



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

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN
NUTRICIONAL DEL CHOCHO, QUINUA Y CHACHAFRUTO, Y
SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE PAN”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para obtener el grado académico de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTORA: ARIANNA SAMANTHA TOAPANTA MORENO

DIRECTOR: ING. JESÚS RAMÓN LÓPEZ SALAZAR. Mgs

Riobamba-Ecuador

2023

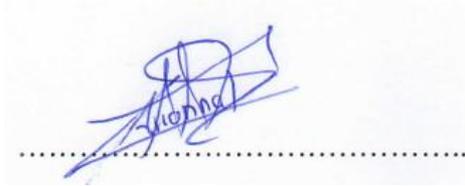
© 2023, Arianna Samantha Toapanta Moreno.

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, **ARIANNA SAMANTHA TOAPANTA MORENO**, 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 autor 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, 24 de enero del 2023.



ARIANNA SAMANTHA TOAPANTA MORENO

CI: 172664718-1

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

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación: Tipo: Proyecto de Investigación “**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL CHOCHO, QUINUA Y CHACHAFRUTO, Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE PAN**”, realizado por la señorita: **ARIANNA SAMANTHA TOAPANTA MORENO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal 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. Paola Fernanda Arguello Hernández PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		<u>2023/01/24</u>
Ing. Jesús Ramón López Salazar, MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		<u>2023/01/24</u>
Ing. Iván Patricio Salgado Tello ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		<u>2023/01/24</u>

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados que es mi formación profesional. A mi madre por ser el pilar más importante, por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, ayudándome en las buenas y en las malas y lo sigue haciendo, además de haberme dado la vida, siempre confió en mí y nunca me abandonó. Mis hermanos Cristian, Ariel, Gabriela y a mi mascota Sasha por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me dieron a lo largo de esta etapa de mi vida.

Arianna

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mi familia por darme todo su apoyo y por haberme dado la oportunidad de formarme en esta prestigiosa universidad, en especial a mi hermano Cristian por brindarme los recursos necesarios junto con mi madre, gracias por ayudarme a cumplir uno de mis objetivos. A mi tutor, por haberme guiado, en la elaboración de este trabajo de titulación y a todos los docentes de la facultad que a lo largo de mi carrera universitaria me han brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores. Así como también a cada uno de mis compañeros que conocí a lo largo de la carrera, dejándome lecciones de vida que me han permitido ser una mejor persona.

Arianna

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	3
1.1. El pan	3
1.1.1. Materia Prima	3
1.1.1.1. <i>Harina</i>	3
1.1.1.2. <i>Agua</i>	4
1.1.1.3. <i>Sal</i>	4
1.1.1.4. <i>Levadura</i>	4
1.1.1.5. <i>Otros ingredientes</i>	5
1.1.2. Elaboración de pan	5
1.1.3. Tipos de Pan	7
1.2. El Gluten	8
1.2.1. Composición del gluten	8
1.2.1.1. <i>Las gliadinas</i>	8
1.2.1.2. <i>Las gluteninas</i>	8
1.3. Chocho (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>)	9
1.3.1. Variedad del chocho	10
1.3.2. Taxonomía del Chocho	10

1.3.3. Descripción Botánica	11
1.3.4. Propiedades nutricionales	12
1.3.5. Desamargor del Choco	12
1.3.5.1. <i>Método de desamargor tradicional</i>	13
1.3.5.2. <i>Método de germinación</i>	13
1.3.5.3. <i>Método de fermentación</i>	14
1.3.6. Harina de Chocho	14
1.3.6.1. <i>Composición química y valor nutricional de la harina Chocho</i>	16
1.4. Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>)	16
1.4.1. Taxonomía de la Quinoa	17
1.4.2. Descripción Botánica	17
1.4.3. Variedades de la quinoa	19
1.4.4. Razas de quinoa	19
1.4.5. Propiedades nutricionales	20
1.4.6. Harina de quinoa	22
1.4.6.1. <i>Composición química y valor nutricional de la harina quinoa</i>	23
1.5. Chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>)	23
1.5.1. Taxonomía del Chachafruto	24
1.5.2. Descripción Botánica	24
1.5.3. Propiedades nutricionales	26
1.5.4. Usos del chachafruto	26
1.5.5. Harina del chachafruto	27
1.5.5.1. <i>Composición química y valor nutricional de la harina Chachafruto</i>	28

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO	29
2.1. Diseño de la experimentación	29

2.1.1. Enfoque de la investigación.....	29
2.1.2. Nivel de investigación.....	29
2.1.3. Tipo de investigación.....	29
2.2. Diseño Metodológico	30
2.2.1. Fuentes de información.....	30
2.3. Materiales.....	30
2.3.1. Protocolo de búsqueda	31
2.3.1.1. Identificación y selección de la información	31
2.3.1.2. Criterios de Selección.....	31
2.3.2. Análisis de la calidad de la información.....	32

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
3.1. Composición nutricional de la harina de chocho, quinua y chachafruto.	33
3.1.1. Composición nutricional de la harina de chocho (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)	33
3.1.2. Composición nutricional de la harina de quinua (<i>Chenopodium quinua</i>)	35
3.1.3. Composición nutricional de la harina de chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>).....	38
3.2. Comparación nutricional de los tres tipos de harinas.....	39
3.3. Elaboración de pan con la incorporación de los tres tipos de harinas	42
3.3.1. Sustitución de harina de trigo con harina de chocho en la elaboración de pan.	42
3.3.2. Sustitución de harina de trigo con harina de quinua en la elaboración de pan.	43
3.3.3. Sustitución de harina de trigo con harina de chachafruto en la elaboración de pan.	45
3.4. Análisis del pan con harina sustituida	46
CONCLUSIONES.....	50
RECOMENDACIONES.....	50

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación taxonómica del chocho (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>).....	11
Tabla 2-1:	Composición porcentual del chocho	12
Tabla 3-1:	Composición química de la harina de chocho	16
Tabla 4-1:	Taxonomía de la quinua.....	17
Tabla 5-1:	Valor nutritivo del grano y de la hoja de quinua	21
Tabla 6-1:	Comparación del valor nutritivo de la quinua con la carne y el huevo	21
Tabla 7-1:	Composición porcentual de la harina de quinoa.....	23
Tabla 8-1:	Taxonomía del Chachafruto.....	24
Tabla 9-1:	Composición de la semilla de Chachafruto por cada 100 g.....	26
Tabla 10-1:	Composición porcentual de la harina de Chachafruto	28
Tabla 1-3:	Composición nutricional de la harina de chocho (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>).....	33
Tabla 2-3:	Composición nutricional de la harina de quinua (<i>Chenopodium quinua</i>).....	36
Tabla 3-3:	Composición nutricional de la harina de chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>)	38
Tabla 4-3:	Comparación nutricional de las harinas	40
Tabla 5-3:	Sustitución de harina de trigo con harina de chocho en la elaboración de pan.	42
Tabla 6-3:	Sustitución de harina de trigo con harina de quinua en la elaboración de pan.....	43
Tabla 7-3:	Sustitución de harina de trigo con harina de chachafruto en la elaboración de pan.	45
Tabla 8-3:	Características organolépticas y físicas del pan con harina sustituida.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Formación del gluten de trigo.....	9
Figura 2-1: Chocho (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>)	10
Figura 3-1: Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>)	18
Figura 4-1: Floración del chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>).....	25
Figura 5-1: Frutos del árbol de <i>Erythrina edulis</i>	25

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1:	Diagrama del proceso de elaboración de pan	6
Gráfico 2-1:	Diagrama para la obtención de la harina de chocho	15
Gráfico 3-1:	Flujograma del proceso para la obtención de harina de quinoa	22
Gráfico 4-1:	Flujograma de las semillas de Chachafruto.....	27
Gráfico 1-2:	Tipos de fuentes bibliográficas	32

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue realizar un análisis nutricional de tres harinas: chocho, quinua y chachafruto, con el fin de conocer su aplicación en la industria de la panificación. Para lo cual se realizó un análisis descriptivo, cualitativo y de revisión bibliográfica, comparando resultados de varios estudios, tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, mediante la reelección, selección y análisis de la información, basándose en una investigación de tipo documental de diferentes tipos de literatura, tesis de pre y posgrado e informes de investigación, ya sea en idioma de inglés y español, que tengan como año de publicación comprendida en el periodo 2010 a 2022. Tanto de universidades extranjeras y centros educativos del Ecuador, por medio de los buscadores, del cual presentaron resultados cuantitativos de la composición físico-química de la harina de chocho, quinua y chachafruto y del producto elaborado a base de ellas. En cuanto a la composición nutricional de las tres harinas, se evidencia que la harina de chocho demuestra ser un producto con alto contenido proteico (45,98% de su composición total), grasas (20,66%) y un bajo contenido en carbohidratos, mientras que la harina de chachafruto y quinua presentaron un menor valor proteico (21,13% - 13,92%) pero con un alto contenido de carbohidratos. Se concluyó que estas harinas pueden ser utilizadas como una alternativa para la alimentación por su gran aporte nutricional, en productos de panadería. Se recomienda realizar un estudio de granulometría de la harina de chocho, quinua y chachafruto, para determinar si influyen en las características físicas y sensoriales del pan.

Palabras clave: <COMPOSICIÓN NUTRICIONAL> <CHACHAFRUTO> <SUSTITUCIÓN PARCIAL> <VOLUMEN ESPECÍFICO> <LEGUMINOSAS>



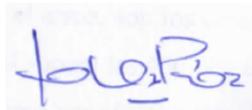
0286-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

The objective of this research was to carry out a nutritional analysis of three flours: chocho, quinoa and chachafruit, in order to know their application in the baking industry. For which a descriptive, qualitative and literature review analysis was performed. Research was carried out based on with information from undergraduate and graduate theses and research reports, either in English and Spanish, within a range of publication between 2010 and 2022, both from foreign universities and educational centers in Ecuador using search engines. The investigations presented quantitative results of the physicochemical composition of chocho, quinoa and chachafruit flour and the products made from them. Regarding the nutritional composition of the three flours, it is evident that chocho flour shows a high protein content (45.98% of its total composition), fats (20.66%) and a low carbohydrate content, while the chachafruit and quinoa flours showed a lower protein value (21.13% - 13.92%) but with a high carbohydrate content. It was concluded that these flours can be used as an alternative in bakery products because of their high nutritional value. A granulometry study of chocho, quinoa and chachafruit flours is recommended to determine if they influence the physical and sensory characteristics of bread.

Keywords: <NUTRIENT COMPOSITION>, <CHACHAFRUIT>, <PARTLY SUSTAINED>, <SPECIFIC VOLUME>, <LEGUMINOUS>.

0286-DBRA-UPT-2023



.....
Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco
0602698904

INTRODUCCIÓN

Según la FAO (2011 p.8), la región de los Andes es considerada centro de origen de numerosas especies nativas como la quinua, la misma que durante miles de años fue el principal alimento de las culturas antiguas de los Andes y que está distribuida en diferentes zonas agroecológicas de la región. En la actualidad la quinua se encuentra en franco proceso de expansión porque representa un gran potencial para mejorar las condiciones de vida de la población de los Andes y del mundo moderno. Debido que la quinua es un grano que posee características intrínsecas sobresalientes, tales como: su amplia variabilidad genética, su capacidad de adaptabilidad a condiciones adversas de clima y suelo, así como también su calidad nutritiva, representada por su composición de aminoácidos esenciales constituyéndose en un alimento funcional e ideal para el organismo. En el caso del chocho o tarwi, es una leguminosa que se ha cultivado hace miles de años, perteneciente a la región andina sudamericana comprendida por los países de Perú, Bolivia, Ecuador, Argentina y Chile; y cuyo origen se remonta desde la época prehispánica. Esta leguminosa posee un alto valor nutritivo en donde las proteínas y el aceite constituyen más de la mitad del peso del chocho. Dicha proteína tiene cantidades adecuadas de lisina y cistina, siendo estos aminoácidos esenciales para la vida de los seres humanos.

Con respecto a los estudios sobre el chachafruto, probablemente desde tiempos precoloniales, el árbol de chachafruto ha sido utilizado por los habitantes latinoamericanos de zonas tropicales y subtropicales de Los Andes. Actualmente representa una fuente importante de alimento para los seres humanos y animales en ciertas regiones del continente americano; ya que sus hojas, vainas y semillas tienen un alto valor nutritivo. Siendo las semillas que se destacan por su valor culinario dado su alto contenido proteico, entre otros valores nutritivos, y sabor especialmente agradable al paladar humano (Iniciarte, et al, 2015 p.2).

Considerando el trigo junto a la cebada y el arroz, son los cereales importantes en la producción agrícola en el país, cuyo consumo nacional supera las 450.000 toneladas año, como consecuencia se estima un coeficiente técnico del consumo per cápita promedio de 30 kilos año. Para alcanzar este índice, el Ecuador importa el 99,78% de las necesidades internas y solamente el 0,22% es desarrollado a nivel nacional.

La producción nacional de trigo tiene una productividad promedio estimada en 0,6 toneladas hectárea y la eficiencia promedio mundial es de 1,3 toneladas hectárea, y en los países desarrollados registran las 6,0 toneladas hectárea. Esta característica de la producción ecuatoriana de trigo, requiere que exista una dependencia de las importaciones del cereal para cubrir la demanda nacional, sin volumen de auto suficiencia (Cabezas, 2017 p.16).

Por otra parte, el pan un favorito latinoamericano y mundial, celebra el 16 de octubre día internacional del pan, este es uno de los alimentos básicos en todo hogar. Su historia se remonta al año 4000 a. C. y se ha transformado en un infaltable en la dieta diaria de las personas, con más de 300 variedades.

A nivel mundial Alemania es el país en donde más se consume. Se calcula que los habitantes del país europeo consumen hasta 106 kilos por persona al año. Cabe destacar que el mínimo aconsejable por la Organización Mundial de la Salud es de 90 kilos por persona, para una correcta nutrición. En Latinoamérica, Chile lidera el consumo de pan con un total de 96% por persona al año, siguiéndole Argentina con 76%, Ecuador con 37%, México con 34%, Brasil con 31%, Perú con 30%, Colombia con 22% y Venezuela con 19% (Páez, 2017 p.2).

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. El pan

Los primeros orígenes del pan se remontan en la Época Neolítica, época en la que el hombre ya conoce las semillas y cereales, y sabe que una vez triturados y mezclados con agua da lugar a una masa. Los antepasados al dejar la masa olvidada notaron que está se volvió una torta granulada, seca y aplastada, dando origen a la primera forma de pan (Trespacios et al., 2006 p.2).

El pan es un producto obtenido por la cocción, de una masa fermentada con diferente proceso de elaboración. Entre los principales está el amasado y fermentado. Al añadir agua a la harina de trigo, se forma una masa por hidratación de las proteínas del gluten (gliadina y gluteína) las cuales le otorgan viscosidad, elasticidad y cohesividad. La fermentación se lleva a cabo por la respiración aerobia de la levadura la cual tiene dos funciones: favorecer la maduración de la masa y producir gas para airear la masa y el pan (Matos et al., 2011 p.1).

1.1.1. Materia Prima

Las materias primas utilizadas en la elaboración del pan son harina, agua, sal, levadura y otros componentes. Con la utilización de las 4 primeras conduce a la elaboración de pan común, la ausencia de alguna de ellas o la inclusión de algún componente especial conlleva la elaboración de pan especial (Mesas et al., 2002 p.3).

1.1.1.1. Harina

La harina es un producto obtenido de la molienda del endospermo del grano de trigo limpio, la cual puede obtener aditivos alimentarios. Según la norma INEN 616, 2015 (2015 p.2), hace mención de los dos tipos de harina. La fortificada, un tipo de harina a la cual se le añade aditivos como vitaminas, sales minerales y micronutrientes. Y la integral, harina elaborada conservando todos los elementos de la semilla.

Por otra parte, Mesas & Alegre (2002 p.4) manifiestan, que la composición media de las harinas panificables oscila entre los siguientes valores, con una humedad de 13 - 15%, proteínas: 9 - 14% (85% gluten), almidón: 68 - 72%, cenizas: 0.5 - 0.65%, materias grasas: 1 - 2%, azúcares

fermentables: 1 - 2%, materias celulósicas: 3%, enzimas hidrolíticos: amilasas, proteasas, etc. La legislación española limita al 15% el máximo de humedad, al 9% el mínimo de proteína y al 30% el máximo de acidez de la grasa.

El 85% de las proteínas son Gliadinas y Gluteninas, proteínas insolubles que en conjunto reciben el nombre de gluten debido a su capacidad para aglutinarse cuando se las mezcla con agua dando una red o malla que recibe igualmente el nombre de gluten. Esta propiedad que poseen las proteínas del trigo y que (salvo raras excepciones como el centeno) no poseen las proteínas de otros cereales, es la que hace panificables las harinas de trigo y la que proporciona las características plásticas de la masa de pan.

1.1.1.2. Agua

Es el segundo componente mayoritario de la masa, este hace posible el amasado de la harina. Además, hidrata la harina facilitando la formación del gluten, con ello y con el trabajo mecánico del amasado se le confieren a la masa sus características plásticas: la cohesión, la elasticidad, la plasticidad y la tenacidad o nervio. La presencia de agua en la masa también es necesaria para el desarrollo de las levaduras que han de llevar a cabo la fermentación del pan.

1.1.1.3. Sal

Este no sólo da sabor al pan, sino también hace la masa más tenaz, actúa como regulador de la fermentación, favorece la coloración de la corteza durante la cocción y aumenta la capacidad de retención de agua en el pan.

1.1.1.4. Levadura

En panadería se llama levadura al componente microbiano aportado a la masa con el fin de hacerla fermentar de modo que se produzca etanol y CO₂. Este CO₂ queda atrapado en la masa la cual se esponja y aumenta de volumen. A este fenómeno se le denomina levantamiento de la masa. Los microorganismos presentes en la levadura son principalmente levaduras género (*Saccharomyces cerevisiae*), que son las responsables de la fermentación alcohólica, pero también se pueden encontrar bacterias que actúan durante la fermentación dando productos secundarios que van a conferir al pan determinadas características organolépticas, en concreto una cierta acidez.

1.1.1.5. Otros ingredientes

Sus objetivos son bien aumentar el valor nutritivo del pan o bien proporcionarle un determinado sabor. Su empleo da siempre panes especiales. Entre los más comunes: azúcares, leche, materias grasas, huevos, frutas, etc.

1.1.2. Elaboración de pan

El pan se lo ha elaborado de diversas maneras: sin levadura, blanco, negro, primeramente, de un modo artesanal y luego con maquinarias (Bot, 2008 p.12). Mesas & Alegre (2002) citado por Cando & Gallardo (2020 p.42) manifiesta que las características propias de cada técnica de elaboración y de cada tipo de pan, el proceso de elaboración consta de varias etapas:

- **Pesado:** se lo debe tener en cuenta para un buen producto.
- **Amasado:** para lograr una mezcla homogénea de todos los ingredientes y conseguir, por medio del trabajo físico del amasado, la característica de elasticidad de la masa, así como su perfecta oxigenación.
- **Corte y pesado:** a las piezas se les da el peso justo. Si se trata de piezas grandes se suelen pesar a mano. Si se trata de piezas pequeñas se puede utilizar una divisora hidráulica, pesando a mano un fragmento de masa múltiplo del número de piezas que da la divisora.
- **Boleado:** Consiste en dar forma de bola al fragmento de masa y su objetivo es reconstruir la estructura de la masa tras la división. Puede realizarse a mano, si es baja producción o el tipo de pan así lo aconsejan.
- **Reposo:** se deja descansar la masa para que se recupere de la desgasificación (pérdida de oxígeno) sufrida durante la división y boleado.
- **Formado:** se da la forma que corresponde a cada tipo de pan. Si la pieza es redonda, el resultado del boleado proporciona ya dicha forma. Pero si se desea otra forma de dar a la masa se utiliza un bolillo.
- **Fermentación:** consiste básicamente en una fermentación alcohólica llevada a cabo por levaduras que transforman los azúcares fermentables en etanol, CO₂ y algunos productos secundarios. En el caso de utilizar levadura de masa se producen en menor medida otras fermentaciones llevadas a cabo por bacterias. Esta fase suele realizarse en cámaras de fermentación climatizadas a 30°C y 75% de humedad durante 60 a 90 minutos, aunque los tres parámetros pueden variar según las necesidades del panadero.

- Corte: operación intermedia que se hace después de la fermentación, justo en el momento en que el pan va a ser introducido en el horno. Consiste en practicar pequeñas incisiones en la superficie de las piezas. Su objetivo es permitir el desarrollo del pan durante la cocción.
- Cocción u horneado: Es la última etapa de la transformación de la masa fermentada en pan, lo que conlleva: evaporación de todo el etanol producido en la fermentación, evaporación de parte del agua contenida en el pan, coagulación de las proteínas, transformación del almidón en dextrinas y azúcares menores y pardeamiento de la corteza. La cocción se realiza en hornos a temperaturas que van desde los 180 a los 260°C, eso dependiendo del tipo de pan que se vaya a hornear, aunque el interior de la masa nunca llega a rebasar los 100°C. Tras la cocción y enfriamiento el pan está listo para su consumo, aun así, el proceso completo puede que conlleve rebanado y/o empaquetado.

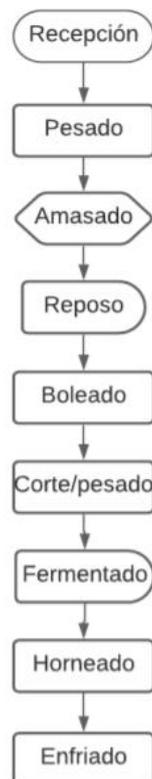


Gráfico 1-1: Diagrama del proceso de elaboración de pan

Fuente: (Cando et al., 2020 p.45).

1.1.3. Tipos de Pan

El Código Alimentario Español diferencia dos tipos de pan.

- **Pan común**, se define como el de consumo habitual en el día, elaborado con harina de trigo, sal, levadura y agua, al que se le pueden añadir ciertos coadyuvantes tecnológicos y aditivos autorizados. Dentro de este tipo se incluyen:
- **Pan bregado**, de miga dura, español o candeal, es el elaborado con cilindros refinadores.
- **Pan de flama o de miga blanda**, es el obtenido con una mayor proporción de agua que el pan bregado y normalmente no necesita del uso de cilindros refinadores en su elaboración.
- **Pan especial**, es aquel que, por su composición, por incorporar algún aditivo o coadyuvante especial, por el tipo de harina, por otros ingredientes especiales (leche, huevos, grasas, cacao, etc.), por no llevar sal, por no haber sido fermentado, o por cualquier otra circunstancia autorizada, no corresponde a la definición básica de pan común. Como ejemplos de pan especial tenemos:

Pan integral, es aquel en cuya elaboración se utiliza harina integral, es decir, la obtenida por trituration del grano completo, sin separar ninguna parte del mismo.

Pan de Viena o pan francés, es el pan de flama que entre sus ingredientes incluye azúcares, leche o ambos a la vez.

Pan de molde o americano, es el pan de corteza blanda en cuya cocción se emplean moldes.

Pan de cereales, es el elaborado con harina de trigo más otra harina en proporción inferior al 51%. Recibe el nombre de este último cereal. Ejemplo: pan de centeno, pan de maíz, etc.

- Pan de huevo, pan de leche, pan de miel y pan de pasas, etc., son panes especiales a los que se añade alguna de estas materias primas, recibiendo su nombre de la materia prima añadida (Mesas et al., 2002 p.3).

1.2. El Gluten

El gluten, es una glucoproteína compuesta a su vez por dos glucoproteínas, la gliadina y la glutenina. Está presente en algunos cereales de consumo habitual como el trigo, la cebada, el centeno y posiblemente la avena, y en otros cereales de consumo menos frecuente como la espelta (también llamada trigo salvaje) o el triticale (híbrido de trigo y centeno) (Martín et al., 2014 p.2).

Parada & Araya (2010 p.4) mencionan que, el gluten es una proteína de bajo valor nutritivo, cuyo uso se masificó debido a su capacidad de retener aire en la matriz proteica facilitando que la masa se adhiera mejor, fenómeno que favorece la elaboración del pan.

1.2.1. Composición del gluten

El gluten del trigo contiene alrededor de 80 % de proteínas, 5 a 10 % de lípidos, almidón residual, carbohidratos y proteínas insolubles en agua atrapadas en la masa. Está compuesto de dos clases principales de proteínas: gliadina (una prolamina) y glutenina (una glutelina) (Villanueva, 2014 p.4).

1.2.1.1. Las gliadinas

Villanueva (2014 p.4-5) menciona que, las gliadinas son un grupo de proteínas con propiedades similares. Se caracteriza por su solubilidad en carbinos alifáticos inferiores, especialmente etanol y en algunos carbinos aromáticos como el fenol. Se les conoce como proteínas solubles en alcohol. Tiene un peso molecular promedio de 40,000, son de cadena simple y extremadamente pegajosas cuando se hidratan. Además, muestran poca o ninguna resistencia a la extensión y parecen ser las responsables de la cohesión de la masa

1.2.1.2. Las gluteninas

Son un grupo heterogéneo de proteínas. Se caracterizan por su solubilidad en ácidos y álcalis diluidos. Son de cadena múltiple y peso molecular variable, que comprende a gluteninas de bajo y elevado peso moléculas; resistente y gomosa, pero propensa a la ruptura. Las gluteninas, aparentemente, proporcionan a la masa la propiedad de resistencia a la extensión (Villanueva, 2014 p.5). En la figura 1-1 se puede observar la formación del gluten de trigo.

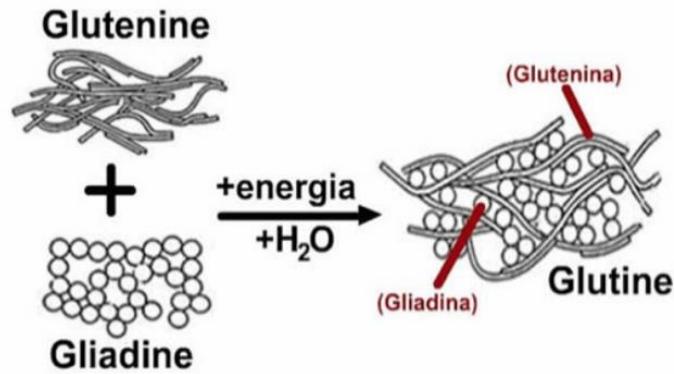


Figura 1-1: Formación del gluten de trigo

Fuente: (Cerere, 2020 p.2)

1.3. Chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*)

El tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) comúnmente conocida en el país como Chocho, es una planta andina. Crece de forma natural y es cultivada por sus deliciosas semillas. Aunque hay muy pocos estudios sobre este vegetal y muchos de sus beneficios aun no son estudiados. Es por ello que aún no se conoce con exactitud su origen, pero se menciona que proviene de los cultivos indígenas de Perú y Bolivia, de consumo en Ecuador y toda la región andina (Chirinos, 2015 p.2).

El tarwi, chocho, también conocido como lupino (*Lupinus mutabilis*) es una leguminosa originaria de los Andes de Bolivia, Ecuador y el Perú. Tiene relevancia en la gastronomía de esos países desde la época prehispánica. Su alto contenido de proteínas, mayor que el de la soja, lo hacen una planta de interés para la nutrición humana y animal (Ormaza, 2010 p.7). Por otro lado, se puede decir que es una especie de gran importancia nutricional al igual que cultural, con características ventajosas en el sector agrícola, convirtiéndose en uno de los cultivos más importantes por su alto nivel nutricional, el grano tiene un contenido de 41 a 50% de proteína, además de grasas y carbohidratos, además, puede constituir una fuerte importante de minerales y vitaminas como: P, Fe, Ca, vitamina B2, Niacina y Acido Ascórbico Quito E, et al., (2020 p.15).



Figura 2-1: Chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*)

Fuente: Villacrés E, et al., (2006 p.4).

1.3.1. Variedad del chocho

Algunas variedades de chocho que se cultivan a nivel de la sierra en las provincias de Cotopaxi, Chimborazo, Pichincha, Bolívar, Carchi, Tungurahua e Imbabura. Son Andino INIAP 450, Guaranguito INIAP 451; estas variedades fueron mejoradas por Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP.

En la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, se cultivan algunas variedades de chocho entre las cuales están: Criollo, Andino INIAP 450, Guaranguito INIAP 451, que son del género *Lupinus mutabilis Sweet*. Estas dos últimas variedades de granos son de origen externo (Perú), cultivadas en el país y mejoradas para su reproducción y producción, grano adaptado a nuestro medio. Sin embargo, la variedad Andino INIAP 450 es la que más se produce debido a que su semilla es la más utilizada, por otro lado, la variedad Guaranguito 451 se produce en mayor cantidad en la Provincia de Bolívar debido a que esta variedad fue diseñada para el tipo de suelo que existe en esta zona Quitio E, et al., (2020 p.20).

1.3.2. Taxonomía del Chocho

La clasificación taxonómica del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) es la siguiente:

Tabla 1-1: Clasificación taxonómica del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*)

Reino	Vegetal
Subreino	Fanerogamae
División	Espermatophitas
Clase	Dicotyledoneae
Orden	Rosales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Faboideae
Género	<i>Lupinus</i>
Especie	<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>

Fuente: (Zabaleta, 2018 p.12)

1.3.3. Descripción Botánica

El chocho es una planta herbácea anual de crecimiento erecto y puede alcanzar una altura desde 0,8 m hasta los 2 metros. Su raíz es pivotante y robusta, y pueden alcanzar una profundidad de hasta 2 m, el tallo presenta un color que varía de verde a gris – castaño, también se caracteriza por su vigor y tamaño (Bracho, 2019 p.8).

Las hojas tienen forma de láminas de tipo digitado, compuesta por ocho folíolos que varían entre ovalados a lanceolados. Sus flores e inflorescencia presentan una corola grande de 1 a 2 cm, con cinco pétalos y compuesta por un estandarte, dos quillas y dos alas. La coloración de la flor varía de un azul claro hasta uno muy intenso y de allí se origina su nombre científico, *mutabilis*, es decir que cambia. Los colores más comunes son los diferentes tonos de azul e incluso púrpura; siendo los menos frecuentes los colores blancos, crema, rosado y amarillo. El fruto es una vaina alargada de 5 a 12cm, pubescente y contiene de 3 a 8 granos ovalados, comprimidos en la superficie y con una amplia variabilidad en cuanto al color, el mismo que va desde blanco puro hasta el negro (Saqui, 2014 p.25).

1.3.4. Propiedades nutricionales

Se ha identificado que el total de las proteínas muestran una baja relación de eficiencia proteica, es decir, que la acción proteica no mejora ni se incrementa; siendo similares entre un grano cocido y desamargado, es decir que la cocción no mejora la calidad de la semilla. Además, los granos de chocho no contienen factores termolábiles antinutritivos, debido a las bajas concentraciones de inhibidores de tripsina y hemaglutininas. Por otra parte, se ha determinado que las proteínas de tarwi es alta, encontrándose sobre 80%, considerando que posee un alto valor de digestibilidad considerando a un 92% (Suca et al., 2015 p.7).

En la tabla 2-1 se presenta la composición química porcentual del chocho, (% por cada 100 g)

Tabla 2-1: Composición porcentual del chocho

COMPONENTES	%
Proteínas	53,2
Grasas	21,22
Cenizas	1,9
Carbohidratos	23,4
Fibra	18,4
Humedad	11,5

Fuente: (Gutierrez et al., 2016 p.5)

1.3.5. Desamargor del Choco

Cacoango (2012 p.31), menciona que el grano de chocho crudo es amargo (por el alto contenido de esparteína, lupinina), por lo tanto, no es consumible, motivo por el que no es apetecido por aves, rumiantes ni insectos, para consumir los granos de chocho el primer paso es el desamargado (deslupinación), el grano desamargado y listo para incorporar a la alimentación humana es de sabor agradable.

El desamargor constituye a un proceso, en el cual se reducen los procesos de amargor del grano, para poder ser ingerido, el amargor producido por un alcaloide puede ser disminuido mediante métodos Fitotécnicos como los métodos tecnológicos, de tal manera que se pueda cumplir con la norma INEN 2390:2004 donde menciona el contenido de alcaloides permitidos, que se estable entre un 0.02 a 0.07 % (Cutipa, 2014 p.8).

1.3.5.1. Método de desamargor tradicional

Este tipo de desamargado de chocho antiguamente los campesinos lo realizaban de manera rudimentaria. El proceso consta tres etapas: el remojo, donde los granos se los sumerge en agua en un tiempo de 24 horas para su hidratación, obteniendo así un mayor volumen, después se realiza una cocción durante 40 minutos y finaliza con un lavado de una secuencia de 10 y 12 veces hasta que no presenta un sabor amargo.

El remojo ablanda el tejido y permite eliminar la mayor cantidad de alcaloides totales durante el desamargado. La cocción acelera la transferencia de alcaloides al medio líquido. Los tratamientos químicos son viables para granos de chocho con un contenido de alcaloides de 4,2 %, sin embargo, incluyen pérdida de masa y un impacto ambiental negativo. El proceso acuoso es el más empleado a nivel de hogar y comercial (Calupiña et al., 2020 p.46).

1.3.5.2. Método de germinación

En el método de germinación, Calupiña y Tipán (2020 p.56) dan a conocer que las semillas son desinfectadas con hipoclorito de sodio al 1 % por 30 segundos, posteriormente lavadas tres veces con agua destilada antes de escarificarlas manualmente. Enseguida se colocan en cajas Petri entre papel filtro estéril y se ponen a germinar bajo un fotoperiodo de 14 horas luz y régimen de temperatura de 20 / 15 °C en una cámara de crecimiento (Lumistell, ICP-19). Finalmente, la germinación se evalúa a los 3 y 6 días, después de siembra. Una semilla fue considerada germinada cuando la radícula alcanza una longitud de >2 mm.

Con la germinación mejora el valor nutritivo. En los granos adecuadamente germinados, los alcaloides quinolizidínicos experimentan una disminución del 27 %, siendo necesario un proceso de cocción y lavado para la remoción completa de estos anti nutrientes. El desamargado del grano germinado se realiza en un tiempo promedio de 40 horas y reduce el contenido de alcaloides hasta el 0,004 %.

1.3.5.3. Método de fermentación

La fermentación es un proceso metabólico de levaduras que sirve para la obtención de energía por parte de microorganismos fermentativos a través de compuestos orgánicos, principalmente azúcares simples. Las levaduras tienen una alta capacidad para transformar la glucosa y otros azúcares simples en anhídrido carbónico y alcohol.

Para la fermentación se emplea levaduras del género *Saccharomyces cerevisiae*, se ha demostrado que en la fermentación con estas levaduras se incrementa la presencia de glucosa y ayuda en la disminución de alcaloides. Los extractos de chocho que contienen oligosacáridos y alcaloides son adecuados como medio de cultivo para el crecimiento de ciertas cepas de levaduras como la cepa *Saccharomyces sp.*

El proceso de desamargado se lo realiza a través de un proceso térmico hídrico, que consiste en dejar el grano en remojo acuoso por 10 horas a una temperatura inicial de 92 °C, luego el grano se cose en agua por 60 minutos, con un cambio de agua de 30 minutos y finalmente se realiza un lavado por 72 horas con agua potable con agitación a 20 °C. La fermentación con diferentes cepas de bacterias y levaduras reduce efectivamente los alcaloides. Las levaduras *S. cerevisiae* y *S. boulardii* utilizadas individualmente demuestran ser la forma más eficaz de aumentar tanto la proximidad valores de composición y la degradación de factores anti-nutricionales durante la fermentación (Calupíña et al., 2020 p.51).

1.3.6. Harina de Chocho

Para obtener harina de chocho se requiere chocho desamargado seco con un contenido máximo de humedad 72-75%; materia seca en un 28-%, 50% de proteína, 24% de grasa, 9% de fibra, 3,0 de cenizas y 6 476 cal/g; libre de olores extraños, libre de impurezas y sabor amargo; de color blanco-crema (INEN 2390, 2004 p.3).

Este se recibe el chocho desamargado, de acuerdo a la cantidad que se vaya a elaborar de harina, además se debe tomar en cuenta retirar las impurezas como son piedras pequeñas, tierra, etc. un proceso que se lo realiza en forma manual, con agua limpia; principalmente para el caso de la harina de chocho, con cáscara. Al finalizar el proceso su empaque manual que se realiza en bolsas que protejan al producto de la humedad, como es el caso de fundas de polietileno de alta densidad y se los almacena en lugares frescos, a temperatura ambiente. Para mantener la humedad del

producto y evitar la presencia de microorganismos. El proceso de elaboración de chocho descrita por Veramendi (2020 p.29) en la figura N°1

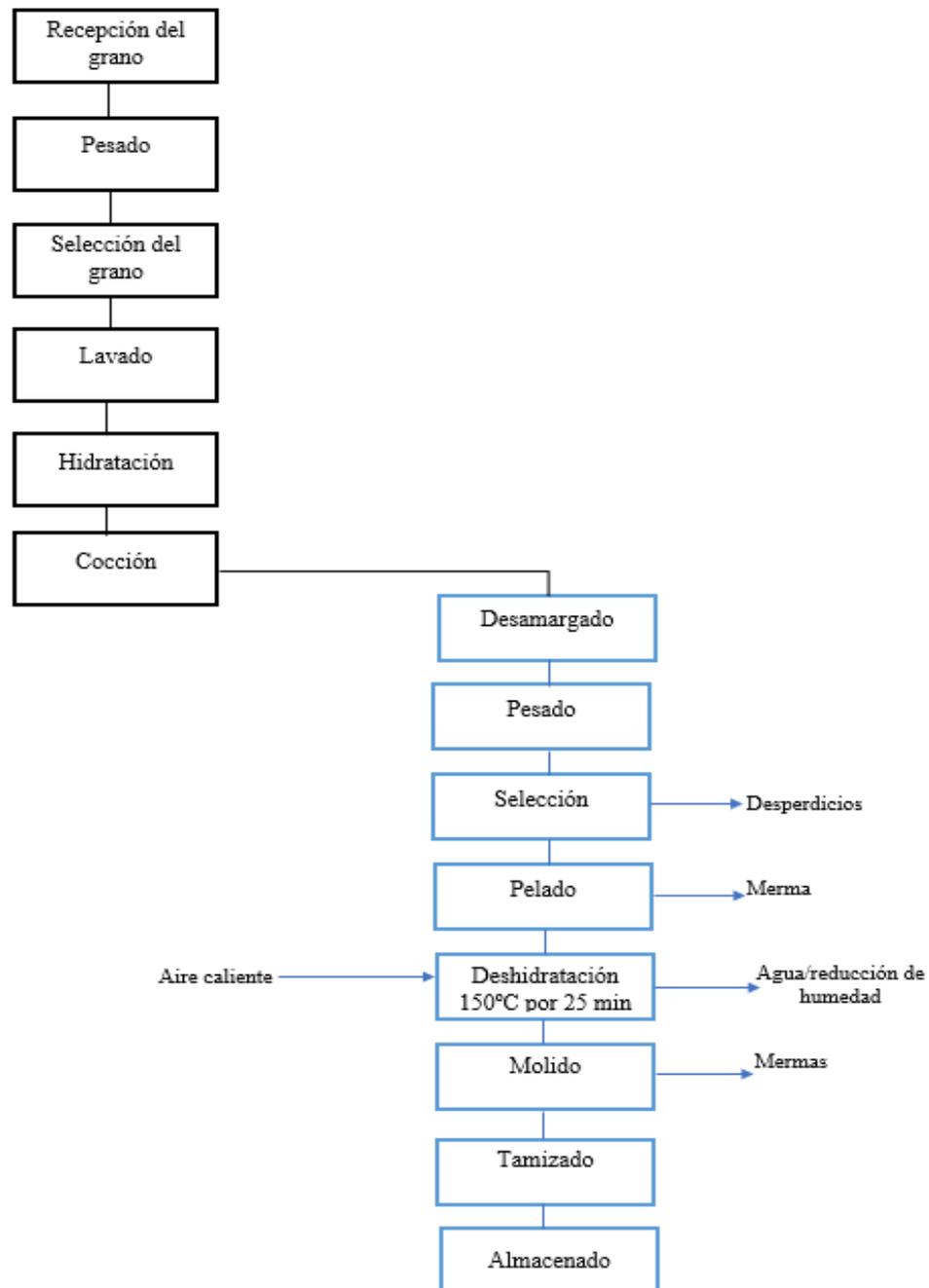


Gráfico 2-1: Diagrama para la obtención de la harina de chocho

Fuente: (Veramendi , 2020 p.29)

1.3.6.1. Composición química y valor nutricional de la harina Chocho

En la tabla 3-1 se presenta la composición química porcentual de la harina de Tarwi o chocho.

Tabla 3-1: Composición química de la harina de chocho

COMPONENTES	%
Proteínas	56,40 gr
Grasas	25,20 gr
Fibra	2,50 gr
Calcio	84 gr
Carbohidratos	13,90 gr
Hierro	2.94±0.05

Fuente: (Villamagua, 2013 p.36).

1.4. Quinoa (*Chenopodium quinoa*)

La quinoa es uno de los cultivos andinos que se manejaron desde tiempos preincaicos. En la cuenca del lago Titicaca (entre los territorios de Bolivia y Perú), las culturas prehispánicas Lupaka e Inca, hace 3.000 a 5.000 años, domesticaron y mejoraron el cultivo de la quinoa, de tal manera que se considera el Centro de Origen principal de la quinoa.

Fue cultivada y utilizada por las civilizaciones prehispánicas hasta la llegada de los españoles, debido a que fue reemplazada por los cereales. Se cree que los conquistadores, al descubrir las propiedades nutricionales de quinoa, prohibieron su cultivo para debilitar la resistencia de los incas. Fue desplazada hacia tierras más altas, disminuyendo así su producción (Rodríguez, 2018 p.7).

La quinua es un grano altamente nutritivo, el cual se ha identificado como un cultivo importante en la seguridad alimentaria mundial. Ha ganado popularidad por el valor nutricional en sus semillas al ser libre de gluten, por lo tanto, tienen un índice glucémico bajo (Jarvis et al., 2017 p.1). Como se mencionó anteriormente, es un grano que se ha consumido por las culturas andinas, de tal manera que lo han considerado como un alimento funcional. Este alimento soporta condiciones extremas se ha definido como uno de los granos del siglo XXI, ya que posee un alto

contenido en proteína, lípidos, fibra, minerales y vitaminas, además de un increíble equilibrio de aminoácidos esenciales, se ha determinado que la quinoa contiene saponinas, fitoesteroles, fitoecdisteroides y péptidos bioactivos. La mayoría de estos compuestos ejercen grandes beneficios a la salud metabólica, gastrointestinal y cardiovascular de los individuos (Vilcacundo et al., 2017 p.2).

1.4.1. Taxonomía de la Quinoa

La quinoa es una planta de la familia Chenopiaceae, genero *Chenopodium*, sección *Chenopodia* y subsección *Cellulata*. El género *Chenopodium* es el principal dentro de la familia *Chenopodiaceae* y tiene amplia distribución mundial, con cerca de 250 especies (Apaza, 2014 p.18).

Taxonómicamente la quinoa, según Mina (2014 p.4) se encuentra clasificada de la siguiente manera:

Tabla 4-1: Taxonomía de la quinoa

Reino	Plantae
División	Fanerogamae
Clase	Dicotyledonae
Orden	Centropermales
Familia	Chenopodiaceae
Género	Chenopodium
Especie	Quinoa

Fuente: (Mina, 2014 pág. 4)

1.4.2. Descripción Botánica

La quinoa se describe como una planta anual, dicotiledónea y generalmente herbácea. La altura de la planta depende de la variedad y oscila entre los 0,2 y 3 metros. Las plantas pueden presentar distintos colores, ya que algunas variedades tienen sus hojas recubiertas por cristales de oxalato de calcio que hace que estos se manifiesten. Los colores van desde rojos y morados hasta verdes o amarillos (Orgaz, 2020 p.10).

La raíz de la quinua es vigorosa en forma axonomorfa, presenta ramificaciones secundarias y terciarias desde el cuello de la raíz. El tallo es cilíndrico en la zona de transición y anguloso a la altura de las ramificaciones, termina en una inflorescencia y es de altura variable. Sus hojas son polimórficas pecioladas con borde dentado, las hojas basales son grandes de forma triangular o romboidal y las hojas ubicadas en la parte superior son lanceoladas.

La inflorescencia de la planta de quinua es de tipo panoja de tamaño variables de 5 a 80 cm, las flores son pequeñas y carecen de pétalos, pueden ser hermafroditas, pistiladas o androestériles. El porcentaje de flores pistiladas y hermafroditas que forman los glomérulos es variable, depende de cada variedad. El fruto de la quinua es un aquenio indehisciente de forma cónica o esférica, pueden alcanzar un diámetro de 1,5 a 3 mm, su estructura consta de la semilla y el pericarpio que recubre la misma (Suquillo, 2018 p.27-28).



Figura 3-1: Quinoa (*Chenopodium quinoa*)

Fuente: (Orgaz, 2020 p.10).

1.4.3. Variedades de la quinua

De acuerdo a Gómez & Aguilar, (2016 p.28) las variedades comerciales de quinua seleccionadas dentro de los grupos agroecológicos que se describen a continuación, los cuales presentan características específicas propias del ambiente en el que evolucionaron y fueron domesticadas.

- Quinuas del nivel del mar: Se las encuentra en la zona de Linares y Concepción (Chile) a 36 ° latitud sur. Son plantas más o menos vigorosas, de 1.0 a 1.4 m de altura, ramificadas y producen semillas transparentes de color crema (tipo chullpi).
- Quinuas de los valles: Son aquellas quinuas que han evolucionado en los valles interandinos de la región andina comprendidos entre los 2500 a 3500 m.s.n.m. Estas quinuas generalmente tienen plantas altas que pueden sobrepasar los 2.4 m de altura y son ramificadas con inflorescencias o panojas laxas a intermedias.
- Quinuas del Altiplano: Estas quinuas han evolucionado en las amplias planicies del Altiplano peruano boliviano, circundante al lago Titicaca, en zonas comprendidas mayormente entre los 3600 y 4000 m.s.n.m. Es en esta área donde se encuentra la mayor variabilidad de la quinua, de características morfológicas, agronómicas, fisiológicas, nutritivas y de usos.
- Quinuas de los salares: Grupo que evolucionó en las altas planicies del sur de Bolivia conocida como salares. Son zonas desérticas con cerca de 300 mm precipitación. Estas quinuas tienen una morfología similar a las quinuas del altiplano. Se caracterizan principalmente por el tamaño grande de sus granos mayores a 2.2 mm de diámetro y algunas de sus variedades se conocen como “Quinua Real”.
- Quinuas de las yungas: Un grupo de quinuas adaptadas a las condiciones de las Yungas de Bolivia, en altitudes de 1500 a 2000 m.s.n.m. Son quinuas con plantas con tendencia a hábito ramificado, con una altura de 2.20 m, color verde intenso en la etapa de crecimiento vegetativo y color naranja intenso en la fase de floración y con granos de color naranja.

1.4.4. Razas de quinua

Los nombres de las razas se han tomado de las principales montañas que se encuentran ubicadas en las provincias donde proceden las entradas típicas de cada raza y por el mayor número de entradas colectadas en el área, las cuales se describen a continuación según él (Gandar, 1998 p.7-17).

- Raza 1 - Imbabura: Es la más profusamente cultivada en el Ecuador, encontrándose a lo largo de la Sierra desde la provincia del Carchi al norte, hasta la provincia del Cañar, al sur del país. A esta raza corresponden las variedades seleccionadas por INIAP, Imbaya y Cochasquí.
- Raza 2 - Pichincha: Las entradas en la Colección Nacional correspondientes a esta raza son pocas y provienen solamente de los cantones Mejía y Otavalo de las provincias Pichincha e Imbabura respectivamente.
- Raza 3 – Illiniza: Se cultiva entre las provincias de Imbabura al norte y Chimborazo al sur, en los cantones de Otavalo y Pimampiro de la provincia de Imbabura, Quito, Mejía y Cayambe de la provincia de Pichincha, Ambato y Querode de la provincia de Tungurahua; Latacunga y Saquisilí de la provincia de Cotopaxi, Riobamba y Guamote de la provincia de Chimborazo.
- Raza 4 - Antisana: Han sido coleccionadas solamente 6 muestras en el cantón Mejía de la provincia de Pichincha y una en el cantón Montufar de la provincia del Carchi. Hábito sencillo, de reducida estatura que no llega a un metro de altura, de colores verde y púrpura. Es la única raza que tiene las semillas grandes, de color blanco con características semejantes a algunas entradas bolivianas.
- Raza 5 – Chimborazo: Se la cultiva entre las provincias del Carchi al norte y Cañar al sur, en los cantones Montufar y Espejo en la primera; Otavalo de Imbabura, Cayambe; Quito y Mejía de Pichincha; Latacunga de Cotopaxi, Queroy Ambato de la provincia de Tungurahua, Riobamba, Colta y Guamote de Chimborazo y Cañar de Cañar. Es la segunda raza más cultivada en el Ecuador.
- Raza 6 – Bueran: Los representantes de esta raza han sido coleccionados solamente en Chimborazo y Cañar en un número reducido, por lo que su cultivo se presume que no está extendido.

1.4.5. Propiedades nutricionales

En las propiedades nutricionales Moreno (2016 p.27) menciona que las bondades peculiares del cultivo de la quinua están dadas por su alto valor nutricional. El contenido de proteína de la quinua varía entre 13.81 y 21.90% dependiendo de la variedad. Es el único alimento vegetal que posee todos los aminoácidos esenciales, oligoelementos y vitaminas; no contiene gluten. Los aminoácidos esenciales se encuentran en el núcleo del grano, a diferencia de otros cereales que los tienen en el exosperma o cáscara, como el arroz o trigo.

Tabla 5-1: Valor nutritivo del grano y de la hoja de quinua

Valor nutritivo del grano	Valor nutritivo de la hoja
Tiene aminoácidos esenciales: Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Treonina, Triptófano y Valina.	La hoja de quinua es un gran alimento como verdura. El contenido de proteína es superior al de algunas hortalizas de uso diario.
Mayor contenido de minerales como Fósforo, Potasio, Magnesio y Calcio; entre otros minerales.	Se consume en muchas localidades de Perú, Bolivia y algunas de Ecuador; tanto frescas en ensaladas, como cocida en sopas o locros, es muy suave y agradable.
	Es necesario aclarar que la saponina sólo se localiza en el grano y no en el resto de la planta, por lo tanto, la hoja no es amarga.

Fuente: (Moreno, 2016 p.27).

La FAO (2011 p.27) también menciona que la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, que se encuentran extremadamente cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO. Ya que el balance de los aminoácidos esenciales de la proteína de la quinua es superior al trigo, cebada y soya, comparándose favorablemente con la proteína de la leche. En la tabla (6-1) se presenta la comparación de la quinua con otros alimentos.

Tabla 6-1: Comparación del valor nutritivo de la quinua con la carne y el huevo

Componente %	Quinua	Carne	Huevo
Proteínas	13,00	30,00	14,00
Grasas	6,10	50,00	3,20
Hidratos de carbono	71,00		
Hierro	5,20	2,20	3,20
Calorías	350	431	200

Fuente: (FAO, 2011 p.14).

1.4.6. Harina de quinua

La harina de quinua pre-tostada es utilizada para enriquecer harinas de panificación en la elaboración de: galletas, barritas, tartas, batidos, pasteles, spaghetti, etc. aportando un alto valor nutritivo. Se utiliza igualmente en la elaboración de salsas y alimentos rebozados, enriqueciéndolos conservando su humedad y aportando un sabor muy agradable, así como una textura fina y especial (Figueroa, 2010 p.26).

La obtención de la harina de quinoa se presenta a continuación en el diagrama de flujo perteneciente al gráfico 2-1. Dicho proceso describe la eliminación de impurezas, mediante la selección manualmente de los granos, posteriormente se realiza el lavado con agua a temperatura ambiente durante una aproximación de 40 minutos, hasta que no produzca espuma. Luego se desinfectan los granos con hipoclorito de sodio a 10 ppm por 5 minutos, siguiendo con el secado a una temperatura de 60°C hasta obtener una humedad de 12%. Finalmente se procede a la molienda y el tamizado para obtener partículas uniformes de la harina (Pantoja et al., 2020 p.78).

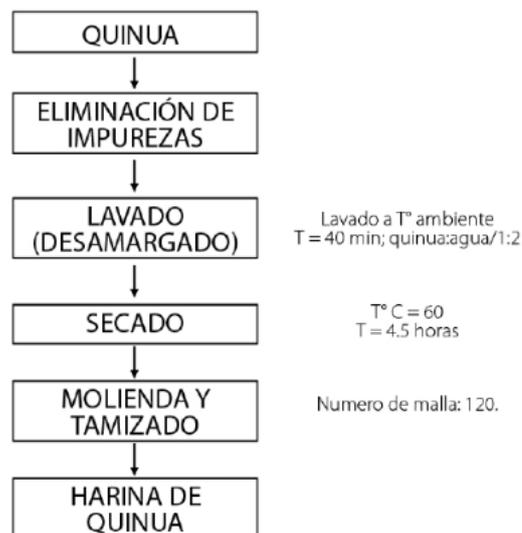


Gráfico 3-1: Flujograma del proceso para la obtención de harina de quinoa

Fuente: (Pantoja et al., 2020 p.78)

Por otra parte (Pacheco, 2016 p.32) menciona que, debido a su pequeño tamaño, la quinua por lo general se muele para harina integral, después de la eliminación de las saponinas, ya sea por lavado o molienda abrasiva. Como las saponinas se concentran en los cascotes, su contenido se puede minimizar por el descascarado de las semillas (descascarado abrasivo tangencial).

1.4.6.1. Composición química y valor nutricional de la harina quinua

En la tabla 6-1 se presenta la composición química porcentual de la harina de quinua

Tabla 7-1: Composición porcentual de la harina de quinua

COMPONENTES	%
Cenizas	2,44±0,05
Humedad	10,48±0,12
Proteína	9,05
Grasa	2,53±0,02
Carbohidratos	72,39
Fibra	3,11±0,03

Fuente: (Pantoja et al., 2020 p.80).

1.5. Chachafruto (*Erythrina edulis*)

También conocido como balú, chaporuto y poroto, es una leguminosa que se utiliza como alimento humano y animal (Escobar et al., 2016 p.2). Su nombre científico es *Erythrina edulis* es un árbol multipropósito la cual aporta grandes beneficios, de igual manera se utiliza todos sus componentes como la cascara, las hojas, el fruto y sus semillas. Los frutos son vainas o legumbres de 32 cm por 3,3 cm en la cual en el interior contienen un total de 6 semillas (Jaimes et al., 2020 p.18).

1.5.1. Taxonomía del Chachafruto

Taxonómicamente el chachafruto, se encuentra clasificado de la siguiente manera:

Tabla 8-1: Taxonomía del Chachafruto

Reino	Plantae
División	Angiospermae
Clase	Dicotyledoneae
Orden	Rosales
Familia	Fabaceae
Género	<i>Erythrina</i>
Especie	<i>Erythrina edulis</i>
Nombre común	“Pajuro”, “Poroto”, Chachafruto”

Fuente: (Espinoza, 2018 p.13).

1.5.2. Descripción Botánica

El Pajuro o Chachafruto es un árbol frondoso (Figura 2) con una altura promedio de 8 metros y un diámetro de tronco de 24 centímetros. Sin embargo, se han encontrado ejemplares de 14 metros de altura y 47 centímetros de grosor. Su tallo leñoso es espinoso al igual que sus hojas. Además, posee espinas en las ramas y ramitas; en arboles jóvenes las hay también. Por lo general el Pajuro es un árbol que después de tres años de sembrado desarrolla tres o cuatro ramas con abundantes hojas. Estas hojas de color verde claro son alternadas, pinnado - trifoliadas y de peciolos largos que se agrupan alrededor de las ramas, poseen glándulas productoras de néctar en la base de los foliolos que atraen a los insectos, también presentan espinas en forma cónica en los peciolos, nerviaciones y troncos. En la etapa de floración las hojas se caen naturalmente del árbol, acumulándose en el suelo y transformándose en abono para la misma planta (Espinoza, 2018 p.16).



Figura 4-1: Floración del chachafruto (*Erythrina edulis*)

Fuente: (D'Amore, 2016 p.16).

Los Frutos son legumbres o vainas alargadas, lisas y brillantes de color verde claro y tamaño variado, llegan a medir en promedio 32 x 3.3 cm, con 6 semillas en cada vaina, sin embargo, se han encontrado frutos que llegan a medir entre 35 y 40 cm, con un ancho de 4 a 6 cm. El número de vainas que hay por kilogramo es aproximadamente de 7 a 8 vainas. En cuanto a la relación del peso total, la cáscara representa la mitad y las semillas la otra mitad del peso (Espinoza, 2018 p.16-19).



Figura 5-1: Frutos del árbol de *Erythrina edulis*

Fuente: (D'Amore, 2016 p.15).

1.5.3. *Propiedades nutricionales*

El alto valor nutritivo de las semillas de pajuro las convierte en una fuente no convencional de nutrientes, principalmente por su contenido en energía y proteína, así como se puede observar en la tabla 3-2. Del mismo modo, el porcentaje de aminoácidos que contienen las semillas de pajuro son factores importantes que caracterizan la calidad de su proteína y éstas presentan una proporción considerable de aminoácidos esenciales y aunque es deficiente en metionina, posee un adecuado contenido de lisina superior a otras leguminosas. Por otro lado, el valor nutricional de las semillas de pajuro se ve limitado por el alto contenido de factores anti nutricionales, estas sustancias son metabolitos secundarios de las plantas producidas como medio de defensa que actúan como repelentes, insecticidas o fungicidas, ya sea mediante la generación de olores y sabores desagradables o dañando al ser vivo que lo ingiera (Delgado, 2018 p.17).

Tabla 9-1: Composición de la semilla de Chachafruto por cada 100 g.

Componentes	%
Proteína	21
Carbohidratos	51
Grasa	1
Fibra	8
Humedad	84

Fuente: (Iniciarte et al., 2015 p.6).

1.5.4. *Usos del chachafruto*

Con respecto a los usos del chachafruto Huarcaya (2020 p.17), manifiesta que es apto para el manejo industrial en la producción de harinas para la elaboración de panes, potajes y concentrados. Además, es usado en la medicina tradicional como regulador de la función renal, hipotónica y contra la osteoporosis. Es una planta bastante apropiada para la recuperación de áreas agrícolas empobrecidas y degradadas; pues tiene la peculiaridad de nitrificar el suelo.

Otras utilidades de este árbol al encontramos en las ventajas de fácil implementación de sistemas agroforestales, como la sombra de cafetales y cercas vivas lo cual resulta igualmente en un efectivo método de protección de cuencas hidrográficas.

1.5.5. *Harina del chachafruto*

La harina de chachafruto se consigue separando las semillas de la vaina, luego se lavan y desinfectan para eliminar impurezas y se llevan a escaldado con agua caliente durante 5 minutos. Posteriormente se realiza el pelado mecánico y se remueve la testa manualmente, después se cortan las semillas en forma de rodaja en la cortadora Hobart® con un espesor de 3 mm, y se pasan a un deshidratador de bandejas. El secado se lleva a cabo a temperaturas de 50 y 60 aproximadamente por 12 horas.

El producto seco se muele en un molino pulverizador industrial, se tamiza hasta tener una harina fina. Finalmente, ésta se empaca al vacío en bolsas, para que no pierda sus cualidades nutricionales y su tiempo de vida sea más largo (Silva, 2020 p.2).

A continuación, se presenta el proceso de elaboración de harina de chachafruto Figura 3, de tal manera que abarca cada uno de los pasos hasta la obtención de la harina.

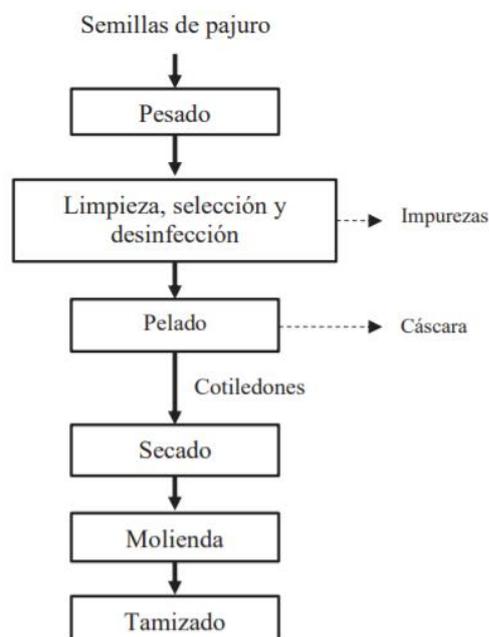


Gráfico 4-1: Flujograma de las semillas de Chachafruto

Fuente: (Delgado et al., 2020 p.4).

1.5.5.1. Composición química y valor nutricional de la harina Chachafruto

En la tabla 9-1 se presenta la composición química porcentual de la harina de Chachafruto

Tabla 10-1: Composición porcentual de la harina de Chachafruto

COMPONENTES	%
Cenizas	6,44±0,01
Humedad	8,17±0,02
Proteína	11,90±0,17
Grasa	0,42±0,08
Carbohidratos	80,26±0,19
Fibra	0,96±0,45

Fuente: (Silva et al., 2020 p.4).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Diseño de la experimentación

2.1.1. *Enfoque de la investigación*

La presente investigación sobre Análisis Comparativo de la Composición Nutricional del Chocho, Quinoa y Chachafruto, y su Aplicación en la Elaboración de Pan, se la realizó mediante un enfoque cualitativo, el cual trata de un método de investigación que se utiliza principios teóricos, que aspira el conocimiento estricto de los fenómenos de estudio. Dicha investigación tiene por objetivo hacer los hechos comprensibles (Guerrero, 2016 p.3). El método de investigación cualitativo es de gran relevancia para la investigación de fenómenos complejos, que no son apreciables de manera numérica, de tal forma que permite comprender a profundidad el problema, y cuales podrían ser las causas desde un punto de vista descriptivo. Se empleó este enfoque debido a que se buscó información en múltiples bases de datos con el fin de obtener resultados sobre el tema de investigación.

2.1.2. *Nivel de investigación*

La investigación es de tipo descriptiva con un enfoque documental, la cual tiene como característica buscar exponer la presencia del fenómeno en estudio, con la finalidad de describir todos los componentes principales en una realidad. Para dicho estudio se revisa fuentes disponibles en la red con contenido actualizados relacionado con el tema de estudio (Nieto, 2018 p.2).

2.1.3. *Tipo de investigación*

Para el desarrollo de la presente investigación se realizó la reelección, selección y análisis de la información, basándose en una investigación de tipo documental, la cual es una técnica de la investigación cualitativa, en la que se encarga de recolectar y seleccionar la información mediante artículos, revistas, libros, entre otros, en este tipo de estudio se encuentra presente el análisis de datos, selección, identificación y articulación de los objetivos de estudio (Corona et al., 2018 p.2).

Este tipo de investigación también se puede considerar también como una investigación bibliográfica, la cual se caracteriza también como información los datos secundarios, cuyo fin

principal es dirigir la investigación desde aspectos relacionados, que proceden de fuentes distintas que proporciona visiones panorámicas y sistemáticas en fuentes dispersas (Corona, 2018 p.5).

2.2. Diseño Metodológico

Para el diseño de la metodología se empleó información de relevancia sobre las características nutricionales del Chocho, Quinoa y Chachafruto, al igual que la aplicación para la elaboración de pan.

2.2.1. Fuentes de información

Las fuentes de información o base de datos, se refiere a los sitios web que están estructurados sistemáticamente, en los cuales los documentos son productos de la investigación o actividad científica. Por dicha razón, es pertinente identificar las bases de datos confiables que facilite el desarrollo y la organización de las actividades investigativas como: revistas científicas, libros, estudios de grado y pregrado etc (Hernández et al., 2011 p.18). En la actualidad considerando al internet como una fuente de información de acceso libre, según todo lo mencionado se considera pertinente plantear nuevas estrategias de información bibliográfica de temas específicos.

Para la búsqueda de la información se utilizó las siguientes bases de datos Scielo, Pubmed, Dialnet Science, Redalyc y Google Académico, base de datos de la ESPOCH, entre otras páginas documentales, cuyo año de publicación es desde el 2010.

2.3. Materiales

Tangibles

- Libros
- Computadora
- Escritorio

Intangibles

- Google Académico
- Libros Web
- Sitio web Scielo
- Sitio web Academia Edu

- Scopus
- Proyectos de titulación
- Informes Académicos
- Plataforma virtual de la ESPOCH ((Science Direct, Ebook, Springer, Tylor,etc)

2.3.1. Protocolo de búsqueda

2.3.1.1. Identificación y selección de la información

Se realizó una búsqueda de estudios originales publicados en las bases de datos científicas como Scielo, Pubmed, Dialnet Science, Redalyc y Google Académico, base de datos de la ESPOCH, entre otras páginas documentales. En la primera etapa se recolecto la información relacionada con el tema de estudio, con la finalidad de eliminar aquellas que no cumplan con los requisitos.

2.3.1.2. Criterios de Selección

Criterios de Inclusión

1. Se incluye diferentes tipos de literatura, tesis de pre y posgrado, actas de congresos, informes de investigación.
2. Artículos científicos y revisiones sistemáticas de literatura relacionados con las variables de estudio, ya sea en idioma inglés o español.
3. Investigaciones publicadas comprendidas en las últimas dos décadas, de los cuales se dará prioridad a los más recientes en los últimos doce años.
4. Documentos con las palabras claves extraídas del tema a investigar, relacionando estudios que contengan las variables o tengan relación.

Criterios de Exclusión.

1. Serán excluidos los temas de estudio que no integren con los años de estudio.
2. Estudios que no contengan las variables de estudio.
3. Investigaciones que tengan como año de publicación inferiores al 2010.

2.3.2. Análisis de la calidad de la información

Se aplicó los filtros necesarios en base a los criterios de inclusión y exclusión para la selección de la información, con la finalidad de disminuir la cantidad de artículos, y poder obtener el mayor número de estudios con carácter de calidad y la reproducibilidad de estas etapas, para ello se recolecto la información mediante la selección de varios tipos de fuentes bibliográficas como tesis, artículos científicos, libros técnicos y páginas web. Tanto de universidades extranjeras y centros educativos del Ecuador, por medio de los buscadores de google académico, google scholar. Del cual presentaron resultados cuantitativos de la composición físico-química de la harina de chocho, quinua y chachafruto y del producto elaborado a base de ellas.

En el grafico 1-2 se muestra las fuentes bibliográficas utilizadas en la revisión de la literatura.

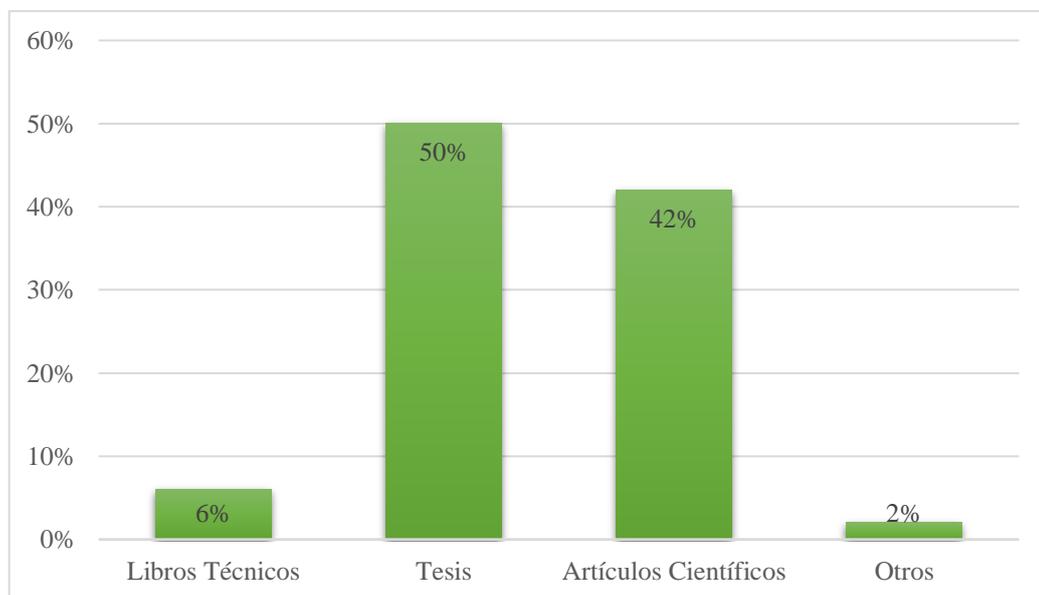


Gráfico 1-2: Tipos de fuentes bibliográficas

Realizado por: Toapanta Arianna, 2023.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Composición nutricional de la harina de chocho, quinua y chachafruto.

Para la composición nutricional de las harinas se consideró los macro componentes como son la proteína, grasas, carbohidratos, fibra, cenizas y humedad.

3.1.1. Composición nutricional de la harina de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*)

El chocho es una leguminosa de alto valor nutritivo, ampliamente utilizado en la alimentación, donde debido a la presencia de alcaloides quinolizidínicos contiene un 42% de proteína en el grano seco, pero una vez eliminados sus contenidos tóxicos mediante cocción y desaguado prolongados, quitando la cáscara de la semilla y moliendo el grano, se obtiene una harina constituida de proteínas en un 50%, siendo una harina de chocho con un alto nivel nutritivo. En la tabla 1-3 se puede observar la composición nutricional de la harina de chocho.

Tabla 1-3: Composición nutricional de la harina de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*)

Componentes (% / 100 gr)	(Villamagua, 2013)	(Castillo et al., 2018)	(Ocaña, 2019)	(Muñoz, 2020)	(Paola, 2022)	Promedio
Origen	Ecuador	Perú	Ecuador	Perú	Bolivia	
Proteínas	47,06	49,47	52,82	31,17	49,37	45,98
Grasas	20,35	14,20	17,78	20,40	25,74	20,66
Cenizas	1,56	4,00	2,93	4,70	1,24	3,22
Carbohidratos	14,64	12,88	11,42	36,73	19,65	18,92
Fibra	7,50	10,50	12,57	7,25	9,84	8,53
Humedad	6,30	8,95	7,00	7,00	4,00	6,74

Fuente: ¹Villamagua (2013), ²Castillo et al., (2018), ³Ocaña (2019), ⁴Muñoz (2020), ⁵Gira (2022)

Realizado por: Toapanta Arianna, 2023.

La harina de chocho como producto final presenta un color marrón con buenas características organolépticas, con una cantidad proteica que oscila de 31,17% a 52,82%. Su proteína está compuesta por una pequeña proporción de albúminas y una mayor proporción de globulinas (más del 80%) Muñoz (2020 p.22). Villamagua (2013 p.29) menciona que como otras legumbres, el chocho es rico en el aminoácido esencial lisina, sin embargo, aunque es rico en proteínas tiene la desventaja que no posee todos los aminoácidos en las cantidades adecuadas, Cuya primera limitante es la metionina y treonina, sin embargo, forma una buena combinación con los granos andinos, también se le puede adicionar pequeñas cantidades de proteínas de origen animal como huevo o leche que no tienen aminoácidos limitantes, para mejorar la calidad de las proteínas en una dieta mixta. Este proceso se llama complementación aminoacídica (FAO, 2010 p.148).

De igual manera Suca et al., otros (2015 p.5) da a conocer que esa es la razón por lo que se complementan muy bien con las proteínas provenientes de cereales, las cuales no son deficitarias (en su mayoría) en dichos aminoácidos. Gutiérrez et al., (2016 p.4) también mencionan que el contenido de proteína depende de la especie o variedad de lupino y el ambiente como el clima, suelo, estrés, etc. Al cual haya sido expuesto. Carvalho et al. (2004) citado por (Muñoz, 2020 p.62) demostró que una disponibilidad limitada de nutrientes puede afectar la composición nutricional del chocho.

En cuanto a la materia grasa que contiene la harina de chocho, de acuerdo a los autores su porcentaje se presenta entre el 14,20% a 25,74%. Ya que ésta se compone de grasas no saturadas como el ácido oleico, linoleico y linolénico (Gira, 2022 p.15). Valores que se encuentran dentro de lo determinado en investigaciones realizadas por el INIAP, donde da a conocer que el promedio de contenido de grasa del grano de chocho alcanza un 26,7%, especialmente ácidos grasos insaturados de una calidad similar al del maní, por lo que se puede obtener aceite comestible (INIAP, 2010 p.2).

En cenizas de la harina de chocho sus valores van desde el 1,24% a 4,70%, mientras que su contenido de carbohidratos presenta valores de 11,42% a 36,73%.

En el caso de los granos andinos, como el chocho o tarwi, son determinantes como fuentes de fibra dietaria, particularmente de característica insoluble. Este componente es importante para mantener la salud intestinal al prevenir el estreñimiento, así como también disminuye la incidencia de la enfermedad de diabetes y obesidad (Gutiérrez, 2022 p.29). Por lo cual según los autores en la tabla 1-3 se puede observar que sus valores van desde el 7,25% a 12,57% de fibra presente en la harina de chocho. Estos porcentajes reportados varían en su composición inicial debido que para el proceso de obtención de harina la cáscara de chocho es retirada, disminuyendo así el contenido de la misma.

Respecto a la humedad, siendo un componente importante presente en las harinas, en la harina de chocho, según los investigadores sus valores reportados oscilan entre el 4,00% a 8,95%, siendo ideal para evitar presencia de bacterias y contaminación. Sin embargo, se tomó de referencia a la Norma Técnica Ecuatoria INEN: Harina de trigo-Requisitos, dichos valores se encuentran dentro de los límites establecidos, dando a conocer que no debe exceder del (%H<14,5%) según la norma (INEN, 2015 p.4).

3.1.2. Composición nutricional de la harina de quinua (*Chenopodium quinua*)

Las bondades peculiares del cultivo de la quinua están dadas por su alto valor nutricional. El contenido de proteína de la quinua varía entre 13,81 y 21,9% en base seca dependiendo de la variedad. Debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, que se encuentran extremadamente cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO (2011 p.14).

Bermúdez (2017 p.16) también menciona que la relación con los parámetros de nutrición, la quinua se puede comparar en energía a alimentos consumidos similares como frijoles, maíz, arroz o trigo. Además, que también se destaca por ser una buena fuente de fibra dietética, grasas poliinsaturadas y minerales. Aunque, la quinua es una buena fuente de muchos nutrientes, es importante consumirla como parte de una comida equilibrada junto con muchos otros tipos de alimentos a fin de obtener una buena nutrición equilibrada.

En la tabla 2-3 se puede observar la composición nutricional de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa*), obtenida de cinco fuentes bibliográficas.

Tabla 2-3: Composición nutricional de la harina de quinua (*Chenopodium quinua*)

Componente (% /100gr)	(Figueroa, 2010)	(Salazar, 2015)	(Pantoja et al., 2020)	(Gutiérrez, 2022)	(Gira, 2022)	Promedio
Origen	Perú	Ecuador	Perú	Perú	Bolivia	
Proteínas	12,6	14,17	13,72	14,91	14,21	13,92
Grasas	5,6	7,23	2,53	7,43	8,72	6,30
Cenizas	2,6	2,92	2,44	2,84	5,9	3,34
Carbohidratos	73,2	66,45	72,39	74,82	62,33	69,84
Fibra	1,8	1,76	3,11	1,81	2,17	2,13
Humedad	6,00	6,68	10,48	9,53	4,81	7,5

Fuente: ¹Figueroa (2010), ²Salazar (2015), ³Pantoja et al., (2020), ⁴Gutiérrez (2022), ⁵Gira (2022).

Realizado por: Toapanta Arianna, 2023.

Como se muestran los datos presentados en la tabla 14, el contenido de proteína en la harina de quinua varía entre 14,91% a 12,6%. En su investigación Gutiérrez (2022 p.22) menciona que las proteínas de quinua son principalmente del tipo albumina y globulina (solubles), las cuales contienen una composición balanceada de aminoácidos esenciales parecida a la composición aminoacídica de la caseína, proteína de la leche. Bermúdez (2017 p.16) señala que la quinua posee ocho aminoácidos esenciales para la nutrición humana, los cuales son: isoleucina, leucina, metionina, lisina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina; convirtiéndolo en un alimento completo. Entre los aminoácidos presentes en sus proteínas se destacan la lisina, conteniendo casi el doble respecto a otros granos y cereales. Siendo un aminoácido importante para el desarrollo del cerebro. “Una desventaja de este compuesto (lisina) es que es termolábil por lo que puede reaccionar en calor, por ejemplo, durante la reacción de Maillard, reduciendo su biodisponibilidad, especialmente en tostado o reventado de granos” (Gutiérrez, 2022 p.22).

Cabe recalcar que una proteína es biológicamente completa, cuando contiene todos los aminoácidos esenciales, en una cantidad igual o superior a la establecida para cada aminoácido en una proteína de referencia, es por ello que la quinua se caracteriza por el contenido de aminoácidos esenciales (Salazar, 2015 p.22). Dándole al grano una característica de fuente promisoría

para su incorporación en fórmulas alimenticias debido a su excepcional equilibrio entre proteínas, grasas y carbohidratos (fundamentalmente almidón).

Según los autores en el contenido de grasa su valor está entre 2,53% a 8,72%. De acuerdo a la FAO (2011 p.17), es importante recalcar la cantidad relativamente alta de aceite en la quinua, aspecto que ha sido muy poco estudiado, por lo cual la convierte en una fuente potencial para la extracción de aceite, ya que en estudios realizados en el Perú al determinar el contenido de ácidos grasos encontraron que el mayor porcentaje de ácidos grasos presentes en este aceite es el Omega 6 (ácido linoleico), siendo de 50,24% para quinua, valores muy similares a los encontrados en el aceite de germen de maíz, que tiene un rango de 45 a 65%.

En cuanto al contenido de cenizas este oscila de 2,44% a 5,9%, donde este último valor es el más alto reportado por Gina (2022 p.16). Donde se puede determinar que no cumple con el parámetro de ceniza establecido en la norma Técnica Ecuatoriana INEN: Harina de quinua-Requisitos, ya que esta no debe exceder el 3% de la misma (NTE INEN 3042, 2015 p.4). Anticona (2017) citado por (Gutiérrez, 2022 p.67) relaciona el incremento del contenido de cenizas con el nivel de extracción sometido durante la molienda, es decir, una harina más refinada corresponde a un valor de cenizas menor. El autor se refiere una menor remoción del pericarpio durante la molienda del grano.

Mientras que en carbohidratos la harina de quinua presenta valores de 62,33% a 74,82%. Esto se debe al almidón, se encuentra ampliamente distribuido en diferentes órganos de la planta de la quinua como carbohidratos de reserva. Es el componente más abundante del grano 66 % y una fuente importante de carbohidratos para la alimentación humana (Reyes, 2006 p.7).

En términos de fibra en la tabla 2-3 se observa valores del 1,76% a 3,11%. “Este grano andino es determinante como fuente de fibra dietara, particularmente de característica insoluble” (Gutiérrez, 2022 p.68). Esto se debe que la quinua posee un alto porcentaje de fibra dietética total (FDT), lo cual la convierte en un alimento ideal que actúa como un depurador del cuerpo, logrando eliminar toxinas y residuos que puedan dañar el organismo, además de producir sensación de saciedad, ya que este grano tiene la propiedad de absorber agua y permanecer más tiempo en el organismo (FAO, 2011 p.14).

Por consiguiente, la harina de quinua presenta valores del 4,81% a 10,48% de humedad. Por lo que se puede determinar que cumple con el parámetro de humedad establecido en la norma Técnica Ecuatoriana INEN: Harina de quinua-Requisitos, ya que esta no debe exceder de (%H<13,5%) (NTE INEN 3042, 2015 p.4). Cabe mencionar que la diferencia de estos valores en la composición de la harina de quinua presentada en la tabla 2-3 pueden estar influenciados por

diversos factores como son la variedad de quinua o material genético, estado de madurez de la planta, el tipo de suelo, la localización del cultivo, su fertilización, y factores climáticos.

3.1.3. Composición nutricional de la harina de chachafruto (*Erythrina edulis*)

Debido que existe la necesidad de hacer productos de panificación libres de gluten, el chachafruto es una alternativa importante ya que la harina de este en base seca tiene bajo valor de gluten, así como también están compuestos de proteínas, cenizas, fibra y grasa, y es rica en oligoelementos y macrominerales beneficiosos para las personas (Silva, 2020 p.12).

En la tabla 3-3 se puede observar la composición nutricional de la harina de chachafruto (*Erythrina edulis*), datos obtenidos de distintas fuentes bibliográficas.

Tabla 3-3: Composición nutricional de la harina de chachafruto (*Erythrina edulis*)

Componentes (% /100 gr)	(Quintero et al., 2012)	(Delgado, 2014)	(D'Amore, 2016)	(Vargas, 2016)	(Espinoza, 2018)	Promedio
Origen	Colombia	Colombia	Venezuela	Perú	Perú	
Proteína	18,5	22,81	25,9	21,3	17,13	21,13
Grasas	2,50	0,70	1,5	1,52	0,89	1,42
Cenizas	1,50	5,35	3,4	2,90	5,84	3,8
Carbohidratos	-	74,23	54,7	61,54	69,89	65,09
Fibra	0,50	1,2	2,3	0,94	6,25	2,24
Humedad	12,50	9,0	10,3	10,8	2,57	9,03

Fuente: ¹Quintero et al., (2012), ²Delgado (2014), ³D'Amore (2016), ⁴Vargas (2018), ⁵Espinoza (2018)

Realizado por: Toapanta Arianna, 2023.

En los estudios realizados en la harina de chachafruto los autores dan a conocer que su contenido de proteína oscila entre el 17,13% a 25,9%. De acuerdo a Duarte (2002 p.18) la semilla del chachafruto es una fuente muy rica de proteína, incluso es considerada como un alimento superior en comparación con otras leguminosas, una proteína de mejor calidad que la proteína del “frijol”, lenteja y habas.

Estas principales proteínas del chachafruto son las albúminas y globulinas que se dividen en vicilina y legumina, la vicilina es la mayor fracción proteica. En cambio, las albúminas tienen cisteína y metionina en menor proporción, este contenido menor de metionina se debe, ya que él chachafruto es una legumbre, por lo cual carece de aminoácidos azufrados, es por ello que se complementan bien con los cereales (Silva, 2020 p.25).

En el contenido de grasas este presenta valores del 0,70% a 2,50%. Debido al bajo contenido de grasa que posee el chachafruto, este facilita su almacenamiento y conservación ya que es un producto menos perecedero.

De acuerdo a la tabla 3-3 en el contenido de cenizas su porcentaje oscila entre 1,50% a 5,84%. Mientras que los carbohidratos presentes en la harina de chachafruto son valores de 54,7% a 74,23%. Quintero et al., (2012 p.6) no reporto ningún valor, debido que este componente no fue tomado en cuenta en los análisis realizados en la harina de chachafruto.

En los análisis realizados sobre el contenido de fibra en la harina de chachafruto, de acuerdo a los autores este presenta valores de 0,50% a 6,25%.

Respecto a la humedad, siendo un componente importante presente en las harinas, en la harina de chocho, según los investigadores sus valores reportados oscilan entre el 4,00% a 8,95%, siendo ideal para evitar presencia de bacterias y contaminación. Para ello se tomó de referencia a la Norma Técnica Ecuatoria INEN: Harina de trigo-Requisitos, dichos valores se encuentran dentro de los límites establecidos, dando a conocer que no debe exceder del (%H<14,5%).

3.2. Comparación nutricional de los tres tipos de harinas.

Una vez obtenido los promedios de la harina de chocho, quinua y chachafruto, se realizó una comparación entre ellas con el fin de dar a conocer las propiedades nutritivas y así poder justificar su utilización para la alimentación del ser humano. Los parámetros de dichas harinas se muestran a continuación:

Tabla 4-3: Comparación nutricional de las harinas de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), quinua (*Chenopodium quinua*) y chachafruto (*Erythrina edulis*).

Componentes (% / 100 gr)	Chocho	Quinua	Chachafruto
Proteínas	45,98	13,92	21,13
Grasas	20,66	6,30	1,42
Cenizas	3,22	3,34	3,8
Carbohidratos	18,92	69,84	65,09
Fibra	8,53	2,13	2,24
Humedad	6,74	7,5	9,03

Realizado por: Toapanta Arianna, 2023.

Al realizar un análisis comparativo nutricional de los tres tipos de harina se puede observar un mayor contenido proteico en la harina de chocho con un porcentaje 45,98%, seguido del chachafruto con 21,13%, siendo la quinua el de menor valor con un 13,94%. Donde este último presenta un mayor contenido proteico que los demás cereales como el arroz, maíz, etc. Con una rica composición aminoacídica (Parker, 2005 p.6).

En cuanto a la grasa la harina de chocho es la que tiene mayor cantidad con un valor de 20,66%, seguida de la quinua con 6,30% y el chachafruto con el 1,43%. Siendo para este último muy bueno ya que les hace un alimento menos perecedero frente a otras harinas.

Con relación al contenido de cenizas los tres tipos de harinas presentaron valores casi similares, donde el chachafruto es el de mayor porcentaje con un 3,80%, seguido de la harina de quinua con un 3,34% y la harina de chocho con un valor de 3,22%. Mostrando una ventaja ya que al utilizar harinas con bajo contenido de ceniza es la de producir una blancura más intensa que se ve reflejado en la calidad de productos Espinoza (2018 p.50).

En el contenido de carbohidratos en las harinas mostró una diferencia en sus porcentajes, siendo la harina de quinua la que presenta un mayor contenido con un 69,84%, seguido de la harina de chachafruto con un valor de 65,09%, dejando a la harina de chocho con el menor valor de las tres con un 18,92%.

En la fibra la harina de chocho es quien tiene el mayor contenido con un valor de 8,53%, mientras que la harina de quinua y chachafruto presentan valores casi similares de 2,13% y 2,24% respectivamente.

Con respecto al contenido de humedad a la harina de chocho y chachafruto se realiza una comparación con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 616 (2015 p.4), donde presentan valores dentro de los límites establecidos en dicha norma para harinas donde no debe exceder del <14,5% de humedad. En el caso de la harina de quinua de la misma manera su contenido de humedad se encuentra dentro del límite establecido por la norma Técnica Ecuatoriana INEN 3042 (2015 p.4). Vargas (2016 p.57) mencionan que una de las características más importantes para la calidad de la harina es la humedad y no debe superar el 15%, de lo contrario el agua libre contribuye al desarrollo de microorganismos y a la actividad de las enzimas. Por lo que se puede afirmar que las tres harinas cumplen con el parámetro de humedad establecidas por la Norma Técnica Ecuatoriana

En la harina de chocho y chachafruto podemos encontrar una mayor similitud, con respecto a su contenido de aminoácidos, cuya primera limitante es la metionina, esto se debe ya que son una leguminosa, por lo cual carece de aminoácidos azufrados, es por ello que se complementan bien con los cereales los cuales son carentes de lisina, pero ricos en metionina y cistina. Mientras que la harina de quinua por proporción y balance de aminoácidos, destacándose su alto contenido de lisina, comparado con otros cereales permite una excelente complementación con las de maíz y trigo. Además, se le puede adicionar pequeñas cantidades de proteínas de origen animal como huevo o leche que no tienen aminoácidos limitantes, para mejorar la calidad de las proteínas en una dieta mixta.

Finalmente se puede decir que las semejanzas que podemos encontrar en estos tres tipos de harinas es su alto contenido nutricional, especialmente la proteína, siendo beneficiosas en su utilización en la dieta humana para el consumo. Otra similitud de dichas harinas es el de no contener gluten siendo un alimento apto para el consumo de personas celiacas. Sin embargo, estas también pueden ser utilizadas en panaderías con diferentes mezclas, dando un mayor valor nutricional a las harinas de trigo, ya que los autores resaltan que pueden ser utilizadas como una alternativa para mejorar los productos de panificación con un alto valor proteico.

3.3. Elaboración de pan con la incorporación de los tres tipos de harinas

Con la finalidad de analizar el comportamiento de las harinas en su utilización en la elaboración de pan, en la Tabla (5-3, 6-3, 7-3) se muestran las formulaciones con los porcentajes aceptados para su sustitución de harina de trigo con cada una de las harinas de chocho, quinua y chachafruto de acuerdo a las investigaciones realizadas por otros autores.

3.3.1. Sustitución de harina de trigo con harina de chocho en la elaboración de pan.

Tabla 5-3. Sustitución de harina de trigo con harina de chocho en la elaboración de pan.

Tipo de pan	Porcentaje de sustitución		Autor
	% Harina de trigo	% Harina de chocho	
Pan blanco	70	30	(Delgado et al., 2016)
Pan blanco	80	20	(Cueva, 2018)
Pan artesanal	70	30	(Ponce, 2018)

Fuente: ¹Delgado & otros (2016), ²Cueva (2018), ³Ponce (2018)

Realizado por: Toapanta Arianna, 2023.

El estudio realizado por Delgado et al., (2016 p.90) para el pan enriquecido con harina de Tarwi, elaboró 3 panes a diferentes concentraciones de 20%, 25%, y 30% y como grupo de comparación preparó un pan control a base de 100% de harina de trigo. Donde la formulación aceptada fue el pan enriquecido con adición del 30% de harina de tarwi con el 70,66% de gusta moderadamente y gusta mucho por su mayor grado de aceptabilidad. Cuyas propiedades reológicas, en la extensibilidad y textura para el pan experimental fue de 32mm y 2,80 gr/seg respectivamente, valores dentro de los normales. Con respecto a la composición química del pan enriquecido con harina de tarwi fue de proteína 22%, grasa 11%, carbohidratos 45%, 3.5% de fibra de la muestra mejorando su valor nutricional.

En la elaboración de pan blanco Cueva (2018 p.48) nos menciona que los porcentajes de sustitución de la harina de trigo por harina de chocho fueron en valores de 10%, 15%, 20%. En resumen, de dicha investigación se da a conocer que la formulación más aceptada por parte de los jueces fue la del 20% de sustitución, debido que este presentaba mejores características, pese a que su volumen específico era menor al pan control. En cuanto a la calidad nutricional esta mejoró con

un resultado del incremento de fibra, proteína y grasa, así como la disminución de carbohidratos como consecuencia de la composición proximal que tiene el chocho.

En la investigación de Ponce (2018 p.67), en la elaboración de pan artesanal utilizó los porcentajes del 25%, 30% y 35% para la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de chocho. De las cuales seleccionó el porcentaje 70-30% ya que fue la sustitución que presentó mejores resultados, debido que se buscaba elaborar un pan con buenas características nutricionales. Por ende, dicha formulación fue utilizada en la evaluación sensorial que se realizó respecto a color, sabor, olor y textura, dando como resultado la aceptabilidad de los panelistas. Respecto a la descripción de la miga y alveolos de pan, el porcentaje de sustitución del 25% tuvo las mejores características con mayor cantidad de alveolos, dándole un mayor volumen.

Debido a su alto porcentaje sustitución de harina de trigo por harina de chocho afectando su volumen específico se podría realizar un diseño de fórmulas donde se incorporen almidones como almidón de papa o enzima (glutaminasa) para así mantener o mejorar las características del producto final.

3.3.2. *Sustitución de harina de trigo con harina de quinua en la elaboración de pan.*

Tabla 6-3. Sustitución de harina de trigo con harina de quinua en la elaboración de pan.

Tipo de pan	Porcentaje de sustitución		Autor
	% Harina de trigo	% Harina de quinua	
Pan molde	95	5	(Montúfar, 2015)
Pan blanco	87	13	(Caicedo, 2015)
Pan molde	80	20	(Correa, 2017)

Fuente: ¹Montúfar (2015), ²Caicedo (2015), ³Correa (2017).

Realizado por: Toapanta Arianna, 2023

Montufar (2015 p.58) en la sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua realizó sustituciones de 0%, 5%, 10% y 20%, seleccionando la formulación más adecuada al 5 % de sustitución de harina de quinua cocida. Ya que presento un volumen similar al pan control, además en el análisis sensorial de (color, olor, sabor y textura) realizadas a 100 posibles consumidores se obtuvo una mayor aceptabilidad a la formula del 5% de sustitución. En el análisis de la composición nutricional presento un contenido de proteína de 10,72% en comparación del pan control con un 9,85% de proteína, resultando un incremento del 0,87% de proteína en el pan con la formulación del 5% de sustitución de harina de quinua.

En la investigación de Caicedo (2015 p.41) realizó una sustitución de la harina de trigo por harina de quinua en valores de 13%, 16%, 17% y 18%, donde la formulación más aceptada fue del 13%. Debido que en comparación con el patrón, este obtuvo el mejor resultado a diferencia de los otros porcentajes de sustitución de harina de quinua. Ya que al 13% de sustitución cumple con las propiedades de volumen, densidad, color, olor, sabor y textura. En cuanto a la composición nutricional del pan al 13% de sustitución con harina de quinua se puede decir que conforme aumenta la cantidad de harina de quinua también lo hace la proteína en cada una de las formulaciones, es decir del (13% a 18%) comenzando con 8,34% a 10,25%, mientras que el patrón con 100% de harina de trigo, presentó un valor de 5,46% de proteína.

En el estudio de sustitución realizado por Correa (2017 p.30) se usó porcentajes para el remplazo parcial de la harina de trigo por harina de quinua de 10%, 20% y 30%. En la que la fórmula más aceptada fue del 20% de sustitución. Debido que las mezclas de este presentaron el mejor comportamiento en la panificación y en el análisis sensorial de pan con los parámetros de (color, olor, sabor y textura) que fue realizada a 30 personas, dando como resultado a la calificación más alta en cuanto a sabor, olor y color al pan elaborado con el 20% de sustitución de harina de quinua.

Con esto se puede decir que al sustituir parcialmente la harina de trigo por harina de quinua se lo puede realizar hasta porcentajes del 20%. Ya que Caicedo (2015 p.43) menciona que al aumentar el porcentaje de sustitución por encima del 10% disminuye el volumen de la miga, debido que la harina de quinua no tiene proteína formadora de gluten, como la harina de trigo.

Cabe también mencionar que a medida que aumenta el porcentaje de sustitución, aumenta el índice de absorción de agua, la extensibilidad y el debilitamiento de la masa; mientras que disminuye el tiempo de amasado y la estabilidad de la masa, dando como resultado panes con bajo volumen (Montúfar, 2015 p.42).

3.3.3. *Sustitución de harina de trigo con harina de chachafruto en la elaboración de pan.*

Tabla 7-3. Sustitución de harina de trigo con harina de chachafruto en la elaboración de pan.

Tipo de pan	Porcentaje de sustitución		Autor
	% Harina de trigo	% Harina de chachafruto	
Pan blanco	90	10	(Zavaleta et al., 2010)
Molde blanco	90	10	(Vargas, 2016)
Molde blanco	95	5	(Céspedes, 2021)

Fuente: ¹Zavaleta et al., (2010), ²Vargas (2016), ³Céspedes (2021).

Realizado por: Toapanta Arianna, 2023.

En la investigación realizada por (Zavaleta et al., 2010 p.4) para la sustitución de harina de trigo por harina de chachafruto, utilizó porcentajes de 10%, 15%, 20% y 25%. Los resultados mostraron que el peso y volumen del pan enriquecido con harina de chachafruto al 10% fueron similares con el tratamiento testigo de 100% harina de trigo. En cuanto a la evaluación sensorial de color, aroma, sabor y textura presentaron las mejores preferencias al 10% del pan enriquecido con harina de chachafruto. La caracterización fisicoquímica de dicha fórmula fue 11,96% de proteína, 10% de grasa, 2,72 % de cenizas y 60, 77% de carbohidratos. Lo cual demostró la posibilidad tecnológica de diversificar el uso de semillas de pajuro en forma de harina para la industria de la panificación.

El estudio realizado por Vargas (2016 p.54) titulado “Caracterización fisicoquímica del pan molde blanco con sustitución parcial de harina de pajuro (*Erythrina edulis*)” se analizó el efecto de la sustitución de la harina de trigo por harina de pajuro tostado con porcentajes de 7,9%, 10 %, 15%, y 20%. Donde determinó las características fisicoquímicas y sensorial del producto final. Siendo la evaluación sensorial preferida la sustitución al 10% de harina de pajuro que presentó un 10,97% de proteína a diferencia del pan molde normal con 10,47% de proteína, además determinó que la sustitución parcial de la harina de trigo no afecta significativamente el volumen del pan molde.

En otro estudio realizado por Céspedes (2021 p.46) titulado “Evaluación de las características nutricionales, físicas y sensoriales del pan molde con sustitución parcial de harina de basul (*Erythrina edulis*) germinado. Se determinaron las formulaciones de mezcla para pan molde, siendo estas al 5%, 10%, 15% y 20%. Se realizaron los análisis correspondientes para determinar proteína, grasa, humedad y fibra cruda. Donde la formulación al 20% de harina de basul presentó los mejores resultados para las variables estudiadas (proteína 13,72%, fibra cruda 1,38%, grasa 11,59% y humedad 5,54%). Respecto al volumen específico reportó que la muestra control y la

sustitución al 5% obtuvieron mayor volumen con 5,62 y 4,99 cm³/g respectivamente, mientras que al 20 % de sustitución presento 3,89 cm³/g de volumen específico. En cuanto a la evaluación sensorial en color, textura, sabor y aceptabilidad, obtuvo una mayor aceptabilidad por la sustitución al 5%, mientras que la sustitución al 20% presentó una baja aprobación por los jueces. Estos resultados se dan debido que a mayor sustitución sus atributos tienen a disminuir, como el volumen específico, oscurecimiento en la miga de acuerdo al nivel de sustitución.

3.4. Análisis del pan con harina sustituida

El análisis de las características organolépticas y físicas de los productos terminados donde cada formulación se ha incluido harina de chocho, quinua y chachafruto, se analizan por medio de la tabla 8-3, lo cual presenta datos de 3 tipos de Pan. La información corresponde a las formulaciones que mejores evaluaciones sensoriales de aceptabilidad presentaron en cada investigación.

Tabla 8-3. Características organolépticas y físicas del pan con harina sustituida

Pan blanco (20% harina de chocho y 80% de harina de trigo)			
Características Organolépticas		Características Físicas	
Color	Marrón claro	Volumen	4,60 cm ³ /g
Olor	Olor a grano		
Sabor	Agradable	Color de miga	Blanquecina
Textura	Un poco dura		
Pan blanco (13% harina de quinua y 87% harina de trigo)			
Características Organolépticas		Características Físicas	
Color	Marrón	Volumen	60 cm ³
Olor	Pan fresco		
Sabor	Agradable	Color de miga	Crema
Textura	Suave		

Pan molde (5% harina de chachafruto y 95% harina de trigo)			
Características Organolépticas		Características Físicas	
Color	Marrón claro	Volumen	4,99 cm ³ /g
Olor	Normal a pan fresco		
Sabor	Dulce	Color de miga	Crema
Textura	Suave		

Fuente: ¹Cueva (2018), ²Caicedo (2015), ³Céspedes (2021)

Realizado por: Toapanta Arianna, 2023

De acuerdo a la literatura investigada, en la elaboración del Pan blanco con el (20% harina de chocho y 80% de harina de trigo) Cueva (2018 p.48) lo define como la formulación de mayor aceptación. Visualmente se apreció una coloración marrón clara en la corteza de los panes y una miga de color blanquecina, además de presentar una mayor luminosidad. Con respecto al olor este fue característico de pan, apreciándose un olor leve a la harina de chocho, y un sabor sin rancidez ni amargor presente, dándole una característica de agradable. En cuanto a la textura del pan existe un ligero aumento de dureza a medida que aumenta el porcentaje de sustitución que es al 20%, y en contraste con el testigo indica que son los tratamientos los que poseen mayor valor de dureza que el pan blanco. Finalmente, con el volumen específico del pan, en las formulaciones de 10%, 15% y 20% de sustitución presentaron valores de (5,29 cm³/g, 4,66 cm³/g, y 4,60 cm³/g) respectivamente en comparación con el pan testigo de 100% de harina de trigo con un volumen de (5,26 cm³/g), dándose a conocer que este disminuye conforme se aumenta el porcentaje de sustitución con las harinas de chocho, así como los alveolos son mayores en proporción a su sustitución. Lo cual coincide con otros estudios realizados a pan molde con harina de trigo y harina de chocho, con una sustitución al 20% y 0,15% de goma guar, donde Bonilla & Calderón (2017 p.14) dan a conocer que el volumen específico se vio negativamente afectado por la adición de harina de chocho en la mezcla. Doxastaki (2000) citado por (Bonilla et al., 2017 p.15) mencionan que el volumen específico puede verse reducido al añadir harina de chocho debido a que las proteínas presentes en el chocho son en su mayoría globulinas y albuminas, mientras que las prolaminas y gluteninas se encuentran presentes en cantidades muy bajas.

En la investigación de Caicedo (2015 p.41) determinó las características organolépticas y físicas del pan blanco con diferentes formulaciones, donde obtuvo los mejores resultados cercanos al pan tratamiento, con la sustitución del 13% harina de quinua y 87% de harina de trigo. Con una

coloración de corteza marrón claro, sabor y olor agradable a pan fresco, y una textura suave. Respecto a las características físicas, dicha formulación obtuvo el mejor volumen de 60 cm³ y un color de miga crema, muy similar al pan integral, mostrando diferencia con el pan control. Esto se debe, que al ir disminuyendo la cantidad de harina de trigo, se reduce la propiedad de retención de gas, lo que lleva a la disminución del volumen (Caicedo, 2015 p.44). Es por ello que el autor evidencio cambios en el pan al ir aumentando el nivel de sustitución de harina de trigo por harina de quinua. Se reportan resultados similares por (Montúfar, 2015 p.58) en su estudio de la sustitución parcial de harina de trigo con harina de quinua cruda y cocinada en la elaboración de pan, observando que a medida que aumenta el porcentaje de sustitución, el volumen específico disminuye, siendo el pan con 5% de harina de quinua el que obtuvo un volumen similar al pan control, y las formulaciones con 20% de sustitución fueron las que presentaron el menor volumen específico. Otro estudio realizado por (Correa, 2017 p.36) en la Sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua para elaboración de pan de molde, menciona que a medida que se aumenta el porcentaje de sustitución de harina de quinua reduce el nivel de satisfacción del consumidor conforme a las características organolépticas para todos los panes.

En la evaluación de las características del pan de molde con sustitución parcial de harina de basul germinado realizado por (Céspedes, 2021 p.46), las características organolépticas del pan molde con una sustitución al 5%, 10%, 15% y 20%, muestra que si hay diferencias en cuanto al color, textura y sabor, mientras que al olor pudo apreciar que no hay diferencias, lo que la adición de harina de basul germinado no influye en este parámetro de los panes molde. En cuanto al porcentaje de 5% sustitución que fue más aceptado, respecto al color la muestra presento una corteza marrón, con un sabor dulce y una textura suave, y un aroma característico a pan. Con esto el autor de la investigación da a conocer que a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución con harina de basul germinado, cambia a color opaco, puntos negros y una textura con una miga un poco más dura, pero manteniendo el sabor dulce, mostrando diferencias con el pan control. Observándose que hay más preferencia por la muestra control y la sustitución al 5%, mientras que la sustitución al 20% presentó una baja aprobación por los jueces. Este resultado indica que a progresiva sustitución de harina de trigo por harina de basul germinado estos atributos tienden a obtener menor calificación. Ya que disminuye el nivel de satisfacción del consumidor.

En cuanto a las características físicas del pan molde el autor muestra que si hay diferencias para en cuanto al volumen específico, reportando que la muestra control y la sustitución al 5% obtuvieron mayor volumen específico: 5,62 y 4,99 cm³/g respectivamente a diferencia de la sustitución al 20% que presento 3,89 cm³/g. En cuanto al peso, la sustitución al 20 % fue quien obtuvo un peso más alto con respecto a las demás sustituciones, su peso aumenta conforme al

porcentaje de sustitución, esto se debe a la tendencia de absorción del agua en el pan, ya que se incrementa la cantidad de agua conforme se eleva el nivel de sustitución de las mezclas; Pineda y Vásquez (2010) citado por (Céspedes, 2021 p.46) afirman que el peso de los panes incrementa proporcionalmente con la concentración de otras harinas.

CONCLUSIONES

- De acuerdo a la literatura investigada, se evidenció que la harina de chocho demuestra ser un producto con alto contenido proteico (45,98% de su composición total), grasas (20,66%) y un bajo contenido en carbohidratos, mientras que la harina de chachafruto y quinua presentaron un menor valor proteico (21,13% - 13,92% respectivamente) pero con un alto contenido de carbohidratos. Además de ser potencialmente nutricionales, la harina de chocho y chachafruto son deficitarias de los aminoácidos metionina y triptófano, algo característico de las legumbres, mientras que la harina de quinua presenta un equilibrio de los aminoácidos esenciales. Sin embargo, pueden ser utilizadas para complementar muy bien con las proteínas provenientes de cereales, las cuales no son deficitarias en dichos aminoácidos.
- Con base en las investigaciones se pudo determinar que estos tres tipos de harinas pueden ser usadas como una alternativa para la alimentación por su gran aporte nutricional, en productos de panadería, como el pan, pasteles, galletas, postres, entre otros; ya que presentan varios aportes nutricionales y energéticos que contribuyen positivamente en el estado de salud de las personas sin variar el sabor de los productos elaborados.

RECOMENDACIONES

- Por las diversas fórmulas encontradas para la sustitución parcial de harina de trigo en la elaboración de pan, utilizar otras harinas de leguminosas que sustituyan al trigo de forma parcial, de manera que los nuevos tipos de pan o productos farináceos puedan ser introducidos al mercado consumidor.
- Realizar una determinación del contenido de aminoácidos esenciales en los productos elaborados a base de sustitución parcial de la harina de trigo para conocer el verdadero aporte nutricional.
- Plantear diferentes investigaciones respecto al uso de la harina de chachafruto, para incentivar su consumo y su utilización en la industria alimentaria.
- Realizar un estudio de la granulometría de la harina de chocho, quinua y chachafruto, para determinar si influyen en las características físicas y sensoriales del pan.

BIBLIOGRAFÍA

APAZA CALCINA, José David. Caracterización y variabilidad de progenies S3 autofecundadas, procedentes de cruzas simples genéticamente distantes y cercanas, en seis cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) [En línea] (Trabajo de titulación) (Facultad de Agronomía) Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. 2014. pp. 18. [Consulta: 2021-04-3] Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4130/AGapcajd052.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

BERMÚDEZ NARANJO, Diego. Evaluación tecnológica de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad piartal como espesante alimentario obtenida bajo diferentes condiciones de proceso. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería en Alimentos) Universidad de la Salle, Bogotá-Colombia 2017. pp. 16. [Consulta: 2022-11-02] Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1075&context=ing_alimentos.

BONILLA CRUZ, Juan Sebastián, & CALDERÓN CIFUENTES, Alexis Esteban. Estudio de la utilización de harina de chocho, extracto de levadura y goma guar en pan de molde: optimización mediante Metodología de Superficie de Respuesta Sistematización de experiencias prácticas de investigación. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería Industrial) Universidad de San Francisco de Quito USFQ. 2017. pp.14-16. [Consulta: 2022-12-12] Disponible: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6645/1/131065.pdf>.

BOT, B. Estudio del efecto de acciones químicas y biológicas sobre la masa del pan. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería Química) Universidad Nacional del Litoral, Loja-Ecuador. 2008. pp. 12. [Consulta: 2021-04-19]. Disponible en: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/125/tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

BRACHO GUAMANÍ, Katty Carolina. "Efecto del pretratamiento de semillas con calor seco, para el control de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) y en el rendimiento del chocho (*Lupinus mutabilis*)". [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería Agropecuaria) Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí-Ecuador. 2019. pp. 18. [Consulta: 2021-04-20]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15926/1/T-IASA%20I-005486.pdf>.

CABEZAS PULLAS, Edgar Patricio. Relación del sector agrícola del trigo en la producción de harina en la provincia de Pichincha - Ecuador. [En línea] (Trabajo de titulación) (Economía)

Univesidad Central del Ecuador. 2017. pp. 16. [Consulta: 2021-05-10]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/9940/1/T-UCE-0005-033-2017.pdf>.

CACOANGO RIVERA, Gladys Beatriz. Utilización de la Harina de Chocho en Preparaciones Gastronómicas Riobamba. [En línea] (Trabajo de titulación) (Gestión Gastronómica) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2012. pp. 31. [Consulta: 2021-04-14]. Disponible en: <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/9531/1/84T00151.pdf>.

CAICEDO GUACANEME, Diana Patricia. Efecto de la harina de quinua (*Chenopodium quinua* Willd var. *plartal*) sobre las propiedades de volumen, textura y estabilidad de panes. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería de Alimentos) Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá-Colombia. 2015. pp. 41-44. [Consulta: 2022-11-25]. Disponible en: https://issuu.com/maosabo/docs/tesis_finalizada_efecto_de_la_harin.

CALUPIÑA JÁCOME, Xavier Alexander, & TIPÁN TIPÁN, Fernanda Lucía. "Estudio del estado del arte de tres tipos de desamargado (tradicional, fermentación y germinación), de dos ecotipos de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) y de dos índices de madurez, para determinar su factibilidad" . [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería Agroindustrial) Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga-Ecuador. 2020. pp. 46-56. [Consulta: 2022-10-23]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7003/1/PC-000965.pdf>.

CANDO CHASILOA, Karolina Elizabeth , & GALLARDO GUANOQUIZA, Luis Miguel. Situación parcial de la harina del trigo por la harina de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en la elaboración de pan. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería Agroindustrial) Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga-Ecuador. 2020. pp. 42-45. [Consulta: 2021-04-18]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7004/1/PC-000964.pdf>.

CASTILLO TANTARICO, Regulo, & OLIVOS CORREA, Amelia. "Formulación de fideos co sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum durum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y harrina de loche (*Curcuvita moschata*)". [En línea] (Trabajo de Titulación) (Ingeniero Industrial) Universidad Señor de Sipán, Pimentel-Perú. 2018. pp. 32-38. [Consulta: 2022-10-20]. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7289/Castillo%20Tantarico%20Regulo%20%20Olivos%20Correa%20Amelia.pdf?sequence=6>.

CERERE ANDRADE. Gluten. Características, propiedades y usos. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería en Alimentos) Universidad de San Martín, Perú 2020. pp. 12. [Consulta: 2022-10-28]. Disponible en: http://cerere2020.eu/wp-content/uploads/2019/11/12_ES.pdf.

CÉSPEDES OROSCO, Candy Naya. Evaluación de las características nutricionales, físicas y sensoriales del pan molde con sustitución parcial de harina de basul (*Erythrina edulis*) germinado. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería Agroindustrial) Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Ambacay-Perú. 2021. pp. 46-52. [Consulta: 2022-11-29]. Disponible en: https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/985/T_0622.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

CHIRINOS, Arias. "Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) una planta con potencial nutritivo y medicinal". Bio Ciencias [En línea] 2015. (Perú) 3(3), pp. 2-4. [Consulta: 2021-04-14]. ISSN 2007-3380. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15741/revbio.03.03.03>.

CORONA LISBOA, José Luis. "Investigación Cualitativa: Fundamentos Epistemeológicos, teóricos y metodológicos". Vivat Academia [En línea] 2018. (Cuba) 69(144), pp. 1-2. [Consulta: 2021-04-10]. ISSN 1575-2844. Disponible en: <https://www.vivatacademia.net/index.php/vivat/article/view/1087/1412>.

CORONA LISBOA, José Luis., & MALDONADO JULIO, José Fermín. "Investigación Cualitativa: Enfoque Emic-Etic" Scielo. [En línea] 2018. (Cuba) 37(34), pp. 2-5. [Consulta: 2021-04-10]. ISSN 1561-3011. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03002018000400022&script=sci_arttext&tlng=en.

CORREA ESTUPIÑAN, Beatriz Madelaine. Sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) para elaboración de pan molde. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería en Alimentos) Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud, Machala-Ecuador. 2017. pp. 30-36. [Consulta: 2022-11-25]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11159/1/CORREA%20ESTUPI%c3%91A%20BEATRIZ%20MADELAINE.pdf>.

CUEVA MOGROVEJO, Paúl Rodrigo. Evaluación de la sustitución parcial de la harina de trigo con harina de lupino (*Lupinus mutabilis* Sweet) para la elaboración de pan. [En línea] (Trabajo de titulación) (Química de Alimentos) Universidad central del Ecuador, Quito-Ecuador. 2018. pp. 48-56. [Consulta: 2022-11-27]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16595>.

CUTIPA HUARCAYA, Willy. Efecto de la adición de harina de tarwi (*lupinus mutabilis sweet*) en sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum*) en la elaboración del pan. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería Agroindustrial) Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú. 2014. pp. 8-9. [Consulta: 2021-04-14]. Disponible en: <https://1library.co/title/efecto-de-la-adicion-de-harina-de-tarwi-lupinus-mutabilis-sweet-en-sustitucion-parcial-de-harina-de-trigo-triticum-aestivum-en-la-elaboracion-del-pan>.

D'AMORE, Carla. Evaluación nutricional de harina proteica de *Erythrina edulis*. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería en Ciencias) Universidad Central de Venezuela, Caracas-venezuela. 2016. pp. 16-20. [Consulta: 2022-01-20]. Disponible en: <http://caelum.ucv.ve/bitstream/10872/15104/1/MANUSCRITO%20FINAL%206%20DE%20JUNIO%20.pdf>.

DELGADO CASTAÑEDA, Jenneth Natalia. Evaluación de harinas de Chachafruto (*Erythrina edulis*) y Quinoa (*Chenopodium Quinoa W*) como extensores en el proceso de elaboración de salchichas tipo Frankfurt. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería en Ciencias Agrarias) Universidad Nacional de Colombia, Bogotá-Colombia. 2014. pp. 40-44. [Consulta: 2022-11-01]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/52273/107438.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

DELGADO VILLALTA, Sandra, & NEIRA YAURI, Angela Alejandra. Elaboración, aceptabilidad, propiedades reológicas, características fisicoquímicas y valor nutricional del pan enriquecido con harina de tarwi, Arequipa 2016. . [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería en Ciencias Biológicas) Universidad de San Martín, Arequipa-Perú. 2016. pp. 90-93. [Consulta: 2022-11-27]. Disponible en: <http://190.119.145.154/bitstream/handle/UNSA/1857/NUdevis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

DELGADO SORIANO, Victor Daniel. "Calidad proteica de las semillas de pajuro (*Erythrina edulis triana*) sometidas a cocción tradicional y extrusión". [En línea] (Trabajo de titulación) (Maestría en Nutrición) Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. 2018. pp.17-23. [Consulta: 2021-04-12]. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1370562>.

DELGADO, V. et al. "Características físico-químicas de las semillas de pajuro (*Erythrina edulis Triana*) y propiedades funcionales después de la extrusión". Scielo [En línea] 2020, (Perú), 22(3),

pp. 4-5. [Consulta: 2021-04-17]. ISSN 2313-2957 Disponible en: http://dev.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572020000300263.

DUARTE ACERO, Luis Enrique. *Chachafruto o Balú*. [En línea] Convenio Andres Vello. Colombia. 2002. [Consulta: 11 Marzo 2022]. Disponible en: https://bosquedeniebla.com.mx/wp-content/uploads/2022/04/Guia_cultivo_aprovechamiento_balu_chachafruto.pdf.

ESCOBAR, V. et al. "Extracción y caracterización de almidón de chachafruto (*Erythrina edulis* Triana)". ResearchGate [En línea], 2016, (Colombia), 1(5), pp. 2-3. [Consulta: 17 abril 2016]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Johanna-Victoria/publication/311981482_Characterization_of_native_starch_isolated_from_seed_of_chachafruto_Erythrina_edulis_Triana/links/586675be08ae8fce490f19dd/Characterization-of-native-starch-isolated-from-seed-of-

ESPINOZA CÓRDOVA, Gaby. Análisis químico proximal de granos y harina de "Pajuro" (*Erythrina edulis*) y elaboración de una bebida proteica con sabor a chocolate. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ciencias y Filosofía) Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú. 2018. pp. 13-19. [Consulta: 2021-05-04]. Disponible en: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/3764/Analisis_EspinozaCordova_Gaby.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

FAO. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. [En línea] 2010. [Consulta: 27 Octubre 2022]. Disponible en: https://issuu.com/b.mendozaelizabeth/docs/cultivos_andinos_subexplotados_y_s1/4.

INIAP. *La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. [En línea] Ecuador, 2011. [Consulta: 02 Noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf>.

FIGUEROA ROBLES, Elmer Eduardo. "Elaboración del pan precocido pan árabe o pita blanca con sustitución parcial con harina de quinua". [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería en Industrias Alimentarias) Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", Huaraz, Perú. 2010. pp. 24. [Consulta: 2021-05-06]. Disponible en: http://www.repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1801/T033_41924265_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

GANDARILLAS, Humberto. *Razas de Quinua *Chenopodium quinoa* Willd en Ecuador.* Ecuador. [En línea] 1998. [Consulta: 16 abril 2021]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/438/1/iniapscbt67.pdf>.

GIRA CÉSPEDES, Paola. "Elaboración experimental de harina de tarwi (*Lupinus Mutabilis*) como complemento alimenticio para consumo humano periodo 2000-2019". DICYT [En línea] 2022, (Bolivia), 3(4), pp. 15-18. [Consulta: 15 abril 2021]. SSN: 2790-1459. Disponible en: <http://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/ventana-cientifica-estudiantil/article/view/1301/1308>.

GÓMEZ PANDO, Luis & AGUILAR CATELLANOS, Enrique. Guía de cultivo de la quinua. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería Agronomica) Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 2016. pp. 28-29. [Consulta: 2021-04-15]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i5374s/i5374s.pdf>.

GUERRERO BEJARANO, María Auxiliadora. "La investigación cualitativa". UIDE, INNOVA [En línea] 2016, (Ecuador), 1(2), pp. 3-4. [Consulta: 10 abril 2021]. SSN 2477-9024. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/3645/3/document.pdf>.

GUTIERREZ, Ana. et al. "Evaluación de los factores en el desamargado de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)". Agroindustria Science [En línea] 2016, (Perú), s/n. [Consulta: 27 Octubre 2022]. SSN Agroind Sci 6. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/1139#:~:text=El%20tarwi%2C%20chocho%20o%20lupino,fibra%2C%20cenizas%20y%20carbohidratos%20respectivamente%3B>.

GUTIERREZ CASTILLO, Carla Pamela. Elaboración de pan de molde con sustitución parcial de harina de quinua y tarwi. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería en Industrias Alimentarias) Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 2022. pp. 29-68. [Consulta: 2022-10-25]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5393/gutierrez-castillo-carla-pamela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

HERNÁNDEZ LEÓN, Rolando Alfredo, & COELLO GONZÁLES, Sayda. *El proceso de Investigación Científica.* La Habana : Editorial Universitaria, 2011. [Consulta: 4 mayo 2021]. Disponible en: <https://docs.google.com/presentation/d/1OwbJ4mmnAXMQT1so->

coliAPI6qXIxPuQIiePEUKiB8Q/present?includes_info_params=1&eisi=CNPGkp_yiuYCFdUu
gQodpJsAFA&slide=id.g5c974c03cf_0_55

HUARCAYA MIRAYA, Michael Guzmán. 2020. Las hojas y frutos del antiporo (*Erythrina edulis*) en la alimentación animal en Kerapata Tamburco Abancay 2018 . [En línea] (Trabajo de titulación) (Agronomía) Universidad Tecnológica de los Andes, Abancay, Perú. 2020. pp. 42. [Consulta: 2021-05-04]. Disponible en: <https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/260/1/Las%20hojas%20y%20frutos%20del%20antiporoto%20%28Erythrina%20Edulis%29%20en%20la%20alimentaci%C3%B3n%20animal%20en%20kerapata%20Tamburco%20Abancay%202018.pdf>.

NTE INEN 2390. *Leguminosas. Grano desamargado de chocho. Requisitos.* [En línea] 2004. [Consulta: 15 abril 2021]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2390.pdf>.

NTE INEN 616. *Harina de trigo. Requisitos.* [En línea] 2015. [Consulta: 25 Octubre 2022] <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-616-4.pdf>.

INIAP. "INIAP 451 Guaranguito Nueva variedad del chocho para la provincia de Bolívar" INIAP [En línea], 2010, (Ecuador), 3(382), pp. 2-3. [Consulta: 24 Octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/330/4/iniapscbd382.pdf>.

INICIARTE, Ingrid. et al. "Presencia del Chachafruto (*Erythrina edulis* Triana ex Micheli) en el estado Mérida, Venezuela". CENDITEL [En línea] 2015, (Venezuela), 34(10), pp. 6-7. [Consulta: 20 abril 2021.]. ISSN: 2244-7423. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Fernando_Otalora-Luna/publication/280922003_Presencia_del_chachafruto_Erythrina_edulis_Triana_ex_Micheli.

JAIMES SÁNCHEZ, Lorna Daniela, & LARES ORTEGA, Alezandra Virginia. Elaboración de una hamburguesa vegana con harina de hojas y semillas de Chachafruto. [En línea] (Trabajo de titulación) (Facultad de Medicina) Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. 2020. pp. 18-22. [Consulta: 2021-04-17]. Disponible en: <http://bdigital2.ula.ve:8080/xmlui/bitstream/handle/654321/6048/jaimes-lares.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

JARVIS, David. et al. "The genome of *Chenopodium quinoa*". RESEARCH. [En línea] 2017, (Australia), 542(307), pp. 3-4. [Consulta: 14 abril 2021.]. ISSN: 1038-2137. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nature21370>.

MARTÍN, Ismael. et al. "¿Es el gluten el gran agente etiopatogénico de enfermedad en el siglo XXI?" [En línea] 2014, (España), 30(6), pp. 2-3. [Consulta: 28 octubre 2022]. ISSN: 1203-1210. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v30n6/02revision02.pdf>.

MATOS CHAMORRO, Alfredo, & PAYEHUANCA MAMANI, Irma. "La formación de la masa, la fermentación y los métodos de proceso en la elaboración de pan". Dirección General de Investigación. [En línea] 2011, (Perú), 4(2), pp. 1-2. [Consulta: 27 octubre 2022]. ISSN: 1256-3212. Disponible en: <http://alimentos.web.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/57/2016/03/Panificacion.pdf>.

MESAS, J & ALEGRE, M. "El pan y su proceso de elaboración". Ciencia y Tecnología Alimentaria. [En línea] 2002, (México), 3(5), pp. 4-5. [Consulta: 18 abril 2021.]. ISSN: 1135-8122. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/724/72430508.pdf>.

MINA CHALÁ, Diego Fernando. Evaluación Agronómica De Líneas F5 De Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), En Dos Localidades De La Serranía. Ecuador. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería en ciencias Agrícolas) Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. 2014. pp. 4-5. [Consulta: 2021-04-15]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2560/1/T-UCE-0004-78.pdf>.

MONTÚFAR ALMEIDA, Tania Belén. Estudio de la sustitución parcial de harina de trigo con harina quinoa cruda y cocida en la elaboración de pan. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería Ciencias de Ingeniería) Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador. 2015. pp. 42-58. [Consulta: 2022-11-27]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14314/1/64281_1.pdf.

MORENO SANGUÑA, Viviana Alexandra. Validación del protocolo de control interno de calidad para la producción de semilla de quinoa variedad (INIAP Tunkahuan), bajo dos tipos de fertilización, Cadet, 2015. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería Ciencias Agrícolas) Universidad del Ecuador, Quito, Ecuador. 2016. pp. 27-29. [Consulta: 2021-05-02]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7987/1/T-UCE-0004-18.pdf>.

MUÑOZ RUIZ, Luis Alexander. Evaluación sensorial de hamburguesas al sustituir parcialmente carne y grasa de cerdo (*Sus scrofa*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*). [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería Química E Industrias Alimentarias) Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. 2020. pp. 22-23. [Consulta: 2022-10-20]. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8243/BC-4643%20RUIZ%20MU%c3%91OZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

NIETO NICOMEDES, Esteban Teodoro. Tipos de Investigación. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Economía) Universidad de Santo Domingo de Guzmán, Ecuador. 2018. pp. 2-3. [Consulta: 2022-10-18] Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>.

NTE INEN 2945. Requisitos para pan. [En línea] 2015. [Consulta: 18 abril 2021]. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2945.pdf.

NTE INEN 3042. *Harina de quinua-Requisitos*. [En línea] 2015. [Consulta: 04 Noviembre 2022] Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_3042.pdf.

OCAÑA PALACIOS, Iván Armando. “Caracterización Físicoquímica, Nutricional y Reológica De Cultivos Andinos Infrautilizados”. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería Ciencia en Alimentos y Biotecnología) Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. 2019. pp. 34-37. [Consulta: 2022-10-20]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30002/1/AL%20707.pdf>.

ORGAZ GARCÍA, Gabriela. Adaptación de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) a las condiciones agroecológicas de la zona centro peninsular. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería Agrícola) Universidad Politécnica de Madrid, España. 2020. pp. 10-13. [Consulta: 2021-04-4]. Disponible en: https://oa.upm.es/65953/1/TFG_GABRIELA_ORGAZ_GARCIA.pdf.

ORMAZA, María Lourdes. Elaboración de Pancakes de Chocho como Alternativo para el Desayuno Escolar. [En línea] (Trabajo de titulación) (Enfermería) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. 2010. pp. 7-8. [Consulta:2021-04-06]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/4021/T-PUCE-%203281.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

PACHECO ALFARO, Angeleth Rosemary. “Elaboración de pan sin gluten utilizando harina de quinua (*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. pp. 32-33. [Consulta:2021-04-6]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2605/Q02-P323-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

PÁEZ OTEY, Daniela. *El pan: un favorito latinoamericano y mundial*. [blog]. LatinAmerican Post, 2017. [Consulta: 12 abril 2021]. Disponible en: <https://latinamericanpost.com/es/15886-el-pan-un-favorito-latinoamericano-y-mundial>.

PANTOJA, Lucia. et al. "Caracterización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y la harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para su industrialización". *Tayacaja*. [En línea] 2020, (Perú), 3(1), pp. 78-80. [Consulta: 15 abril 2021.]. ISSN: 2617-9156. Disponible en: <http://revistas.unat.edu.pe/index.php/RevTaya/article/view/72/93>.

PARADA, Alejandra, & ARAYA, Magdalena. "El gluten. Su historia y efectos en la enfermedad celíaca". *Rev Med Chile*. [En línea] 2010, (Chile), 138(34), pp. 4. [Consulta: 28 octubre 2022]. ISSN 1319-1325. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rmc/v138n10/art%2018.pdf>.

PARKER PAJARITO, José Luis Manuel. Obtención y caracterización de la harina integral de quinua orgánica. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería en Ciencias Químicas y Farmacéuticas) Universidad de Chile, Santiago, Chile. 2005. pp. 6-7. [Consulta: 2022-11-04]. Disponible en: https://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2005/pajarito_j/sources/pajarito_j.pdf.

PONCE PINOS, Sandra Paola. "Comparación de harina de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) deshidratada y liofilizada, para la elaboración de pan artesanal". [En línea] (Trabajo de titulación) (Gestión Gastronómica) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2018. 67-70. [Consulta: 2022-11-27]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/11691>.

QUINTERO, Victor. et al. Determinación de las propiedades térmicas y composicionales de la harina y almidón de chachafruto (*erytina edulis triana ex micheli*). [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería Agroindustrial) Universidad la Gran Colombia, Armenia. 2012. pp. 6-7. [Consulta: 2022-11-01]. Disponible en: https://www.academia.edu/61511966/Determinaci%C3%B3n_de_las_propiedades_t%C3%A9rmicas_y_composicionales_de_la_harina_y_almid%C3%B3n_de_chachafruto_erytina_edulis_triana_ex_micheli_.

QUITIO AMANGANDI, Edgar David, & SOLÓRZANO Bonoso, Stalin Javier. Estudio bibliográfico de tres tipos de desamargado (tradicional, fermentación y germinación) en diferentes índices de madurez de Chocho. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería Agroindustrial) Universidad Técnica de Cotopaxi. 2020. pp. 15-20. [Consulta: 2021-04-14]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7007/1/PC-000975.pdf>.

REYES MONTAÑO, Edgar Antonio. "Componente nutricional de diferentes variedades de quinoa de la región Andina". Investigación Científica y Tecnológica. [En línea] 2006, (Colombia), 206(5), pp.7. [Consulta: 15 abril 2021]. ISSN: 1243-4312. Disponible en: http://www.med-informatica.net/TERAPEUTICA-STAR/Quinoa_ComposicionNutricionalVariedadesAndina_2006_r5_art10.pdf.

RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, Adriana. Chenopodium quinoa Willd. ¿Por qué nos interesa conocerla? [En línea] (Trabajo de titulación) (Ciencias de la Salud) Universidad De La Laguna, Perú. 2018. pp. 7. [Consulta: 2021-04-15]. Disponible en: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/8687/Chenopodium%20quinoa%20Willd.%20%20C2%BFPor%20que%20nos%20interesa%20conocerla.pdf?sequence=1#:~:text=Su%20cultivo%20se%20remonta%20a,en%20fracturas%20o%20hemorragias%20internas..>

SALAZAR QUISHPE, Diana Carolina. Estudio de la sustitución parcial de harina de trigo con harina cruda y tostada en la elaboración de pan. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ciencias de la Ingeniería) Universidad Técnica Equinoccial, Quito, Ecuador. 2015. pp. 22-23. [Consulta: 2022-10-29]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14405/1/61827_1.pdf.

SAQUI GUZMÁN, Gloria Patricia. "Aplicación de las variedades de chocho de mayor consumo en la sierra centro del Ecuador, en preparaciones innovadoras para la gastronomía ecuatoriana". [En línea] (Trabajo de titulación) (Gastronomía) Universidad Tecnológica Israel, Quito, Ecuador. 2014. pp. 25. [Consulta: 2021-04-21]. Disponible en: <http://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/1073/1/UISRAEL%20-%20EC-%20ADMH%20-%20378.242%20-%20232.pdf>.

SILVA GAMA, Gabriela. Evaluación de la harina de chachafruto como ingrediente para la elaboración de un producto de panadería libre de gluten. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería de Alimentos) Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 2020. pp.12-25. [Consulta: 2021-04-17]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/77707/Tesis%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20harina%20de%20chachafruto%20como%20ingrediente%20en%20la%20elaboraci>

..pdf?sequence=5&isA.

SUCA, G & SUSA, E. "Potencial del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial". Departamento Académico de Procesos. 2015, (Perú), 18(2), pp. 7. [Consulta: 10 abril 2021]. ISSN: Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/11791>

SUQUILLO PAUCAR, Carla Lizbeth. Evaluación del efecto de microgravedad simulada sobre la obtención de germinados de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) y amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) . [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería Química y Agroindustrial) Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 2018. pp. 27-28. [Consulta: 2021-05-04]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19407/1/CD-8796.pdf>.

TRESPALACIOS TORRES, Verónica, & APONTE AYALA, Berenize. El pan en la mesa Casero o comercial. [En línea] (Trabajo de titulación) (Escuela de Negocios) Universidad de las Américas, Puebla, México. 2006. pp. 2-3. [Consulta: 2021-04-19]. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lhr/aponte_a_b/capitulo2.pdf.

VARGAS VILLENA, Emigdio. Caracterización fisicoquímica de pan molde blanco con sustitución parcial de harina de pajuro (*Erythrina edulis*). [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería en Arquitectura) Universidad Peruana Unión, Lima, Perú. 2016. pp. 54-58. [Consulta: 2022-11-01]. Disponible en: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/438/Emigdio_Tesis_bachiller_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

VERAMENDI ROSALES, Dalila Alexandra. Industrialización del Tarwi (*Lupinus mutabilis*) a través de la formulación de hojuelas nutritivas aceptadas sensorialmente por el consumidor, Huaraz 2020 (tesis de grado). [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería en Arquitectura) Universidad César Vallejo, Huaraz, Perú. 2020. pp. 29-31. [Consulta: 2021-04-15]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58262/Veramendi_RDA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

VILCACUNDO, Rubén, & HERNÁNDEZ LEDESMA, Blanca. "Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)". ELSEVIER. [En línea] 2017, (Ecuador), 14(01), pp. 2. [Consulta: 15 abril 2021]. ISSN: 1032-2312. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214799316301679>.

VLLACRÉS, Elena. et al. "Usos alternativos del chocho". FUNDACYT [En línea] 2006, (Ecuador), 3(333), pp. 4-5. [Consulta: 20 abril 2021]. ISSN: 1232-1109. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/298/1/iniapscbd333.pdf>.

VILLAMAGUA GODOY, Luisa María. Elaboración de una mezcla alimenticia a base de chocho y maíz, que contribuya a mejorar el estado nutricional de los niños y niñas menores de 5 años de los barrios San Vicente, La Loma, Sagrado Corazón, Cochaloma, San Vicente, de la Comunidad de Cangahua. [En línea] (Trabajo de titulación) (Enfermería) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. 2013. pp. 36-37. [Consulta:2021-04-22]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7517>.

VILLANUEVA FLORES, Rafael. "El gluten del trigo y su rol en la industria de la panificación". Ingeniería Industrial. [En línea] 2014, (Perú), 01(32), pp. 4-5. [Consulta: 28 octubre 2022]. ISSN: 1025-9929. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337432679010.pdf>.

ZABALETA, Amparo Iris. *Lupinus mutabilis (Tarwi) Leguminosa andina*. [En línea] Primera Edición. Biblioteca Nacional del Perú n.º 2018-05026, 2018. [Consulta: 17 abril 2021]. Disponible en: <https://fondoeditorial.unmsm.edu.pe/index.php/fondoeditorial/catalog/download/216/199/900-1?inline=1>.

ZAVALETA, Wagner. et al. Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) con harina y pasta de pajuro (*Erythrina edulis* Triana) para la elaboración de pan enriquecido. [En línea] 2010, (Perú), 3(1), pp. 12. [Consulta: 2022-11-29]. ISSN: 2070-836X. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/329489561_Sustitucion_parcial_de_harina_de_trigo_Triticum_aestivum_L_con_harina_y_pasta_de_pajuro_Erythrina_edulis_Triana_para_la_elaboracion_de_pan_enriquecido.



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 13 / 02 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Arianna Samantha Toapanta Moreno
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Ingeniería en Industrias Pecuarias
Título a optar: Ingeniera en Industrias Pecuarias
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



0286-DBRA-UTP-2023