95 | 45,04 \pm 7,75 |
| Linolénico | 5,40 | 8,30 | 4,01 | 17,10 | 6,92 | 8,35 \pm 5,15 |

*(% por cada 100 g de harina)

Realizado por: Luna Maldonado, María, 2021.

La importancia de los ácidos grasos presentes en la harina de quinua reside en la capacidad que poseen de reducir los niveles plasmáticos de colesterol y además poseen efectos antitrombogénicos (Antonella et al. 2015). La tabla (Tabla 10-3) presenta los valores de los ácidos grasos de diferentes variedades de harina quinua en base seca. En el caso particular del ácido linoleico (C18:2) se encuentra en mayor proporción con un promedio de $45,04 \pm 7,75$ g/ 100 g. Se han descritos diversas propiedades nutricionales y biológicas para el (C18:2), entre las más relevantes se destacan: su acción inmunoestimulante, la protección que ofrece contra cierto tipo de cánceres, su función antioxidante y la participación en la reducción de peso corporal (Julio S & Susana N, 2002). Sin embargo, la confirmación definitiva de todos estos efectos beneficiosos para la salud, requiere de un mayor cuerpo de evidencias clínicas y experimentales que avalen.

De igual manera, dentro de los ácidos grasos que más se destacan en la harina de quinua es el ácido linolénico (C18:3) con un promedio de $8,35 \pm 5,15$ g/ 100g. El valor más alto corresponde a la variedad Illpa INIA, y el más bajo a la Real Blanca. En contraste con el esteárico que presenta un promedio de $0,73 \pm 0,19$ g/ 100g, el valor más alto es la variedad Real blanca y el más bajo a la variedad Pasankalla. Estos ácidos grasos presentes en la harina de quinua son importantes para la obtención de aceites vegetales de buena calidad, además de contribuir en la panificación con un mejor volumen, textura y estructura, la uniformidad de la miga, aumentando el valor nutricional, ayudando a conservar la frescura y finalmente la suavidad del pan al disminuir la pérdida de humedad.

3.4 Perfil del contenido de minerales en la harina de quinua

La (Tabla 11-3) presenta los micronutrientes presentes en la harina de quinua evaluado en distintas variedades, cabe destacar que los minerales juegan un papel fundamental en el cuerpo humano, pues realizan funciones biológicas de vital importancia para mantener una buena salud. Por tal motivo, a través de las investigaciones de varios autores se compara los resultados en relación a los minerales presentes en la harina de quinua expresados en (mg/100g de harina).

Tabla 4-3: Comparación del contenido de los minerales presentes en la harina de quinua en base seca.

| Minerales | (Antonella et al. 2015) | (Pajarit o, 2005) | Nascimento et al. (2014) | (Chito et al. 2017) | (Romo, et al 2006) | Promedio y Desviación estándar |
|-----------|-------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------|
|-----------|-------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------|

| Variedad | | Ilpa INIA | La Palmilla | Pasankalla | INIA 427 | Piartal | |
|-----------|---------|-----------|-------------|------------|----------|---------|------------------------|
| Manganeso | mg/100g | 2,10 | 0,00 | 1,95 | 1,95 | 10 | 3,22 ± 0,04 |
| Cobre | mg/100g | 0,99 | 6,20 | 0,59 | 1,93 | 5,10 | 2,96 ± 2,53 |
| Hierro | mg/100g | 6,20 | 32 | 5,45 | 9,96 | 13,20 | 13,36 ± 10,87 |
| Calcio | mg/100g | 13,70 | 1010 | 44 | 144,70 | 148,70 | 418,08 ± 483,28 |
| Sodio | mg/100g | 7,80 | 210 | 17,68 | 17,68 | 12,20 | 53,07 ± 89,15 |
| Potasio | mg/100g | 516,9 | 408 | 664 | 649 | 926,70 | 632,92 ± 194,67 |
| Zinc | mg/100g | 4,1 | 3,70 | 2,93 | 5,58 | 2,15 | 3,69 ± 1,29 |
| Magnesio | mg/100g | 33 | 19 | 197 | 150,91 | 246,90 | 129,36 ± 100,4 |
| Fosforo | mg/100g | 144 | 370 | 664 | 652,99 | 383,70 | 442,94 ± 19,54 |

Realizado por: Luna Maldonado, María, 2021.

La importancia de los minerales presentes en la harina de quinua radica principalmente en sus cantidades significativas de Ca, K, Mg, P, y Na. Es conveniente descartar el interés de los macro minerales y oligoelementos que el cuerpo necesita y son necesarias para el metabolismo de las células. En el caso particular del potasio la (Tabla 11-3) muestra la concentración promedio (632,92 ± 194,67 mg/100g). El valor más alto corresponde a la variedad Piartal y la de menor a la variedad de quinua la Palmilla. Es conveniente mencionar que la variación de los minerales presentes en la harina de quinua puede deberse a los efectos de los tratamientos térmicos, ya sea para inactivar enzimas, como los resultantes de la extrusión, que pueden modificar la disponibilidad de minerales (Alonso et al, 2001). Por consiguiente, también se puede evidenciar el alto contenido de calcio con un promedio de 418,08 ± 483,28 mg/100g para todas las variedades en base seca. Visto de esta forma cabe mencionar la importancia de la ingesta diaria recomendado de calcio (400 mg/día para niños de 6 a 12 meses a 1300 mg/día para adultos) (FAO/WHO, 2000). Finalmente, con un valor menor el promedio del cobre es 2,96 ± 2,53 mg/100 g que es necesario para el metabolismo del hierro.

3.5 Formulaciones de harina de quinua utilizadas para la elaboración de pan.

Con la finalidad de analizar el comportamiento de la harina de quinua las (Tablas 12-3; 16-3) muestran las formulaciones con los porcentajes de sustitución de harina de trigo con harina de quinua para la elaboración de pan.

Tabla 5-3: Formulación 1 para la elaboración de pan de molde.

| Autor: | Salazar (2015) | |
|---------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Tipo de pan: | Pan de Molde | |
| Ingredientes | Porcentaje (%) | Gramos (g) |
| Mezcla de harinas | 100 | 2000 |
| Agua | 63,7 | 1274 |
| Manteca | 4 | 80 |
| Levadura | 4 | 80 |
| Sal | 5 | 40 |
| Azúcar | 7 | 140 |
| Mejorador | 0,7 | 14 |
| Tratamiento | % Harina de Trigo | % Harina de quinua cruda |
| 1 | 100 | 0* |
| 2 | 95 | 5 |
| 3 | 90 | 10 |
| 4 | 80 | 20 |
| * Testigo | | |

Realizado por: Luna Maldonado, María, 2021.

Tabla 6-3: Formulación 2 para la elaboración de pan tipo blando.

| Autor: | Medina & Martínez (2018) |
|---------------------|--------------------------|
| Tipo de pan: | Blando |
| Ingredientes | Porcentaje (%) |

| | |
|-------------------|-----|
| Mezcla de harinas | 100 |
| Agua | 30 |
| Margarina | 20 |
| Levadura | 2 |
| Sal | 2 |
| Azúcar | 12 |
| Escencia | 0,5 |
| Huevo | 10 |

| Tratamiento | % Harina de Trigo | % Harina de quinua cruda y Yuca |
|-------------|-------------------|---------------------------------|
| 1 | 100 | 0* |
| 2 | 90 | 10** |
| 3 | 85 | 15*** |
| 4 | 75 | 25**** |

*Testigo

** Se utilizó 5 % de harina de yuca (37,5 gr) y 5% de harina de quinua (37,5 gr).

*** Se utilizó 7,5 % de harina de yuca (56,25 gr) y 7,5% de harina de quinua (26,25 gr).

**** Se utilizó 12,5 % de harina de yuca (93,75 gr) y 12,5% de harina de quinua (93,75 gr).

Realizado por: Luna Maldonado, María, 2021.

Tabla 7-3: Formulación 3 para la elaboración de pan de molde.

| Autor: | Avecillas (2015) |
|---------------------|------------------|
| Tipo de pan: | De Molde |
| Ingredientes | Porcentaje (%) |
| Mezcla de harinas | 100 |
| Agua | 65 |
| Manteca | 3 |
| Levadura | 1,5 |
| Sal | 2 |
| Azúcar | 7 |

| Mejorador | | 0,7 |
|-------------|-------------------|--------------------------|
| Tratamiento | % Harina de Trigo | % Harina de quinua cruda |
| 1 | 100 | 0* |
| 2 | 95 | 5 |
| 3 | 90 | 10 |
| 4 | 80 | 20 |

* Testigo

Realizado por: Luna Maldonado, María, 2021.

Tabla 8-3: Formulación 4 para la elaboración de pan de molde.

| Autor: | Correa (2017) | |
|---------------------|-------------------|--------------------------|
| Tipo de pan: | De Molde | |
| Ingredientes | Porcentaje (%) | Gramos (g) |
| Harina de trigo | 55,71 | 1000 |
| Agua | 27,86 | 500 |
| Mantequilla | 2,78 | 50 |
| Levadura | 1,11 | 20 |
| Sal | 1,4 | 25 |
| Masa madre | 11,14 | 200 |
| Tratamiento | % Harina de Trigo | % Harina de quinua cruda |
| 1 | 100 | 0* |
| 2 | 90 | 1 |
| 3 | 80 | 20 |
| 4 | 70 | 30 |

* Testigo

Realizado por: Luna Maldonado, María, 2021.

Tabla 9-3: Formulación 5 para la elaboración de pan.

| Autor: | Montufar (2015) | |
|---------------------|-----------------|------------|
| Tipo de pan: | De Molde | |
| Ingredientes | Porcentaje (%) | Gramos (g) |

| Mezcla de harinas | 100 | 2000 |
|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Agua | 63,7 | 1274 |
| Manteca | 4 | 80 |
| Levadura | 4 | 80 |
| Sal | 5 | 40 |
| Azúcar | 7 | 140 |
| Mejorador | 0,7 | 14 |
| Tratamiento | % Harina de Trigo | % Harina de quinua cruda |
| 1 | 100 | 0* |
| 2 | 95 | 5 |
| 3 | 90 | 10 |
| 4 | 80 | 20 |
| * Testigo | | |

Realizado por: Luna Maldonado, María, 2021.

Para el proceso de elaboración de las diferentes formulaciones de panes con distintos tratamientos de harina de quinua se mantuvo el tanto por ciento de los ingredientes variando el porcentaje de agua y el tiempo de amasado. Cabe mencionar también, que el proceso de formulación del pan que presentan los investigadores se realiza con fichas técnicas estandarizadas. Teniendo en cuenta que para cada tratamiento se utiliza la misma formulación con excepción de la harina de trigo que fue sustituida por la harina de quinua.

3.6. Propiedades o beneficios que aporta la harina de quinua en los productos obtenidos.

Este apartado se desarrolla con base en las propiedades nutricionales que presenta los panes elaborados con inclusión de harina de quinua y su efecto en las propiedades con organolépticas.

3.6.1. Estudio de la evaluación organoléptica del pan con harina de quinua.

A partir de las formulaciones (Tablas 12-3; 16-3) se realiza el análisis sensorial de los panes a base de harina de trigo y quinua. Los autores Salazar, AVECILLAS y Montufar reportan en sus muestras de estudio los valores del análisis sensorial el color, olor, sabor, textura y aceptabilidad mediante una encuesta en la escala de aceptación del 1 al 10. Dónde: 1 = Me disgusta mucho y 10 = Me gusta mucho, esta encuesta se realizó a 100 panelistas donde compararon un testigo (pan 100 % trigo) con las sustituciones de harina de quinua de 5, 10, y 20 %. Posteriormente el estudio de datos fue analizado mediante una prueba de ANOVA y una prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5 %.

Para el caso de Medina & Martínez los resultados del análisis organoléptico lo efectúan en una encuesta de escala de aceptación del 1 al 9. Donde 1= Me disgusta extremadamente 2= Me disgusta mucho, 3= Me disgusta moderadamente, 4= Me disgusta levemente, 5= Indiferente, 6= Me gusta levemente, 7= Me gusta moderadamente, 8= Me gusta mucho y 9= Me gusta extremadamente. La catación de las muestras fue realizada a 50 personas donde compararon un testigo (pan 100 % trigo) con las sustituciones de harina de quinua de 10, 20, y 25 % respectivamente. Posteriormente el estudio de datos fue analizado mediante una prueba de ANOVA y una prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5 %.

Tabla 10-3: Análisis sensorial del pan de trigo conforme a la sustitución con harina de quinua.

| Parámetro de aceptabilidad | Pan testigo | | Sustitución de Harina Quínoa | | | | Escala de aceptación | Ref |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|-----|
| | 100% Trigo | Pan 5% | Pan 10% | Pan 15% | Pan 20% | Pan 25% | | |
| Color | 8.03 ± 1.81 ^a | 7.65 ± 2.43 ^{ab} | 7.76 ± 2.10 ^{ab} | | 7.23 ± 2.16 ^b | | 1-10 | (1) |
| | 6.88 ^a | | 6.78 ^a | 6.86 ^a | | 6.58 ^a | 1-9 | (2) |
| | 8.03 ± 1.84 ^a | 7.65 ± 2.43 ^b | 7.76 ± 2.09 ^{ab} | | 7.23 ± 2.16 ^b | | 1-10 | (3) |
| | 8.25 ± 1.81 ^a | 7.65 ± 2.43 ^{ab} | 7.76 ± 2.10 ^{ab} | | 7.23 ± 2.16 ^b | | 1-10 | (4) |
| Olor | 8.26 ± 1.42 ^a | 7.29 ± 2.20 ^b | 7.48 ± 2.25 ^b | | 5.94 ± 2.69 ^c | | 1-10 | (1) |
| | 8.26 ± 1.41 ^a | 7.29 ± 2.20 ^b | 7.48 ± 2.25 ^b | | 5.94 ± 2.66 ^c | | 1-10 | (3) |
| | 8.26 ± 1.41 ^a | 7.29 ± 2.20 ^b | 7.48 ± 2.25 ^{ab} | | 5.94 ± 2.69 ^c | | 1-10 | (4) |
| Sabor | 8.06 ± 2.12 ^a | 7.74 ± 2.22 ^a | 7.44 ± 1.78 ^a | | 5.85 ± 2.52 ^c | | 1-10 | (1) |
| | 7.26 ^a | | 7.24 ^{bc} | 6.30 ^{ac} | | 5.36 ^{bc} | 1-9 | (2) |
| | 8.06 ± 2.17 ^a | 7.74 ± 2.22 ^{ab} | 7.44 ± 1.78 ^b | | 5.85 ± 2.52 ^c | | 1-10 | (3) |
| | 8.08 ± 2.12 ^a | 7.74 ± 2.22 ^a | 7.44 ± 1.78 ^a | | 5.85 ± 2.52 ^b | | 1-10 | (4) |
| Textura | 8.02 ± 1.93 ^a | 8.10 ± 8.21 ^{ab} | 8.04 ± 2.28 ^{ab} | | 7.57 ± 1.68 ^b | | 1-10 | (1) |
| | 6.82 ^a | | 5.72 ^b | 6.74 ^b | | 5.16 ^b | 1-9 | (2) |
| | 8.02 ± 1.93 ^a | 8.10 ± 8.21 ^{ab} | 8.04 ± 8.28 ^{ab} | | 7.57 ± 1.68 ^b | | 1-10 | (3) |
| | 8.02 ± 1.93 ^{ab} | 8.10 ± 8.21 ^a | 8.04 ± 2.18 ^{ab} | | 7.57 ± 1.68 ^b | | 1-10 | (4) |

| | | | | | | |
|---------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|------|-----|
| Aceptibilidad | 8.34 ± 1.51 ^a | 8.02 ± 1,64 ^{ab} | 7,82 ± 1,49 ^b | 6,32 ± 2,07 ^c | 1-10 | (1) |
| | 8.34 ± 1.50 ^a | 8.02 ± 1,64 ^{ab} | 7,82 ± 1,49 ^b | 6,38 ± 2,07 ^c | 1-10 | (3) |

(1) Salazar (2015) (2) Medina & Martínez (2018) (3) Avecillas (2015) (4) Montufar (2015)
media ± desviación estándar
Letras diferentes en una misma columna indica diferencia significativa (P<0.05)

Realizado por: Luna Maldonado, María, 2021.

La (Tabla 17-3) presenta la evaluación del análisis sensorial siendo de gran importancia su aplicabilidad en todas las etapas de producción y desarrollo de la industria alimentaria, tanto para conocer las características como la aceptabilidad de un producto.

Con respecto al color que se fundamenta a la asociación que el consumidor realiza con las propiedades del alimento es un aspecto importante para definir la presentación del producto al consumidor final, en la investigación de Salazar (2015) en las muestras del pan de molde se obtiene una calificación de 8,03 ±1,81 en el pan testigo (100% de trigo) mientras que con las sustituciones de 5 y 10 % de harina de quinua, no existen diferencias significativa alcanzando 7.65 ±2.43 y 7.76 ±2.10 respectivamente, mientras que la sustitución del 20% si presenta diferencias significativas teniendo una calificación de 7,23 ±2,16, donde el valor máximo es 10 que equivalente a “me gusta mucho”. Dando a entender que la coloración del pan puede ser más oscura. Estos datos concuerdan con lo reportado por Montufar (2015), donde presento un pan testigo de 8.25 ±1. 81^a, y en donde los panes con sustitución de 5 y 10 % (7.65 ±2.43 y 7.76 ± 2.10 respectivamente) son similares al pan testigo, no ha si en la sustitución de 20% en la que existen diferencias significativas.

Esto difiere de lo presentado por Medina & Martínez (2018), donde el pan control obtiene una calificación de 6,88 que corresponde a me gusta levemente según la escala de aceptación utilizada, y en relación a la sustitución de 10%, 15% y 25% de harina de quinua obtiene una ponderación de 6,78 6,86 y 6,58 respectivamente que corresponde a me gusta levemente, es decir no existe diferencias significativas del pan testigo con los tratamientos de harina de quinua. Esto puede ser por factores entre ellos: el tiempo de horneado, los ingredientes utilizados para la elaboración del pan, la temperatura utilizada y las características propias de cada harina

Mientras que Avecillas (2015) obtuvo en el pan testigo una calificación de 8,03 ±1,84 realizando también sustituciones en la harina de trigo del 5 %, 10 % y 20 % dando como resultado que el 10% de sustitución se asemeja al pan testigo con una calificación de 7,76 ±2,09, mientras que las sustituciones de 5 y 20% presentas diferencias significativas con respecto al pan control (7.65 ± 2.43 y 7.23 ±2.16). Saltos (2010), menciona la importancia del color de un alimento es muy

grande ya que se le considera no solo como un índice de calidad sino también concede carácter distintivo a los alimentos a los cuales está habituado el consumidor.

Para el atributo del olor, Salazar (2015) presenta en sus resultados a través de los panelistas de evaluación sensorial una calificación $8,26 \pm 1,42$ para el pan testigo (100% de trigo) y al compararlos con sustituciones del 5, 10 y 20% de harina de quinua reporta que existe diferencias significativas con respecto al pan control siendo $7,29 \pm 2,20$, $7,48 \pm 2,25$ y $5,94 \pm 2,69$ respectivamente. Estos valores coinciden a la investigación realizada por Avecillas (2015) que llevo a cabo niveles de sustitución de 5, 10 y 20% dando como resultado que existe diferencias significativas con el pan testigo. Esto se debe a que el olor de la quinua, aumenta en presencia de calor por efecto de la reacción de Maillard que es el conjunto de reacciones químicas producidas entre las proteínas y los azúcares de los alimentos a altas temperaturas y que generan ese color, sabor y olor a tostado. La cisteína, metionina, ornitina y prolina son los aminoácidos responsables del desarrollo de aromas típicos en la reacción de Maillard (Peñaloza et al. 2017, p.9).

Por su parte, Montufar (2015), obtuvo un pan testigo con una calificación de $8,26 \pm 1,41$ siendo el nivel de sustitución de 10 % de harina de quinua que se asemejo al pan testigo con $7,48 \pm 2,25$, mientras que a niveles de sustitución de 5 y 20% existió diferencias significativas ($7,29 \pm 2,20$ y $5,94 \pm 2,69$). Para poder interpretar correctamente los resultados (Torricella & Huerta, 2008) indican que en la evaluación sensorial es indispensable el conocimiento elemental de algunos aspectos fisiológicos y psicológicos de los analizadores conociendo que los clásicos son la vista, el tacto, el gusto y oído.

Con respecto al sabor, que se percibe mediante el sentido del gusto a través de los receptores de la boca concentrados en la lengua y también en el paladar, faringe, garganta entre otros. El estudio realizado por Salazar (2015) obtiene una calificación de $8,06 \pm 2,12$ para el atributo sabor en el pan testigo (100% de trigo) en lo concerniente a las sustituciones 5 % y 10 % de la harina de quinua que presentan una valoración de $7,74 \pm 2,22$ y $7,44 \pm 1,78$ con lo cual no existe diferencia significativa. Mientras que la sustitución del 20 % si tuvo diferenciadas significativas ya que presentan una cuantificación de $5,85 \pm 2,52$, estos datos concuerdan con lo expuesto por Montufar (2015), donde los panes elaborados con la sustitución del 5 y 10 % son estadísticamente iguales al pan testigo y no así a la sustitución de 20% en la cual existe diferencias significativas, esto quiere decir que a mayor concentración de harina de quinua tiene un impacto en el sabor del pan debido a que presencia del sabor un tanto amargo característico de la quinua.

Por el contrario, Medina & Martínez (2018), reporta en su estudio una calificación en el pan testigo de 7,26 que corresponde a me gusta moderadamente según la escala de aceptación utilizada, y en relación a la sustitución de la quinua al 10, 15 y 25 % se obtiene una calificación de 7,24 que corresponde a me gusta moderadamente, 6,30 que corresponde a me gusta levemente

y 5,36 que corresponde a indiferente, es decir el único nivel de sustitución que se asemeja es el 15% de harina de quinua.

En cambio, Avecillas (2015) obtuvo un pan testigo con una calificación de $8,06 \pm 2,17$ en donde probó sustituciones de 5%, 10% y 20% siendo el nivel de sustitución de 5% que se asemeja al pan testigo con el $7,74 \pm 2,22$. García (2011) en su trabajo de desarrollo de un producto de panadería con harina de quinua, reportó puntajes que los panelistas dan a estos productos varían entre 5 y 6,5, esto quiere decir que en sabor los panes no son muy diferentes entre sí; se puede observar que los panes que tienen inclusión de 5 y 15% tienen una aceptación similar

Por consiguiente, para el atributo sensorial textura que depende de la estructura tanto macroscópica como microscópica del alimento y que puede ser percibida por medio de receptores táctiles de la piel y los músculos bucales. Salazar (2015) obtuvo en esta característica mecánica en un pan testigo (100% de trigo) una calificación organoléptica de $8,02 \pm 1,93$ y en relación a las sustituciones de harina de quinua estadísticamente no existe diferencia significativa en concentraciones al 5% ($8,10 \pm 8,21$) y 10% ($8,10 \pm 2,28$). Mientras que la sustitución del 20% ($7,57 \pm 1,68$) si presenta diferenciadas significativas. Estos datos concuerdan con lo expuesto por Avecillas (2015), donde los panes elaborados con sustitución de 5 y 10% son estadísticamente iguales al pan testigo.

Por el contrario, Medina & Martínez (2018), a través del panel de cata reporta un valor 6.82 que corresponde a me gusta levemente según la escala de aceptación utilizada en la muestra testigo y en relación con la sustitución de 10 %, 15 % y 25 % de harina de quinua se obtiene una calificación de 5,72 que corresponde a indiferente, 6,74 que corresponde a me gusta levemente y 5,16 que corresponde a indiferente, con lo cual ninguna de las sustituciones propuesta por los autores se asemeja al pan control, esto debido a que una mayor sustitución de la harina de trigo la textura del pan se ve afectada ya que la harina de quinua no posee gluten.

En cambio, Avecillas (2015) obtuvo en su investigación un pan testigo con una calificación de $8,06 \pm 2,17$ en donde probó sustituciones del 5 %, 10 % y 20 % siendo el nivel de sustitución del 5 % que se asemejo al pan de trigo. Estas variaciones pueden deberse a la relación que existe entre la textura con los receptores químicos del gusto y los receptores de la vista, de ahí que sea una propiedad difícil de interpretar. Y debido a que la característica de la textura de la miga se debe a que el índice de absorción de agua, pudo ser diferente para cada mezcla, causando migas más frágiles y panes con menor volumen por la cantidad de agua almacenada en el interior de la masa.

Finalmente, Salazar (2015) y Avecillas (2015) en la aceptabilidad obtuvieron una calificación de $8,34 \pm 1,51$ y $8,34 \pm 1,50$ respectivamente en el pan testigo, siendo el pan al nivel de sustitución de 5% el de mejor aceptabilidad con $8,02 \pm 1,64$ en ambos casos. Por lo tanto, se recomienda una

sustitución de 5% ya que a este nivel de sustitución no existen diferencia significativa y se asemeja al pan elaborado con 100% de harina de trigo (testigo), mientras que niveles mayores a 5% de harina de quinua en la mezcla no permiten el buen desarrollo de las masas de pan, dándole a las misma una elasticidad baja, influyendo también directamente en el peso y volumen final del producto.

3.6.2 Análisis nutricional del pan de quinua

A través de la información bibliográfica de varios autores la tabla 18-3 compara los valores nutricionales del pan de quinua con el tratamiento control, con el fin de definir sus propiedades y beneficios que aporta la harina de quinua.

Tabla 11-3: Composición química porcentual del pan con harina de quinua.

| Valor Nutricional | Pan Control | Sustitución de Harina de Quínoa | | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | Pan 5% | Pan 10% | Pan 15% | Pan 20% | Pan 25% |
| Proteína (%) ¹ | 9,85 ± 0,52 ^c | 11,56 ± 0,52 ^a | | | | |
| 2 | 7,83 ± 0,30 ^a | | 8,29 ± 0,08 ^{bc} | 7,96 ± 0,08 ^{ab} | | 7,26 ± 0,04 ^d |
| 3 | 9,85 ± 0,06 ^c | | 11,17 ± 0,05 ^a | | | |
| 4 | 11,42 | | | | 11,92 | |
| 5 | 9,85 ± 0,06 ^c | 11,56 ± 0,03 ^a | | | | |
| Grasa (%) ¹ | 4,17 ± 0,47 ^b | 4,96 ± 0,05 ^a | | | | |
| 2 | 10,49 ± 0,35 ^a | | 10,80 ± 0,88 ^a | 11,24 ± 1,81 ^a | | 11,70 ± 0,92 ^a |
| 3 | 4,17 ± 0,09 ^a | | 3,26 ± 0,14 ^c | | | |
| 4 | 1,11 | | | | 1,84 | |
| 5 | 4,17 ± 0,09 ^c | 4,96 ± 0,05 ^a | | | | |
| Fibra (%) ¹ | 0,67 ± 0,01 ^c | 0,80 ± 0,01 ^a | | | | |
| 2 | 0,88 ± 0,08 ^a | | 1,01 ± 0,08 ^a | 1,07 ± 0,18 ^a | | 1,21 ± 0,22 ^a |
| 3 | 0,67 ± 0,01 ^b | | 0,93 ± 0,01 ^a | | | |
| 4 | 0,67 ± 0,01 ^b | 0,80 ± 0,00 ^a | | | 7,57 ± 1,68 ^b | |

Fuente: (¹Salazar, 2015), (²Medida & Martínez, 2018), (³Avecillas, 2015), (⁴Astiz, 2012), (⁵Montúfar, 2015)

Realizado por: Luna Maldonado, María, 2021.

La tabla 18-3 presenta los resultados del valor nutricional del pan con harina de quinua siendo de gran importancia en la industria de la alimentación ya que cuenta con excelentes nutrientes que contribuyen a la salud de los consumidores. Con respecto a la proteína que cumple como función principal fabricar tejidos, regenerarlos, y renovarlos continuamente, en la investigación de Salazar (2015) y (Montúfar, 2015) obtienen un valor proteico de $11,56 \pm 0,52 \%$ y $11,56 \pm 0,03 \%$ para el pan con harina de quinua al 5 % de sustitución en relación al pan de trigo que reportan un valor promedio de 9,85 % del contenido de proteína. Si bien su contenido de aminoácidos azufrados como la metionina y cisteína (2,1 %) en la harina de trigo es satisfactorio en comparación con la proteína de quinua presenta deficiencias de lisina (2,4 %) y treonina (1,7 %), lo que determina una calidad proteínica relativamente baja (Luz *et al*, 2016).

Las proteínas del trigo específicamente la gliadina y glutenina le confieren a la masa una funcionalidad única que la diferencia del resto de otras harinas, tal es el caso la quinua que se caracteriza por ser un pseudocereal y se encuentra libre de gluten, además la masa de harina de trigo se comporta desde el punto de vista reológico como un fluido viscoelástico, esta propiedad hace que la masa sea elástica y extensible (Gustavo V 2009). Y la nutrición con alimentos en bajas cantidades de gluten puede ser útil para personas que padecen de síndrome del intestino irritable. Desde esta perspectiva de la investigación según (Romo *et al* 2006) menciona que el contenido de la proteína en el pan a base de harina de quinua puede disminuir debido al tratamiento térmico que estuvo expuesto, lo que generó la desnaturalización de la proteína y la pérdida de uno de los aminoácidos termo-sensibles que se encuentran en mayor cantidad en la harina (ver tabla 10-3) como es la lisina. Se esperaba que a medida que aumentara el porcentaje de sustitución de las harinas aumentara notablemente el contenido proteico de los panes, afirmación que no se cumplió.

Por consiguiente, en la investigación (Medida & Martínez, 2018) se observa que a medida que aumenta el porcentaje de sustitución de harina de quinua al 10 % y 15 %, el contenido de grasa cruda incrementa ($10,80 \pm 0,88$ y $11,24 \pm 1,81$) con respecto al tratamiento control estableciendo que existe diferencias significativas entre el tratamiento testigo. Estos valores de aumento de la grasa cruda en el pan de quinua son similares al estudio realizados por (Montúfar, 2015), que obtiene un incremento de la grasa del 0,79 % en la sustitución de 5 % de la harina de quinua, estableciendo también que existe diferencia significativa entre los tratamientos. Estos resultados de aumento de la grasa en el pan se pueden deber al alto contenido de ácidos grasos presentes en la harina de quinua como son linoleico, oleico, y linolénico ver tabla (10-3).

Con respecto a la fibra que está constituida por los componentes estructurales de las paredes celulares de los vegetales, entre los que destacan la celulosa, la hemicelulosa y las pectinas. La tabla 18-3 muestra que a medida que incrementa la sustitución parcial de la harina de quinua

también incrementa el contenido de fibra, esto se debe a que la quinua presenta en su composición mayor contenido de fibra que la harina de trigo. Adicional a estos datos en el estudio de García (2001) que desarrolló un producto de panadería con harina de quinua con sustituciones del 10 y 20 % de sustitución reporto en el tratamiento control una fibra de 1.1 % y un incremento del 1 % respectivamente. La composición de dichas fibras es muy variada en los distintos alimentos y depende de muchos factores, entre los que destaca la madurez del producto y cuando se extraen harinas de cereales del grado de extracción, si en la molienda se utiliza toda la semilla el contenido de fibra es mayor ya que estos se encuentran en mayor cantidad en las paredes celulares.

CONCLUSIONES

El estudio de la literatura permitió conocer la composición química de la harina de quinua que es superior a la del trigo considerando su contenido proteico $12,85 \pm 2,80$ y el perfil de aminoácidos esenciales en los que destaca la lisina $6,80 \pm 1,34$ g/100 g, leucina $6,39 \pm 0,63$ g/100 g e isoleucina $5,67 \pm 1,91$ g/100 g. Así mismo, el buen aporte de los ácidos grasos de la harina de quinua de los que se resaltan el linoleico $45,04 \pm 7,75$ g/ 100g, el oleico $21,55 \pm 6,06$ g/ 100g y linolénico $8,35 \pm 5,15$ g/ 100 g. Por lo que, puede ser consumido como alimento funcional o ser transformado mediante la utilización de distintas técnicas para ser incluido e otros productos enriqueciendo o fortaleciendo los alimentos.

Lo máximo que los investigadores han utilizado en las formulaciones en el uso de la harina de quinua es un 30 % y un mínimo de 5 % para la panificación, siendo la de mejor sustitución el 5% y 10 % ya que mejora la calidad nutricional y se asemejan organolépticamente a las características sensoriales al pan testigo (100% harina de trigo).

La utilización de harina de quinua en la panificación se da con la finalidad de mejorar las características nutricionales lo que permite dentro de los beneficios sea consumido por las personas que no toleran el gluten, esto también dinamiza la economía de los productores que se dedican a este cultivo.

RECOMENDACIONES

La utilización de la harina de quinua en varios productos es una buena alternativa para una adecuada nutrición y en especial su aplicación en la panificación. Por lo que se recomienda su aplicación en esta industria ya que permiten tener un mejor volumen, textura y estructura, mejorando la uniformidad de la miga, aumentando el valor nutricional, y ayudando a conservar la frescura.

Realizar un mayor marketing de las empresas panificadoras en el que se expongan los beneficios del consumo de pan de harina de quinua, para que tenga mayor impacto y consumo en nuestra sociedad. Por consiguiente, concienciar a los consumidores sobre el beneficio del uso de la quinua en función de las características nutricionales y pueda ser utilizado en diversidad de productos incluido el pan donde un 5 % de inclusión no tiene un efecto drástico en las características organolépticas, pero si está ayudando a utilizar un producto ecuatoriano.

Ampliar la investigación a más tipos de harinas que puedan sustituir a los coproductos del trigo para conocer y profundizar el conocimiento acerca de los beneficios que puedan llegar a brindar este tipo de harinas.

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE ARIAS, Wilma Lucía. “Determinación de los tiempos de fermentación de la masa de pan utilizando diferentes porcentajes de levadura fresca (*Saccharomyces cerevisiae*) en la panificadora américa”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería Agroindustrial) Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. 2007. p.39. [Consulta: 20 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/463/3/03%20AGI%20217%20TESIS.pdf>

AHUMADA, A. et al. “Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): un subproducto con alto potencial biológico”. *Revista Colombiana de Ciencias Químico - Farmacéuticas*. [En línea]. (2014). (Perú). Volumen 45 N° 3. p.440, 448. [Consulta: 09 de enero del 2021] ISSN: 0034-7418. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v45n3/v45n3a06.pdf>

ÁLVAREZ BURBANO, Zulma Fernanda. & TUSA MANZO, Enrique Rolando. “Elaboración de pan dulce precocido enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.)”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería Agroindustrial). Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. 2009. p.19. [Consulta: 03 de enero del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/555/1/03%20AGI%20251%20TESIS.pdf>

ALVEAR MENDIETA, Eddie Fernando. & LEUNG AVILES, Ángel Daniel. “Características de la hoja de quinua y su aprovechamiento en aplicaciones culinarias”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura en Gastronomía). Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 2018. p.14. [Consulta: 04 de enero del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35660/1/TESIS%20Gs.%20264%20-%20Caracteristicas%20de%20la%20hoja%20de%20quinua.pdf>

ANDRADE ZARI, Nora Elizabeth. & AUZ TIERRA, Gladys Natalia. “Aplicación de harinas de quinua y amaranto con frutos desecados: guayaba, naranjilla y tomate de árbol, en recetas de pastelería de autor”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura en Gastronomía y Servicios de Alimentos y Bebidas). Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. 2017. p.57. [Consulta: 06 de enero del 2021]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28112/1/Proyecto%20de%20Intervencion.pdf>

ARANIBAR TITO, Gledy Maribel. “Efecto inhibitorio de la saponina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la flora fúngica natural e inducida de *Penicillium digitatum* en naranjas (*Citrus sinensis*)”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero Agroindustrial). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.. 2017. p.17. [Consulta: 19 de enero del 2021]. Disponible en:

[http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5813/Aranibar Tito Gledy Mabel.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5813/Aranibar_Tito_Gledy_Mabel.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ARENAS RIVERA, Laura Cristina. & HERDIA HERNÁNDEZ, Angie Katherine. “Calidad y germinación de semillas de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) almacenadas artesanalmente por productores”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Bogotá, Colombia. 2018. p.4. [Consulta: 18 de diciembre del 2020]. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/766/1/Trabajo%20de%20grado%20Calidad%20y%20germinaci%C3%B3n%20de%20semillas%20de%20quinua%20Chenopodium%20quinoa%20Willd.%20almacenada.pdf>

ARISTA MUÑOZ, Jenny Milagros. & RAMÍREZ MILLA, Lucenia Agustina. “Sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de quinua (*Chenopodium quinoa W.*) y chia blanca (*Salvia hispánica L.*) usando glicerol en la elaboración de galletas enriquecidas”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería Agroindustrial). Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú. 2018. p.134. [Consulta: 12 de enero del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3051/47036.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ASTIZ, V. et al. “Panificación de harinas mezcla de trigo y quinua”. *Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales*. [En línea] (2013). (Argentina). Volumen 3 N° 5. ISSN: 1853-27677. [Consulta: 18 de diciembre del 2020]. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-revista-ciencia-y-tecnologa-de-los-cultivos-indu_4.pdf

AVECILLAS CORELLA, Rodrigo Alejandro. “Estudio de la sustitución parcial de harina de trigo con harina de quinua cruda y lavada en la elaboración de pan”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería en Alimentos). Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador. 2018. p.9. [Consulta: 13 de diciembre del 2020]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/5408/60106_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BERGUESSE, A. et al. “Aprovechamiento integral del grano de quinua Aspectos Tecnológicos, Físicoquímicos, Nutricionales y Sensoriales”. [En línea]. Primera Edición. Córdoba – Argentina. Grasso Florencia V. 2015. p.57. [Consulta: 06 de enero del 2021]. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1846/Aprovechamiento%20integral%20del%20grano%20de%20quinua.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

BERMÚDEZ CALAHORRANO, Walter Andrés. “Determinación del perfil de ácidos grasos de la quinua ecuatoriana (*Chenopodium quinoa WILLD*) variedad INIAP Tunkahuan por

diferentes métodos de extracción”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Químico de Alimentos). Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 2016. p.54. [Consulta: 06 de enero del 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15005/1/T-UCE-0008-QA015-2018.pdf>

BERMÚDEZ NARANJO, Diego. “Evaluación tecnológica de la harina de quinua (*Quenopodium quinoa*) variedad piartal como espesante alimentario obtenida bajo diferentes condiciones de proceso” [En línea] (Trabajo de titulación).(Ingeniería de Alimentos). Universidad de la Salle . Bogota, Colombia. 2017.p.33. [Consulta: 12 de enero del 2021] Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1075&context=ing_alimentos

BRUIN, A. Investigation of the food value of quinoa and cañihua seeds. Royal tropical institute, of tropical products. [En línea] 1964. [Consulta: 07 de enero del 2021]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/toc/17503841/1964/29/6>

CAICEDO GUACANEME, Diana Patricia. & TORRES ORTÍZ, Katherine Sofía. “Efecto de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) sobre las propiedades de volumen, textura y estabilidad en los panes”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 2015. p.42. [Consulta: 04 de enero del 2021]. Disponible en: https://issuu.com/maosabo/docs/tesis_finalizada_efecto_de_la_harin

CAÑAR SOLANO, César Andrés. “Evaluación agronómica de tres herbicidas postemergente en el control de malezas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa W.*), en la comunidad de bolívar, provincia del Carchi”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero Agrónomo). Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo Ecuador.. 2017. p.31. [Consulta: 07 de enero del 2021]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3226/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000048.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CARRASCO VELASCO, Luis Armando & SOTO CHICAIZA, Gladys Maribel. “Alternativas para la industrialización de barras energéticas a partir de la quinua (*Chenopodium quinoa*), amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) y chía (*Salvia hispánica L.*) Con tres tipos de jarabes: miel de agave, miel de abeja y glucosa en los laboratorios académicos de la carrera de ingeniería agroindustrial de la universidad técnica de Cotopaxi en el período 2015”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería Industrial). Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador. 2015. p.76. [Consulta: 23 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2639/1/T-UTC-00175.pdf>

CARRERO, J. et al. “Efectos Cardiovasculares de los Ácidos Grasos Omega-3 y Alternativas para Incrementar su Ingesta”. *Nutrición Hospitalaria*. [En línea]. (2005). (España). Volumen 20 N° 1. ISSN: 0212-1611. pp.63-64. [Consulta: 07 de enero del 2021]. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v20n1/alimentos1.pdf>

CASAS, N. COTE, S., MONCAYO, D. & GONZÁLEZ, G. “Usos potenciales de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) en la industria alimentaria”. [En línea] 2016. p.70. [Consulta: 07 de enero del 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/324672750_Usos_potenciales_de_la_quinua_Chenopodium_quinoa_Willd_en_la_industria_alimentaria

CAZARES TORRES, María José. “Evaluación físico-química y farinográfica de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) obtenida en los pasajes de molienda de la industria “Molinos”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería en Alimentos). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. 2011. p.39. [23 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://192.188.46.193/bitstream/123456789/834/1/AL460%20Ref.%203353.pdf>

CERRON MERCADO, Francis Gladys. “Efectos de temperatura y tiempo en el desamargado y secado de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*)”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería en Industrias Alimentarias). Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú. 2013. p.47. [Consulta: 28 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2672/Cerron%20Mercado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CERVILLA, N. et al. “Determinación del contenido de aminoácidos en harinas de quinua de origen argentino. Evaluación de su calidad proteica”. [En línea]. (2012). [Consulta: 28 de diciembre del 2020]. Disponible en: http://www.revistasan.org.ar/pdf_files/trabajos/vol_13/num_2/RSAN_13_2_107.pdf

CHITO, D., ORTEGA, R., AHUMADA, M. “Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) versus soja (*Glycine max* [L.] Merr.) en la nutrición humana: revisión sobre las características agroecológicas, de composición y tecnológicas”. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. [En línea]. (2017). (España). Volumen 21 N° 2. p.189. [Consulta: 08 de enero del 2021]. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/renhyd/v21n2/2174-5145-renhyd-21-02-184.pdf>

CORREA ESTUPIÑAN, Beatríz Madelaide. “Sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) para elaboración de pan de molde.”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería en Alimentos) Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador. 2017. p.33. [Consulta: 21 de diciembre del 2020]. Disponible en:

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11159/1/CORREA%20ESTUPI%c3%91A%20BEATRIZ%20MADELAINE.pdf>

DE LA CRUZ QUISPE, Wilmer Hugo. “Complementación proteica de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y suero en pan de molde y tiempo de vida útil”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Magíster). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 2009. p.97. [Consulta: 12 de enero del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1742/TAL15.121-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DEMIN, M. et al. “Buckwheat and quinoa seeds as supplements in wheat bread production”. *Hemjska Industrija*. [En línea]. (2013). (Estados Unidos). Volumen 61 N° 1. ISSN: 6646-6331. pp. 116-117. [Consulta: 20 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0367-598X/2013/0367-598X1200048D.pdf>

DÍAZ RUÍZ, Marita Claudia. “Optimización del proceso de elaboración de pan sustituyendo harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y harina de quinua (*Chenopodium quinoa*)”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería Agroindustrial). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. 2015. p.12. [Consulta: 12 de enero del 2021]. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4289/DIAZ%20RUIZ%20MARITA%20CLAUDIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FUENTES, F. & PAREDES, X. “Estado del Arte de la Quinoa en el mundo en 2013”. [En línea]. 2014. [Consulta: 09 de enero del 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/259948458_Perspectivas_Nutraceuticas_de_la_Quinoa_a_Propiedades_Biologicas_y_aplicaciones_funcionales

GANDARILLAS, H. Botánica; Genética y origen. En: La quinua y la kañiwa, cultivos andinos. (1979). [Consulta: 09 de enero del 2021]. Disponible: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro09/Cap3_2.htm

GALINDO LUJÁN, Rocio del Pilar. “Comparación nutricional de harinas de quinua: extruida, insuflada y sometida a cocción, para la elaboración de una bebida en polvo”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero en Industrias Alimentarias). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 2018. p.38-39. [Consulta: 12 de enero del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3485/galindo-lujan-rocio-del-pilar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GARCÍA GARCÍA, Diana Paola. “Desarrollo de un producto de panadería con harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*)”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 2011. p.43. [Consulta: 05 de enero del 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/reader/11054290>

GARCÍA, M. et al. “Descripción de las saponinas en quinua (*Chenopodium quinoa willd*) en relación con el suelo y el clima: Una revisión”. *Revistas SENA*. [En línea]. 2013. (Colombia). Volumen 82 N° 2. ISSN: 2256-5035. pp. 244-246. [Consulta: 20 de diciembre del 2020]. Disponible en: http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/1451/1918

GONZÁLEZ, M. et al. Chemical characteristics and mineral composition of quinoa by nearinfrared spectroscopy. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. [En línea]. 2013. (Estados Unidos) Volumen 92. N°6. ISSN:1222-1229. p.12-13. [Consulta: 12 de enero del 2021]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.6325>

EL UNIVERSO. La quinua se diversifica en snacks, cereales, apanadura y bebidas para abrirse mercados. 2020. [en línea]. [Consulta: 15 de diciembre del 2020]. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/10/12/nota/8011669/ecuador-quinua-pequenos-productores-agricolas-necesidades>

EXPO INDUSTRIA 2021. “Hechos y cifras”. [En línea] 2021. [Consulta: 05 de enero del 2021]. Disponible en: <https://www.expoindustriaec.com/hechos-y-cifras/#1582499521242-737004eb-d42a>

FLEISCHMANN. Manual de Panadería. [En línea] 2002. [Consulta: 05 de enero del 2021]. Disponible en: https://issuu.com/partnercomunicacion5/docs/recetario_andino_baja

HERNÁNDEZ, J. “La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus”. *Revista Cubana de Endocrinología*. [En línea]. (2015). (Cuba). Volumen 26 N° 3. ISSN: 1561-2953. pp. 15-17. [Consulta: 05 de enero del 2021]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/end/v26n3/end10315.pdf>

IBARRA, A. “Estudio de mercado de quinua para su exportación a la Unión Europea”. *Observatorio de la Economía Ecuatoriana*. [En línea]. (2019). [Consulta: 18 de enero del 2021] ISSN: 1696-8352. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/oe/2019/07/estudio-mercado-quinua.html#:~:text=La%20proyecci%C3%B3n%20de%20exportaci%C3%B3n%20de,los%20resultados%20tienen%20tendencia%20decreciente>.

IICA, “Manual de Producción de quinua de calidad en el Ecuador”. [En línea] 2011. [Consulta: 04 de enero del 2021]. Disponible en: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XL2012001510>

JIMÉNEZ MARZARN, Cinthia Alexandra. & LANDA ROBLES, Yuleisi Carolina. “Propiedades nutricionales y funcionales de las distintas harinas utilizadas para la elaboración de un pan de alto valor nutricional.” [En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciada en Nutrición Humana). Universidad Estatal de Milagro. Milagro, Ecuador. 2018. p.10. [Consulta: 10 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/4235/3/PROPIEDADES%20NUTRICIONALES%20Y%20FUNCIONALES%20DE%20LAS%20DISTINTAS%20HARINAS%20UTILIZADAS%20EN%20LA%20ELABORACION%20DE%20UN%20PAN%20DE%20ALTO%20VALOR%20NUTRICIONAL.pdf>

JERÉZ GARCÉS, Darwin Ernesto. “Industrialización de granos andinos “elaboración de pan integral de quinua (*Chenopodium Quinoa Willd*) y amaranto (*Amaranthus Caudatus. L*)”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería Agroindustrial). Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador. 2017. p.19. [Consulta: 04 de enero del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4193/1/UTC-PC-000108.pdf>

LEDESMA QUIROGA, Carla & ESCALERA VÁSQUEZ, Ramiro. “Evaluación de la calidad nutricional y morfología del grano de variedades amargas de quinua beneficiadas en seco, mediante el novedoso empleo de un reactor de lecho fluidizado de tipo surtidor”. *Investigación & Desarrollo*. [En línea]. 2010. (Bolivia). Volumen 10 N° 1. ISSN: 2306-0603 pp. 61-63. [Consulta: 10 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://www.upb.edu/revista-investigacion-desarrollo/index.php/id/article/view/66/193>

LÍDERES. “La industria panificadora se halla en crecimiento”. [En línea]. (2019). [Consulta: 22 de diciembre del 2020]. Disponible en: <https://www.revistalideres.ec/lideres/industria-panificadora-crecimiento-ecuador-produccion.html>

Luz María Paucar-Menacho “Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de soya en las características tecnológicas y sensoriales de cupcakes destinados a niños en edad escolar” *Scientia Agropecuaria*. [En línea]. (2016). (Perú). 7 (2): 121 – 132 [Consulta: 10 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v7n2/a05v7n2.pdf>

MÁRQUEZ VILLACORTA, Luis Francisco & PRETELL VÁSQUEZ, Carla Consuelo. “Evaluación de características de calidad en barras de cereales con alto contenido de fibra y proteína”. *Bioteología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*. [En línea]. (2018). (Perú).

Volumen 16 N° 2. ISSN: 1692-3561. pp.70-72. [Consulta: 22 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v16n2/1692-3561-bsaa-16-02-00067.pdf>

MARTÍNEZ, A. et al. “Proteínas y péptidos en nutrición enteral”. *Nutrición Hospitalaria*. [En línea] 2006. (España), Volumen 21 N° 2. ISSN: 1909-9959., p.5. [Consulta: 05 de enero del 2021]. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21s2/original1.pdf>

MEDINA ARRIETA, Daniela Elena. & MARTÍNEZ TORES, Mauricio Andrés. “Desarrollo de un producto alimentario panificable tipo pan blando a partir de harina de trigo, yuca y quinua”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero Agroindustrial). Universidad de Sucre. Sinsalejo, Colombia. 2018. p.28-31. [Consulta: 10 de diciembre del 2020]. Disponible en: <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/646/1/T664%20M491.pdf>

MENDOZA, D. & PALACIOS, F. “Elaboración y valoración del hierro en el pan enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* w.) y soja (*Glycine max*)”. *Revista científica de Ciencias de la Salud*. [En línea]. (2013). (Perú). Volumen 6 N° 6. ISSN: 2306-0603 pp. 61-62. [Consulta: 10 de diciembre del 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326309649_Elaboracion_y_valoracion_del_hierro_en_el_pan_enriquecido_con_harina_de_quinua_Chenopodium_quinoa_w_y_soja_Glycine_max

MESAS, J, & ALEGRE, M. “El pan y su proceso de elaboración”. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. [En línea]. (2012). (España). Volumen 3 N° 5. ISSN: 1135-8122. p.308. [Consulta: 04 de enero del 2021] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/724/72430508.pdf>

MEYHUAY, M. “Quínua. Operaciones Poscosecha”. *FAO*, [En línea]. [Consulta: 19 de enero del 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-ar364s.pdf>

MIRA VÁSQUEZ, José Miguel & SUCOSHAÑAY VILLALVA, Diego Javier. “Caracterización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) producida en la provincia de Chimborazo, Ecuador”. *Perfiles*. [En línea]. (2016). (Ecuador). Volumen 16 N° 2. ISSN: 1390-5740. pp. 29-31. [Consulta: 07 de enero del 2021] Disponible en <http://ceaa.esPOCH.edu.ec:8080/revista.perfiles/faces/Articulos/Perfiles16Art4.pdf>

MONTUFAR ALMEIDA, Tania Belén. “Estudio de la sustitución parcial de harina de trigo con harina de quinua cruda y tostada en la elaboración de pan”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería en Alimentos) Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador. 2015. p.56. [Consulta: 20 de diciembre del 2020]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14314/1/64281_1.pdf

MUJICA, A. et al. Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*); Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. (2001). FAO. [Consulta: 03 de enero del 2021]. Disponible en: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdro/m/contenido/libro03/home03.htm

MUÑOZ, María. Monografía de la quinoa y comparación con amaranto. Asociación Argentina de Fitomedicina. [Consulta: 03 de enero del 2021]. Disponible en: http://fitomedicina.org/old/archivos/quinoa_y_amaranto_estudios_comparativos.pdf

NASCIMENTO, A. et al. Characterisation of nutrient profile of quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus caudatus*), and purple corn (*Zea mays L.*) consumed in the North of Argentina: Proximates, minerals and trace elements. [En línea] 2014. [Consulta: 04 de enero del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814613014209?via%3Dihub>

NOWAK, V. et al. Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). [En línea]. 2016. [Consulta: 04 de enero del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814615003027>

ORDÓÑEZ BRAVO, Gloria Verónica & OVIEDO ANCHUNDIA, Rodrigo Javier. “Alternativa de aprovechamiento de harinas no tradicionales para la elaboración de pan artesanal.” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería en Alimentos). Escuela Superior Politécnica del Litoral . Guayaquil. Ecuador. 2010. p.3. [Consulta: 04 de enero del 2021]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/14428/4/Elaboraci%C3%B3n%20de%20Pan%20Artesanal.pdf>

PACHECO ALFARO, Angeleth Rosemary. “Elaboración de panes sin gluten utilizando harina de quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*) y almidón de papa (*Solanum tuberosum*)”. En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería en Industrias Alimentarias). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 2016. p.71. [Consulta: 04 de enero del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2605/Q02-P323-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PACHECO ZENTENO, Sonia. “Barras de cereales energéticas y enriquecidas con otras fuentes vegetales”. *Investigación Universitaria*. [En línea]. (2014). (Perú). Volumen 3 N° 2. p.59. [Consulta: 03 de enero del 2021] ISSN: 2078-4015. pp.58-59. [Consulta: 04 de enero del 2021]. Disponible en: <https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/riu/article/view/678>

PAJARITO PARKER, Jose Luis Manuel. “Obtención y caracterización de la harina integral de quinoa orgánica”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería en Alimentos) Universidad de Chile. Santiago, Chile. 2005. p.23-25. [Consulta: 20 de diciembre del 2020]. Disponible en: http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2005/pajarito_j/sources/pajarito_j.pdf

PALOMBINI, S. et al. Evaluation of nutritional compounds in new amaranth and quinoa cultivars. *Food Science and Technology*. [En línea]. (2013). (Estados Unidos). Volumen 33 N° 2. p.59. ISSN: 0101-2061. pp.3340-341. [Consulta: 03 de enero del 2021]. Disponible en: http://www.scielo.br/pdf/cta/v33n2/aop_cta_6025.pdf

PERALTA, E. “la quinua en ecuador estado del arte”. *INIAP*. [En línea]. (2009). (Ecuador). [Consulta: 04 de enero del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/805/1/iniapsclgaq1.pdf>

PÉREZ CÓRDOVA, Álvaro Rigoberto. “El desconocimiento del valor nutritivo de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) y la incidencia en el consumo en niños de edad escolar de la parroquia el rosario del cantón Pelileo”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería Quiímica). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. 2007. p.15. [Consulta: 04 de enero del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3388/3/PAL140.pdf>

QUELAL, M. et al. “Obtención y caracterización de un hidrolizado proteico de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd)”. *Enfoque UTE*. [En línea]. (2019). (Ecuador). Volumen 10 N° 2. ISSN: 1390-9363. pp. 82-83. [Consulta: 04 de enero del 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/334096252_Obtencion_y_Caracterizacion_de_un_Hidrolizado_Proteico_de_Quinoa_Chenopodium_quinoa_willd

QUENTA MAQUERA, Luz María & VERAPIENTO SALAS, Giuliana. “Obtención de harina de quinua malteada (*Chenopodium quinoa willd*) y suplementada en minerales esenciales: fierro, calcio, magnesio y zinc.” [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería Química). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa . Arequipa, Perú. 2017. p.18. [Consulta: 10 de enero del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3168/IQqumalm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RAMÍREZ MIRANDA, Evelyn Jacqueline. “Elaboración de sopa deshidratada a partir de germinado y hojas de quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd) y arveja (*Pisum sativum*)”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero en Industrias Alimentarias). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 2015. p.66-68. [Consulta: 17 de enero del 2021]. Disponible en:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2178/Q02-R355-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RAMÍREZ GARCÍA, Germania Lilibeth. & ESTEFANO QUINTO, María Fernanda.

“Características funcionales y nutricionales de la quinua y el amaranto, para mejorar el estado nutricional de los preescolares en Ecuador”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura en Nutrición Humana). Universidad Estatal de Milagro. Milagro, Ecuador. 2018. p.11. [Consulta: 11 de enero del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/3983/1/CARACTER%C3%8DSTICAS%20FUNCIONALES%20Y%20NUTRICIONALES%20DE%20LA%20QUINUA%20Y%20EL%20AMARANTO%2C%20PARA%20MEJORAR%20EL%20ESTADO%20NUTRICIONAL.pdf>

REYES MONTAÑO, Edgar Antonio. “Componente nutricional de diferentes variedades de quinua de la región andina”. *AVANCES*. Investigación en Ingeniería. [En línea]. (2006). (Colombia). Volumen 1 N° 5. pp. 90-91. [Consulta: 07 de enero del 2021]. Disponible en: http://www.med-informatica.net/TERAPEUTICA-STAR/Quinua_ComposicionNutricionalVariedadesAndina_2006_r5_art10.pdf

ROJAS, W. et al. “La diversidad genética de la quinua: potenciales usos en el mejoramiento y agroindustria”. *IIAREM*. [En línea]. (2016). (Bolivia). Volumen 3 No 2. ISSN: 2518-6868. pp. 117-118. [Consulta: 07 de enero del 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v3n2/v3n2_a01.pdf

ROJAS, C. et al. “Descripción del ciclo fenológico de cuatro ecotipos de (*Chenopodium quinua* Willd.), en Puracé – Cauca, Colombia. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. [En línea]. (2018). (Colombia). Volumen 16 N° 2. p.28. ISSN: 1692-3561. [Consulta: 07 de enero del 2021] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v16n2/1692-3561-bsaa-16-02-00026.pdf>

ROMO, A. et al. “Potencial nutricional de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa w*) variedad piartal en los andes colombianos primera parte”. *Bioteología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial*. [En línea]. (2006). (Colombia). Volumen 4 N° 1. ISSN: 1692-3561. pp. 115-116. [Consulta: 07 de enero del 2021] Disponible en: <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/bioteologia/article/view/639/271>

RUIZ SERRANO, María del Cisne. “Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L) por mezcla de quinua, avena y soya para la elaboración de galletas semiblanda con frutos secos”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería en Alimentos) Universidad Técnica de

Machala. Machala, Ecuador. 2015. p.39. [Consulta: 22 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2878/1/CD000016-TRABAJO%20COMPLETO-pdf>

SÁENZ, L. et al. “Uso de harina de hojas de quinua (*Chenopodium quinoa*) como ingrediente innovador, para la elaboración de alimentos de uso humano”. *IDESIA*. [En línea]. (2018). (Chile). Volumen 36 N° 2. ISSN 0718-3429. pp: 235-237. [Consulta: 22 de diciembre del 2020]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292018000200233

SALAZAR QUISHPE, Diana Carolina. “Estudio de la sustitución parcial de harina de trigo con harina de quinua cruda y tostada en la elaboración de pan”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería en Alimentos) Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador. 2015. p.18. [Consulta: 20 de diciembre del 2020]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14405/1/61827_1.pdf

SANDOVAL, G., et al. “Estudio reológico de las mezclas de harinas trigo (*Triticum vulgare*), cebada (*Hordeum vulgare*) y papas (*Solanum tuberosum*) para la utilización en la elaboración de pan”. *Scientia Agropecuaria*. [En línea]. (2012). (Perú). Volumen 3 N° 2. ISSN 2077-9917. pp.24-25. [Consulta: 20 de diciembre del 2020]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3986178>

SANHUEZA, J. et al. “Acido linoleico conjugado: un ácido graso con isomería trans potencialmente beneficioso” *Revista Chilena de Nutrición*. [en línea], 2002, (Chile) Volumen 29, N° 2, p.1 [Consulta: 04 de enero del 2021]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182002000200004

SILVA NÚÑEZ, Mónica Paola & PRÓCEL MARIDUEÑA, Diana Marlene. “Proyecto de Inversión para la comercialización de barras energéticas a base de quinua en la ciudad de Guayaquil”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería en Gestión Empresarial Internacional) Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 2015. p.2. [Consulta: 22 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/8648/1/T-UCSG-PRE-ECO-GES-407.pdf>

SIMBIOSIS.COM. “Todo lo que debes saber sobre las harinas”. [En línea]. s/f. [Consulta: 19 de enero del 2021]. Disponible en: <https://www.cooperativasimbiosis.com/harinas/>

SOTO, L. et al. “Normas Técnicas Andinas para Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y productos procesados (hojuelas y harina)”. [En línea]. 2010. [Consulta: 19 de enero del 2021]. Disponible en: <http://laquinua.blogspot.com/2010/10/normas-tecnicas-andinas-para-quinua.html>

TAPIA, M. et al. La quinua y la kañiwa cultivos andinos. *Instituto Ineramericano de Ciencias Agrícolas*. [En línea]. (1979). (Colombia). ISBN: 0-88936-200-9. p.20-37.[Consulta: 20 de diciembre del 2020]. Disponible en https://books.google.com.ec/books?id=FfemqEmGXysC&pg=PA20&dq=planta+de+quinua&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKewifhcGI_5vuAhVmFlkFHd8tBzsQ6AEwBXoECAUQA#v=onepage&q=planta%20de%20quinua&f=false

TAPIA, M. Cultivos andinos subexplotados y su contribución a la alimentación. [En línea]. (2000). [Consulta: 22 de diciembre del 2020]. Disponible en: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro10/home10.htm

TEJERO, F. Sal en la panificación. [En línea] 2013. [Consulta: 22 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://www.franciscotejero.com/tecnicas/la-sal-en-panificacion/>

TOAPANTA SÁNCHEZ, Irene del Pilar. “Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*), var. tunkahuán en el sector querochaca, cantón Cevallos, provincia de Tungurahua”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero Agrónomo). Universidad Técnica de Ambato. Cevallos, Ecuador. 2016. p.3. [Consulta: 21 de diciembre del 2020]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18301/1/Tesis-117%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20372.pdf>

TOAPANTA, M. “Caracterización de aislados proteicos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y su digestibilidad gástrica y duodenal (in vitro)”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniera en Alimentos). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. 2016. p.37. [Consulta: 22 de diciembre del 2020]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/22858/1/AL597.pdf>

TOAPANTA SÁNCHEZ, Irene del Pilar. “Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*), var. Tunkahuán en el sector Querochaca, cantón Cevallos, provincia de Tungurahua”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniera Agrónoma). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. 2016. p.40. [Consulta: 22 de diciembre del 2020]. Disponible en:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18301/1/Tesis-117%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20372.pdf>

TOAPANTA, M. & QUISHPE, A. “Proyecto de factibilidad para la creación de una panadería y pastelería en la parroquia de Cotocollao de la ciudad de Quito”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniera en Contabilidad y Auditoría, Contadora Publica Autorizada). Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 2017. p.5. [Consulta: 28 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16038/1/T-UCE-0003-CAD-037CA.pdf>

UMAÑA, J, et al. “Caracterización de harinas alternativas de origen vegetal con potencial aplicación en la formulación de alimentos libres de gluten”. *Alimentos Hoy*. [En línea]. (2013). (Colombia). Volumen 22 N° 29. p.35. [Consulta: 07 de enero del 2021] ISSN: 2027-291X. Disponible en: <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/230/223>

VERA, J., ASTELE, F. & TACORA, R. “Perfil de ácidos grasos en granos tres cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) sometidos a tres tipos de procesamiento”. *Rev. Investig. Altoandín*. [En línea]. (2014). (Perú). Volumen 16 N° 1. p.16. [Consulta: 03 de enero del 2021] ISSN: 2306-8582. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/190230936.pdf>

VILLA CHUCUCA, Silvia Patricia. & MEJÍA PINOS, Juan Oswaldo. “Desarrollo de recetas de pastelería aplicando siete harinas alternativas.” [En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciado en Gastronomía y Servicios de Alimentos y Bebidas). Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. 2015. p.20-p23. [Consulta: 10 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23199/1/Monograf%C3%ADa.pdf>

WAHLI, C. Quinoa hacia su cultivo Comercial. [En línea]. 2002. [Consulta: 10 de diciembre del 2020]. Disponible en: <https://isbn.cloud/9789978990131/quinoa-hacia-su-cultivo-comercial/>

ZEA, C. “Determinación biológica de la calidad proteica en harina de quinua extruida de la variedad negra collana”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero Agróindustrial). Universidad Nacional del Atiplano-Puno. Puno, Perú.. 2011. p.38. [Consulta: 21 de diciembre del 2020]. Disponible en: http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3367/Zea_Zea_Cecilia.pdf?sequence