



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

CARACTERIZACIÓN DE GERMINADO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*)

Trabajo de titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial

AUTOR:

Franklin Bolívar, Cayambe Lema

Tutor:

Ing. Paul Stalin Ricaurte. Ortiz. PhD.

Riobamba, Ecuador 2024

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Franklin Bolívar Cayambe Lema, con cédula de ciudadanía 0604327221 autor del trabajo de investigación titulado: “Caracterización del germinado de quinua (*chenopodium quinoa*), certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 16 de Abril 2024.



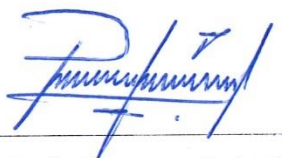
Franklin Bolívar Cayambe Lema

C.I: 0604327221

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, “Ing. Paul Stalin Ricaurte. Ortiz. PhD” catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: “Caracterización del germinado de quinua (*chenopodium quinoa*), bajo la autoría de Franklin Bolívar Cayambe Lema; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 16 del mes de abril del 2024.



Ing. Paul Stalin Ricaurte. Ortiz. PhD

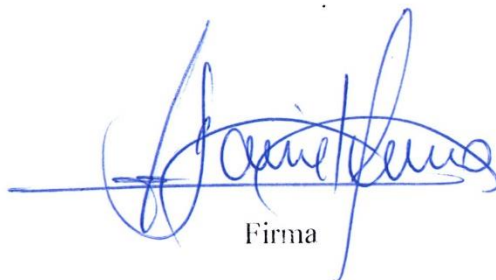
C.I: 0601436751

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación caracterización de germinado de quinua (*chenopodium quinoa willdenow*) por Franklin Bolívar Cayambe Lema, con cédula de identidad número 0604327221, bajo la tutoría de Ing. Paul Stalin Ricaurte. Ortiz. PhD; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 31 de Mayo del 2024.

Presidente del Tribunal de Grado
Mgs./ PhD. Daniel Alejandro Luna Velasco



Firma

Miembro del Tribunal de Grado
Mgs. Víctor Hugo Valverde Orozco



Firma

Miembro del Tribunal de Grado
Mgs. José Antonio Escobar Machado



Firma



CERTIFICACIÓN

Que, el Sr. Franklin Bolívar Cayambe Lema con CC: 0604327221, estudiante de la Carrera de Agroindustria, Facultad de Ingeniería; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "CARACTERIZACION DEL GERMINADO DE QUINUA (Chenopodium Quínoa)", cumple con el 6 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio TURNITIN, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 28 de Mayo del 2024

Ing. Paul Stalin Ricaurte Ortiz. PhD.

TUTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primero que nada a DIOS y a todas las personas que tengo en el cielo en especial a mis dos madres abuelitas Rosario y Charito que siempre estuvieron ahí para alentarme no dejarme caer en ningún momento, que con las experiencias que ellas han vivido siempre supieron encontrar las palabras correctas para darme un consejo.

De igual manera y no menos importante dedicar este proyecto a mis padres Manuel y Rosa quienes fueron un pilar indispensable para poder lograr este objetivo que con sus palabras de aliento no dejaron que en ningún momento me rinda.

AGRADECIMIENTO

Como no agradecerle a Dios y a mis padres Manuel y Rosa por haberme dado la vida por ayudarme a cumplir todas metas por darme esa sabiduría esa inteligencia esos valores para no decaer en ningún momento, por esos consejos físicos y mentalmente que siempre recibía de parte de ellos, por ayudarme a enseñar a vivir la vida por formarme una persona de bien y ahora ayudarme a cumplir mi sueño de ser un ingeniero Agroindustrial.

De la misma manera agradecer a mis hermanas Mercy, Mishell, que cuando más necesite de alguien estuvieron ahí no importaba las circunstancias ni el momento, siempre estábamos ahí los unos a los otros para darnos ese impulso esa fuerza que necesitábamos y poder seguir adelante.

Por eso este proyecto de investigación no es solo mío es de toda mi familia, el sueño de obtener una ingeniería la cumplimos todos ya que esta alegría es compartida entre nosotros.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO.....	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS.	
RESUMEN.....	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 ANTECEDENTES	13
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	15
1.4 OBJETIVOS	15
1.4.1 General.....	15
1.4.2 Específicos	15
CAPÍTULO II ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO.....	16
2.1 ESTADO DE ARTE.....	16
2.2 MARCO TEÓRICO	18
2.2.1 Quinoa.....	18
2.2.2 Valor nutricional de la quinoa.....	18
2.2.3 Cultivo de la Quinoa.....	18
2.2.5. Morfología.....	19
2.2.6. Germinación	20
2.2.7. Características de la germinación	20
2.2.8. Germinación en laboratorio.....	20
2.2.9. Etapas de la germinación	21
CAPÍTULO III METODOLOGÍA	22
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	22
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	22
3.2.1. Unidad Estadística	22

3.2.2. Población y Tamaño de Muestra	22
3.2.3. Materiales, Equipos y Reactivos	22
3.2.4. Diagrama de procesos del germinado de quinua.....	24
3.2.5. Descripción del diagrama de procesos del germinado de quinua.....	25
3.2.6. Diagrama de análisis físico-químicas de quinua germinada y no germinada	26
3.2.7. Descripción de los analisis físico-químicas de quinua germinada y no germinada	27
3.3. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	30
3.3.1. Variables	30
3.4. TECNICAS	31
3.4.1. Análisis estadístico	31
3.4.2. Técnica de elaboración del germinado de quínoa	31
3.4.3. Método de análisis	31
3.4.4. Software Estadístico	31
CAPÍTULO IV	32
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.2. PARÁMETROS PROXIMALES	33
Análisis estadístico.....	33
4.3. PARÁMETROS MINERALES.....	35
Análisis estadístico.....	35
CAPÍTULO V.....	38
5.1. CONCLUSIONES.....	38
5.2. RECOMENDACIONES.....	38
5.3. BIBLIOGRAFÍA.....	39
5.4. ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Equipos	22
Tabla 2 Variables.	30
Tabla 3 Análisis de componentes	32
Tabla 4 T student para muestras relacionadas	33
Tabla 5 T student para muestras relacionadas	35

RESUMEN

En este proyecto de investigación se utilizaron dos tipos de muestras, la quinua germinada y no germinada, para la quinua germinada se utilizó el método por brotes, el cual permitió establecer las características de un germinado natural para un adecuado proceso de crecimiento de la plántula, Rey (2020). Posteriormente en las dos muestras en estudio se determinaron las propiedades fisicoquímicas como ceniza, fibra, grasa, proteína, calcio, hierro, y manganeso, en la cual se establecieron diferencias entre los sujetos de estudio, indicando una ganancia de fibra (5,36%) al germinarse la semilla, pero una disminución entre las propiedades de grasas (2,27%), cenizas (1,86%) y proteína (8,51%). También se verificó que en el proceso de germinado disminuye la cantidad en micronutrientes como calcio (56,01%), hierro (3,29%) y manganeso (1,80%). Mientras que la quinua sin germinar obtuvo un porcentaje en cenizas (2,74%), grasa (3,78%), fibra (3,24%), proteína (9,74%), calcio (56,50%), hierro (3,30%), y manganeso (1,91%). En base a los resultados obtenidos en las dos muestras se evidenció que la muestra de quinua germinada obtuvo mayor fibra (5,36 %), valor más alto que la quinua sin germinar, por lo cual se puede afirmar en base al estudio realizado que la quinua germinada presentó mejores resultados en fibra siendo la mejor muestra en estudio.

Palabras claves: quinua germinada, brotes, micronutrientes

ABSTRACT

In this research project, two types of quinoa samples were used: germinated and non-germinated. For the germinated quinoa, the sprouting method was applied, which facilitated the development of natural sprouts for optimal seedling growth King (2020). The physicochemical properties of both samples, including ash, fiber, fat, protein, calcium, iron, and manganese, were analyzed. Differences were observed between the samples, with germinated quinoa showing an increase in fiber content (5,36%) but a decrease in fat (2,27%), ash (1, 86%), and protein (8, 51%). Additionally, the germination process decreased the levels of micronutrients such as calcium (56, 01%), iron (3,29%), and manganese (1,80%). In contrast, non-germinated quinoa exhibited an ash content of (2,74%), fat content of (3,78%), fiber content of (3,24%), protein content of (9,24%), calcium content of (56,50%), iron content of(3,30%), and manganese content of (1,91%). The results indicated that germinated quinoa had higher values of fiber (5.36%), compared to nongerminated quinoa. Therefore, based on this study, germinated quinoa demonstrated superior nutritional properties, making it a better sample.

Keywords: sprouted quinoa, sprouts, micronutrients.



NELLY ESTELA
MOREANO OJEDA

Reviewed by:
Dra. Nelly Moreano
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 1801807288

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Los germinados son alimentos que han ganado popularidad en los últimos años debido a su reputación como alimentos nutritivos y digestivos. Sin embargo, como cualquier tipo de alimento, existen pros y contras asociados con su consumo. El tratamiento enzimático de la quinua, que modifica su almidón para reducir la viscosidad y el volumen de las preparaciones, aumenta la densidad energética de los alimentos, especialmente beneficioso para niños pequeños, este proceso aporta enzimas amilasas, las cuales convierten los hidratos de carbono complejos del almidón en azúcares más simples, proporcionando una mayor cantidad de nutrientes y facilitando la digestión, en el estudio titulado “Estudio químico y nutricional de granos andinos germinados de Quinoa (*Chenopodium Quínoa*) y Kiwicha (*Amarantus ccaudatus*)”, se encontró que los granos germinados poseen propiedades nutricionales superiores a los granos secos. Durante la germinación, el contenido de vitaminas, minerales, aminoácidos, oligoelementos, clorofila y enzimas puede aumentar. (Bravo, Reyna, Gómez Sánchez, & Huapaya, 2013).

Otro estudio realizado busco determinar la cantidad de contenido de proteína, hierro y calcio en tres variedades de quinua germinada, en este estudio las muestras de quinua fueron llevadas un proceso de lavado manual con agua para eliminar las impurezas y saponinas, para luego ser remojadas, escurridas y secadas e incubadas durante un tiempo de 48 horas, para el análisis proteico se utilizó el método Kjeldahl, obteniendo como resultado un alto nivel proteico en quinua negra ccollana (*Chenopodium quinoa Ccollana*), seguida por la quinua pasankalla (*Chenopodium quinoa Pasankalla*) y por último la quinua blanca Junín (*Chenopodium quinoa Junín*), este estudio revelo que durante el proceso de germinación se produjo un incremento de proteína y minerales en las semillas de quinua, siendo una alternativa natural para prevenir la anemia (Huaraca, Kari, Tapia, & Alvarez, 2021).

Dentro de los pros de los productos germinados se encuentran los nutrientes, al germinar los granos estos contienen micronutrientes como aminoácidos esenciales, vitaminas B, ácido fólico y minerales como hierro, zinc, calcio y magnesio; además de la digestibilidad, pues reduce la cantidad de fitatos que son compuestos naturales que dificultan la absorción de minerales (La Vanguardia , 2016). Los contras del consumo de productos germinados son: el riesgo bacteriano debido a las condiciones de humedad necesarias para la germinación, puesto que son propicias para el crecimiento de bacterias potencialmente peligrosas y el gluten, si un grano de cereal contiene gluten su producto germinado también lo contendrá, a pesar de que la germinación reduce el contenido de gluten (La Vanguardia , 2016).

La quinua, también conocida como quínoa o quinua es una planta perteneciente a la subfamilia *Chenopodio ideae* de las amarantáceas. Aunque técnicamente se trata de una semilla, se

le conoce y se le clasifica como un grano integral. Es nativa de los Andes de Bolivia, Chile y Perú, países donde tiene sus mayores volúmenes de producción (Foods, 2021).

Asimismo, Garcilaso de la Vega describió en sus comentarios reales que la planta de quinua es uno de los segundos granos que se cultivan sobre la faz de la tierra y que se asemeja un poco al mijo o arroz pequeño (Foods, 2021).

La quinua es uno de los cultivos más importantes para alimentación humana en la región andina de Sudamérica. La palabra *quínoa* proviene de la lengua quechua y significa “grano madre”. Los mapuches del sur de Chile la conocen como *kinwa* o *dawe*. En la época de los Incas este grano era considerado un alimento sagrado y era usado para propósitos medicinales. Este cultivo ancestral, junto con la papa y el maíz, conformaron la base de la dieta alimenticia de los pueblos prehispánicos en las tierras altas de los Andes desde Colombia hasta Argentina y Chile. En las últimas décadas a nivel mundial, el cultivo de quinua ha tomado un espacio y ha llamado cada vez más la atención de agricultores, científicos, mejoradores de plantas, e industria alimentaria. La germinación de las semillas de quinua aumenta los contenidos de hierro, calcio y zinc en un 39,43, 49,04 y 20,25%; la vitamina C y los carotenoides en un 32,17 y 26,02%, respectivamente; disminuya los factores anti nutricionales como la saponina, ácido fítico y taninos en un 59,60, 50,0 y 11,32% (Campos-Rodriguez, Acosta-Coral, & Paucar-Menacho, 2022), (León- Lobos & Zurita-Silva, 2015).

La quinua es uno de los cultivos más populares en el Ecuador, especialmente en las provincias de la Sierra como Chimborazo, Carchi, Cotopaxi, Imbabura y Pichincha. De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el país produce aproximadamente 4 500 toneladas de quinua, un 40% de la producción proviene de agricultores familiares (El Universo , 2020).

Al germinar la quinua, ocurren varios cambios beneficios, contiene mayor cantidad de antioxidantes, presenta mayor cantidad de vitaminas y minerales, refuerza el sistema inmunológico y mejora la digestión, la quinua germinada es una excelente opción para incluir en la alimentación diaria debido a su alto valor nutricional.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La capacidad de la quinua para germinar puede incrementar la cantidad de nutrientes esenciales, tales como proteínas, vitaminas y minerales, lo cual enriquece su valor nutricional, asimismo, al disponer de una mayor cantidad de alimentos nutritivos como la quinua, se puede mejorar la salud pública al combatir la malnutrición y sus efectos adversos, sobre todo en comunidades donde la quinua constituye un alimento fundamental (Parillo, 2020). Sin embargo, uno de los principales problemas radica en la falta de conciencia general sobre los beneficios de la quinua germinada. Esta falta de conocimiento y desinformación ha generado un conflicto en los consumidores, quienes se ven enfrentados a decidir entre consumir productos germinados o no germinados, es fundamental abordar esta problemática a través de investigaciones detalladas que

describan las características de ambos tipos de productos, con el objetivo de proporcionar al consumidor información clara sobre sus valores nutricionales (Aparco, 2021).

Por lo tanto, es crucial promover la realización de investigaciones que profundicen en la germinación de la quinua y sus efectos en la calidad nutricional del producto final. Esto permitirá no solo informar adecuadamente a los consumidores sobre las opciones disponibles, sino también explorar el potencial de la quinua germinada como un alimento aún más beneficioso para la salud pública.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Los germinados son alimentos vivos, (bacterias beneficiosas como *Lactobacillus spp.*, levaduras como *Saccharomyces spp.*, y hongos como *Aspergillus spp.*), por lo que aumenta su valor nutricional, el mismo que se mantiene intacto al momento de ser consumido. La alimentación moderna presenta varias carencias, y estos productos contienen enzimas, clorofila, aminoácidos, minerales, vitaminas y oligoelementos vivos que lo convierten en productos completos (Mira, 2019).

Los brotes, derivados del grano completo, exhiben una mayor presencia de fibra y son una fuente abundante de antioxidantes y compuestos activos, como los polifenoles. Sin embargo, es importante no exaltar su valor como superalimento o un remedio universal para la salud, dado que se consumen en cantidades pequeñas, es poco probable que tengan un impacto significativo en nuestra salud general (Oliver, 2023).

Ecuador es reconocido por su abundante biodiversidad, que se refleja en su amplia variedad de flora, además, es conocido como un país agrícola, donde la agricultura desempeña un papel importante en su economía y sociedad. A partir de la pandemia por COVID 19, en nuestro país el consumo sostenible de productos germinados es una tendencia en crecimiento.

Durante los últimos cinco años se ha registrado un incremento del 71% del número de personas que buscan productos sostenibles, en este sentido, los consumidores representan un agente de cambio gracias a la demanda de productos y servicios sostenibles (Vásquez P. , 2023).

En cuanto a los productos no germinados, son aquellos que no han pasado por el proceso de brotación, incluyendo semillas, legumbres, cereales y hortalizas consumidas en su estado natural o cocido. Aunque no tienen tantos nutrientes como los germinados, los que no son germinados también son ricos en vitaminas, minerales y fibra. Además, los productos no germinados son una gran fuente de proteínas y carbohidratos complejos (Saldarriaga, 2021).

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General

Caracterizar el germinado de quinua (*chenopodium quínoa*)

1.4.2 Específicos

- Aplicar un método de germinación para la quinua.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas de la quinua germinada y no germinada.

CAPÍTULO II ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO

2.1 ESTADO DE ARTE

Existen varias investigaciones acerca de la quinua, producto que actualmente en el Ecuador ha revolucionado la economía, el pseudocereal ha demostrado ser una verdadera joya económica, y así lo demuestran los números desde el 2011 hasta el 2023 las ventas de quinua han experimentado un increíble aumento llegando alcanzar los \$6,38 millones al año 2023 (Ecoazul, 2023).

Un estudio realizado indica la gran importancia de la elaboración de alimentos a partir de la quinua, el objetivo de la investigación fue caracterizar la composición química proximal y funcional del snack extruido con harinas de tres variedades de quinua germinada (blanca Junín, negra Ccollana y pasankalla). Se realizaron análisis de composición química proximal y digestibilidad proteica mediante el método AOAC y el comportamiento térmico se analizó mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC) y termo gravimetría (TGA). La composición química proximal de los extruidos mostró diferencias y una alta digestibilidad proteica. Las propiedades térmicas (temperatura de gelatinización y entalpías) de los snacks extruidos mostraron una variación de temperatura de descomposición, el producto elaborado snack mostró altos contenidos nutricionales. Los extruidos presentaron bajo contenido en grasas con carbohidratos complejos y un perfil proteico equilibrado debido a la germinación de la quinua (Huaraca, y otros, 2023).

En Lima, Perú se llevó a cabo una investigación denominada “Efecto de la germinación de tres variedades de quinua: Roja (INIA-415 Pasankalla), Negra (INIA 420-Negra Collana) y Blanca (Salcedo INIA) en la formulación y elaboración de una bebida funcional con capacidad antioxidante”, para este estudio se utilizó un diseño de mezcla obteniendo 10 tratamientos con niveles codificados, los 10 tratamientos fueron sometidos a una prueba de aceptabilidad sensorial a 60 panelistas no entrenados usando el diseño de bloques incompletos. La conclusión de dicha investigación fue que la bebida de quinua elaborada a partir de tres variedades de quinua germinada representa una alternativa novedosa a los actuales productos bebibles que se comercializan en el Perú, por su contenido en antioxidantes y la fácil preparación (Bendezú, 2018).

En Ecuador durante el año 2020 se realizó una investigación denominada “Caracterización Genotípica por RAPDs y Morfométrica de diferentes accesiones de Quinua (*Chenopodium quinua Willd*) de la zona centro del Ecuador, en el mismo se estudió accesiones de quinua recolectadas en las provincias de Tungurahua y Chimborazo, con el fin de identificar sus características y observar la variabilidad entre ellas. El ensayo se lo realizó en la Granja Experimental Querochaca de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato; estudiando ocho accesiones con la evaluación de caracteres morfológicos y genéticos. Mediante dendrogramas y un Anova se identificó las variaciones entre estas accesiones, donde agrónomicamente se destacaron las acciones D y F, en la mayoría de los caracteres estudiados (altura de planta, diámetro de tallo, longitud de hoja, ancho de hoja, longitud de panoja, diámetro de panoja y diámetro de grano). Estas accesiones

fueron recolectadas en las localidades de Colta (Chimborazo) y Ambatillo (Tungurahua), respectivamente. Además, los datos obtenidos permitieron formar dendrogramas de relación genética (4 grupos) y morfológica (3 grupos), donde esta clasificación se genera por el lugar donde se recolectaron las accesiones, influyendo la ubicación geográfica y condiciones agroclimáticas del lugar de recolección (Sánchez-Vasco, 2020).

Se llevó a cabo una investigación denominada “Establecimiento de un método eficiente de germinación *in vitro* y micro propagación del cirimo, en donde para obtener un método eficiente de germinación y la micro propagación de *Tilia mexicana* Schlecht. (Cirimo), se establecieron cultivos *in vitro* con la siembra de semillas recién colectadas en época de fructificación, mismas que fueron sometidas a desinfección superficial y a diferentes métodos de escarificación previo al cultivo *in vitro* en el medio nutritivo de Murashige y Skoog (MS) con 30 g/L de sacarosa, 8 g/L de agar y 0,05 mg/L de benciladenina (BA). Después de 60 días del cultivo, el mayor porcentaje de germinación fue de un 74% en semillas tratadas con HCl 10% durante cinco minutos, lo que permitió un óptimo desarrollo y mayor número de plántulas. A los 90 días del cultivo, las plántulas alcanzaron 4.5 cm de altura, con hojas y raíces bien desarrolladas, mismas que fueron utilizadas para los protocolos de micro propagación. La multiplicación de brotes se obtuvo mediante la siembra de yemas axilares en medio MS con diferentes concentraciones de auxina/citocinina (ANA/BA). El mayor número de brotes (7,75 brotes/explante) se logró con la adición de ácido naftalenacético (ANA) (0,25 mg/L) en combinación con BA (1,0 mg/L) a los 60 días del cultivo. Los brotes regenerados fueron cultivados en medio MS con ácido indolbutírico (AIB), mostrando un 100% de enraizamiento con 5,0 mg/L, a los 45 días del cultivo. Lasplántulas micropropagadas de *T. mexicana*, presentaron en promedio una altura de 4,51 cm, produciendo 3,3 raíces/plántula de 2,27 cm de longitud, las que fueron trasplantadas y aclimatadas en condiciones de cámara de crecimiento, para posteriormente ser cultivadas en invernadero. Después de 90 días de cultivo en invernadero, se observó un 70% de supervivencia (Zurita, y otros, 2014).

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Quinoa

La quinoa, científicamente conocida como *Chenopodium quinoa*, es una planta herbácea anual originaria de la región Andina de Sudamérica y cultivada desde hace miles de años por civilizaciones precolombinas en países como Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia. Es una planta de rápido crecimiento, con hojas lanceoladas y flores pequeñas que pueden variar en color. Lo que popularmente se conoce como "granos" de quinoa son en realidad las semillas de la planta, las cuales son valoradas por su alto contenido de proteínas, fibra, vitaminas y minerales (Smith, 2020).

La quinoa es una planta dicotiledónea anual con una amplia distribución geográfica y características únicas en morfología, color y comportamiento en diferentes zonas agroecológicas. Tiene gran variabilidad y flexibilidad y puede adaptarse a diferentes condiciones ambientales. Se cultiva desde el nivel del mar hasta los 4,000 metros sobre el nivel del mar. Es muy tolerante a factores climáticos adversos que afectan a los cultivos, como sequía, heladas, salinidad del suelo, etc. Su período de crecimiento es de 90 a 240 días, puede crecer con una precipitación anual de 200 a 280 ml, se adapta a suelos ácidos con un valor de pH de 4,5 y suelos alcalinos con un valor de pH de 9,0. Asimismo, prospera en suelos arenosos a arcillosos, y el color de la planta también varía según el genotipo y el estadio fenológico, desde el verde al rojo, pasando por el morado intenso, el amarillo, el naranja granate y otros rangos distinguibles (Bendezú, 2018).

2.2.2 Valor nutricional de la quinoa

La quinoa es reconocida a nivel mundial por su alto valor nutricional y porque, en la gran mayoría de sus variedades, no contiene gluten, por lo que es una buena alternativa para gente con problemas de intolerancia a este producto. Tiene un excepcional balance de proteínas, grasa, aceite y almidón. El promedio de proteínas en el grano es de 16%, pero puede contener hasta 23%, más del doble que cualquier otro cereal. Además, las proteínas contenidas están cerca del porcentaje que dicta la FAO para la nutrición humana, razón por la que la NASA considera el cultivo de la quinoa como un posible candidato para sistemas ecológicos cerrados y para viajes espaciales de larga duración (Foods, 2021).

El balance de los aminoácidos esenciales de la proteína de la quinoa es superior al trigo, la cebada y la soja, y comparables con la proteína de la leche. Gracias a esta abundancia de aminoácidos tiene notables propiedades terapéuticas. La grasa insaturada contenida en la quinoa es de 4 a 9%, de los cuales la mitad contiene ácido linoleico, esencial para la dieta humana (Foods, 2021).

2.2.3 Cultivo de la Quinoa

Requerimiento de luz solar: Muestra varios fotoperíodos, desde requerimientos de días cortos para su florecimiento, cerca del Ecuador, hasta la insensibilidad a las condiciones de luz para su desarrollo, en Chile (Flores, 2022).

Precipitación: De 300 a 1,000 mm, las condiciones pluviales varían según la especie y/o país de origen. Las variedades del Sur de Chile necesitan mucha lluvia mientras que del Altiplano muy poca. En general crece muy bien con una buena distribución de lluvia durante su crecimiento y desarrollo, y condiciones de sequedad, especialmente durante su maduración y cosecha (Flores, 2022).

Altitud: Crece desde el nivel del mar en Chile y Perú hasta los 4,000 m. de altura en los Andes, pero generalmente crece entre los 2,500 y 4,000 m. de altura (Flores, 2022).

Bajas Temperaturas: Tolera una amplia variedad de climas, la planta no se ve afectada por climas fríos (-1°C. Las flores de la planta son sensibles al frío, por eso las heladas de media estación que ocurren en los Andes pueden destruir el cultivo).

Altas temperaturas: La planta tolera más de 35°C, pero no prospera.

Tipos de suelo: Puede crecer en una amplia variedad de suelos cuyo pH varía de 6- 8,5.

2.2.4. Técnicas de Manejo del cultivo:

- **Selección del lugar y preparación del suelo:** la quinua prospera en suelos bien drenados con un pH que oscila entre neutro y ligeramente ácido. Se aconseja la preparación del terreno a través de técnicas de labranza para mejorar la aireación y eliminar las malas hierbas.
- **Siembra y densidad de plantación:** por lo general, se planta en surcos o líneas, y la densidad de plantación varía dependiendo de las condiciones locales, pero típicamente oscila entre 250,000 y 400,000 plantas por hectárea.
- **Riego y gestión hídrica:** aunque la quinua es resistente a la sequía, un riego adecuado en momentos cruciales del crecimiento puede mejorar los rendimientos. Se recomienda un riego regular durante las etapas tempranas del crecimiento y en momentos críticos como la floración y la formación del grano.
- **Control de malezas, plagas y enfermedades:** es esencial un manejo integrado de plagas y enfermedades para el éxito del cultivo de quinua. Esto puede incluir el control mecánico o químico de malezas, así como el monitoreo y control de plagas y enfermedades utilizando métodos biológicos, culturales y químicos según sea necesario.
- **Fertilización:** aunque la quinua generalmente no requiere grandes cantidades de fertilizantes debido a su resistencia, un análisis del suelo puede determinar si es necesario aplicar nutrientes específicos, como nitrógeno, fósforo y potasio.
- **Cosecha y postcosecha:** la quinua se cosecha cuando los granos alcanzan su madurez fisiológica. Es fundamental secar adecuadamente los granos antes de trillarlos para evitar la descomposición y el deterioro durante el almacenamiento (Lopez, 2018).

2.2.5. Morfología

- Raíces, son muy fibrosas resisten a los vientos fuertes. Su estructura es en forma de una raíz pivotante de la que ramifican raíces secundarias.

- El tallo. es robusto, de corteza escamosa tiene forma cilíndrica y se vuelve anguloso en la parte de las ramificaciones.
- *Las hojas* son anchas piliformes. El tallo central comprende hojas lobuladas y quebradizas, puede tener o no ramas, dependiendo de la variedad o densidad de sembrado.
- La Inflorescencia tiene una forma de panoja o racimo. Cada panoja tiene un eje central y ramificaciones secundarias y terciarias. La panoja puede ser de dos tipos, según la variedad (densa y laxa).
- Las flores son pequeñas y carecen de pétalos, son hermafroditas alcanzando un tamaño máximo de tres milímetros.

El fruto es seco y mide aproximadamente 2 mm de diámetro, varía notablemente por su color desde el grano blanco, rojo y negro, con alta concentración de proteína, específicamente aminoácidos como la lisina. El fruto es aquello, que se encuentra cubierto por el perigonio, que cuando se encuentra en estado maduro es de forma estrellada por los cinco pétalos que tiene la flor

2.2.6. Germinación

La germinación es la primera etapa del ciclo de vida de la planta a través de la cual el embrión produce la plántula. Este proceso implica que la semilla emerge del letargo y comienza a crecer y desarrollarse hasta convertirse en un nuevo individuo. El proceso de germinación involucra una serie de eventos metabólicos y morfogenéticos que se desencadenan cuando las condiciones ambientales en las que se encuentra la semilla son favorables para el crecimiento futuro de la plántula. Estas condiciones ambientales están relacionadas con la luz, la temperatura, la presencia de oxígeno y humedad, la estructura y nutrientes del suelo (Editorial Grudemi, 2022).

2.2.7. Características de la germinación

- Depende de las condiciones del medio y del estado de la semilla.
- Puede ocurrir inmediatamente después de la dispersión de la semilla o luego de un período de latencia, durante el cual el embrión está vivo, pero las condiciones del medio son desfavorables.
- Involucra el consumo de las reservas nutritivas presentes en la semilla para que el embrión se desarrolle.
- Se divide en tres etapas, siendo la última de ellas irreversible.

2.2.8. Germinación en laboratorio

En el laboratorio, la germinación de semillas es un proceso que se estudia y evalúa de manera controlada (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, 2017).

1. Viabilidad y Germinación de Semillas:

- La mayoría de las plantas utilizan semillas para reproducirse.
- Sin embargo, algunas semillas no pueden germinar debido a la latencia o a condiciones ambientales desfavorables.

- La viabilidad se refiere a la capacidad de una semilla para germinar y dar lugar a plántulas sanas en condiciones adecuadas.
 - En el laboratorio, se realizan pruebas para evaluar la viabilidad y el vigor de las semillas.
2. **Ensayos de Germinación:**
- En el ensayo de germinación, las semillas se colocan en un sustrato húmedo bajo condiciones controladas de temperatura, humedad y luz.
 - La emergencia de la radícula (la primera parte de la plántula) se utiliza como criterio para determinar si una semilla ha germinado.
 - Los resultados se expresan como un porcentaje de semillas germinadas (porcentaje de viabilidad).
3. **Ensayo al Tetrazolio:**
- Es útil para evaluar la viabilidad de semillas con dormición o germinación lenta.
 - Se basa en reacciones químicas de oxidación en los tejidos embrionarios.
 - Permite estimar la actividad metabólica y, por lo tanto, la viabilidad de las semillas.
4. **Beneficios de los Germinados en el Laboratorio:**
- Proporciona información sobre la calidad fisiológica de las semillas, ayuda a comprender los factores que afectan la germinación y la longevidad de las semillas.

2.2.9. Etapas de la germinación

De acuerdo con el proceso de germinación puede dividirse en tres etapas o fases, siendo las dos primeras reversibles (Editorial Grudemi, 2022).

1. Fase de hidratación o imbibición: la primera etapa implica la hidratación de la semilla. Esta fase es clave y su duración depende de la cantidad de agua en el medio y de la cubierta de la semilla. Tanto el déficit como el exceso de humedad, así como también las bajas temperaturas, pueden afectar la germinación. La hinchazón que produce la absorción de agua desencadena una serie de reacciones metabólicas necesarias para la siguiente fase.
2. Fase de germinación (en sentido estricto): en la segunda etapa se activa el metabolismo de la semilla por completo. Esto permite transformar los nutrientes de reserva (glúcidos, proteínas y lípidos complejos) en sustancias sencillas que pueden ser utilizadas por el embrión para generar energía. A diferencia de las otras dos etapas, la absorción de agua es mínima durante esta fase.
3. Fase de crecimiento: la tercera etapa inicia con la extensión de la radícula (raíz rudimentaria) a través de la envoltura de la semilla. Posteriormente, comienza el desarrollo de la plántula. En esta fase vuelve a aumentar la absorción de agua y, además, se incrementa la actividad respiratoria y el gasto energético. Las semillas que alcanzan esta fase no pueden revertir el proceso de germinación, por lo que, si las condiciones del medio no son favorables, el embrión morirá.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación fue experimental y cuantitativa. La investigación planteada fue experimental, ya que se obtuvo el germinado de la quinua mediante el método de la germinación de brotes, cuyos resultados fueron observados en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, además fue una investigación cuantitativa ya que se manipularon variables numéricas.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

3.2.1. Unidad Estadística

Quinua germinada y quinua no germinada

3.2.2. Población y Tamaño de Muestra

La población se formó por 2000 gramos de quinua no germinada la cual se adquirió en el local de productos frescos y naturales Camari, perteneciente al cantón Riobamba y 2000 gramos de quinua germinada que se lo germinó en los laboratorios de la carrera de Agroindustria.

3.2.3. Materiales, Equipos y Reactivos

Tabla 1
Equipos

Equipos	Marca	Serie
Vaso de precipitación	Marienfeld	
Horno de Thermolyne		Benchtop
Pipeta graduada	EX" Marienfeld	
Estufa		DAF
Probeta graduada	Marienfeld	
Pera de goma	Marienfeld	
Balanza Analítica	China	
pH-metro	Hanna®	
Crisol de porcelana	Marienfeld	
Mufla Thermolyne	China	
Espátula	Marienfeld	
Caja Petri	Marienfeld	
Autoclave DTS		

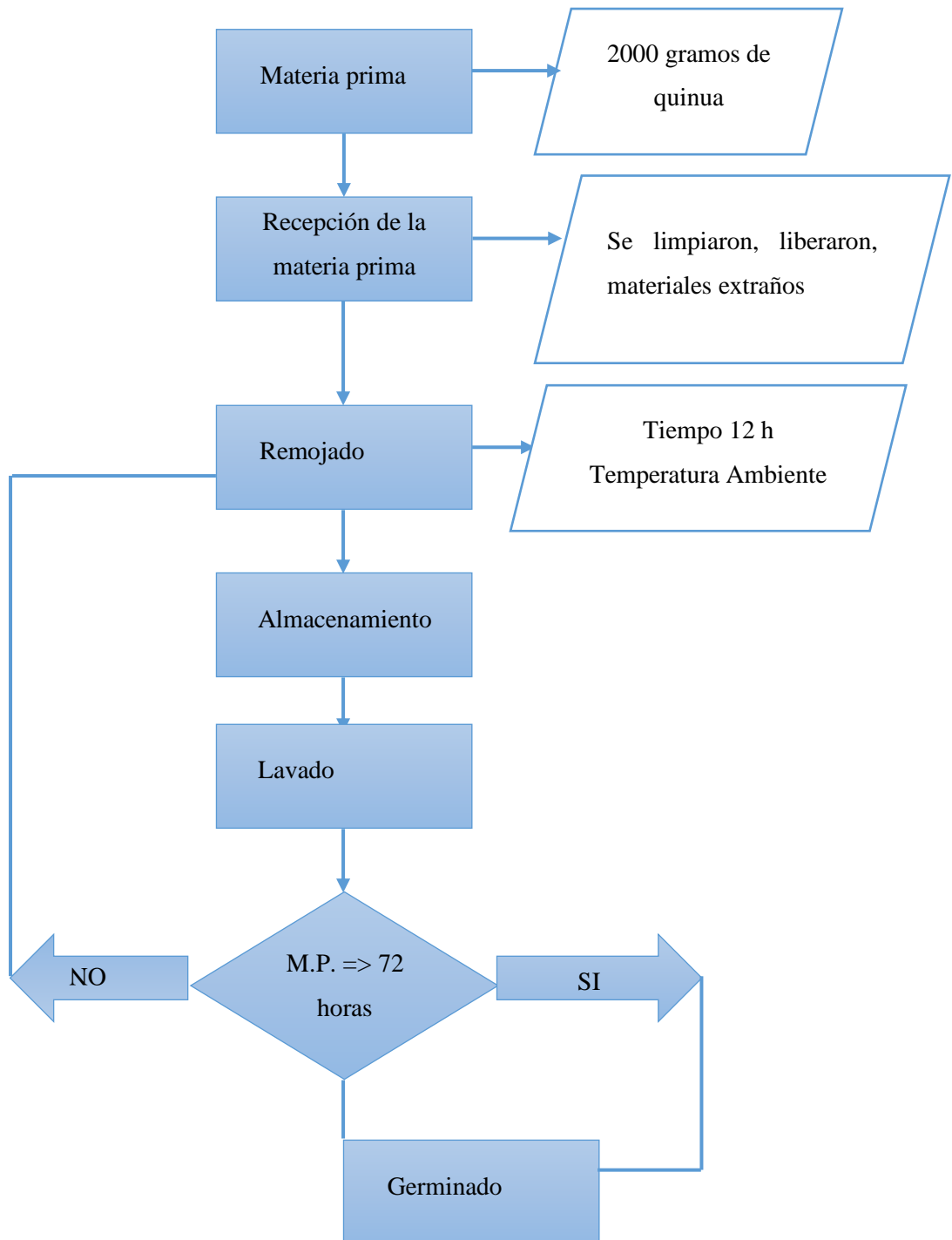
Cámara de flujo laminar		VLF-72
Destilador		
Termobalanza		MA37-1
Vidrio reloj	Marienfeld	
Matraces	Hirschmann	
Frascos de laboratorio	Boeco	
Papel Aluminio		200SQ-FT
Fundas Herméticas		ZIP-ZAP
Varilla de agitación	Marienfeld	
Lana de vidrio		

Reactivos e Insumos

Nombre	Concentrado
Etanol	96 %
Agua destilada	
Fenolftaleína	0,1 %
Hidróxido de sodio	0,1 %
Ácido sulfúrico	
Ácido Clorhídrico	
Ácido Nítrico	
Rojo de metilo	0,1 %

Nota: Materiales, equipos y reactivos que se utilizaron desde el germinado por el método de germinación de brotes hasta la caracterización de la quinua germinada y no germinada.

3.2.4. Diagrama de procesos del germinado de quinua



Nota: Obtención del germinado de quinua utilizando el método de germinación de brotes, para posteriormente ser utilizado en la caracterización de la quinua germinada y no germinada.

3.2.5. Descripción del diagrama de procesos del germinado de quinua

Materia Prima: Se obtuvo 2000 gramos de quinua en el local de productos frescos y naturales Camari en el cantón Riobamba.

Recepción de la materia prima: con la ayuda de un cernidor se liberó partículas rotas y materiales extraños, para obtener un producto de mejor calidad que contengan excelentes condiciones organolépticas.

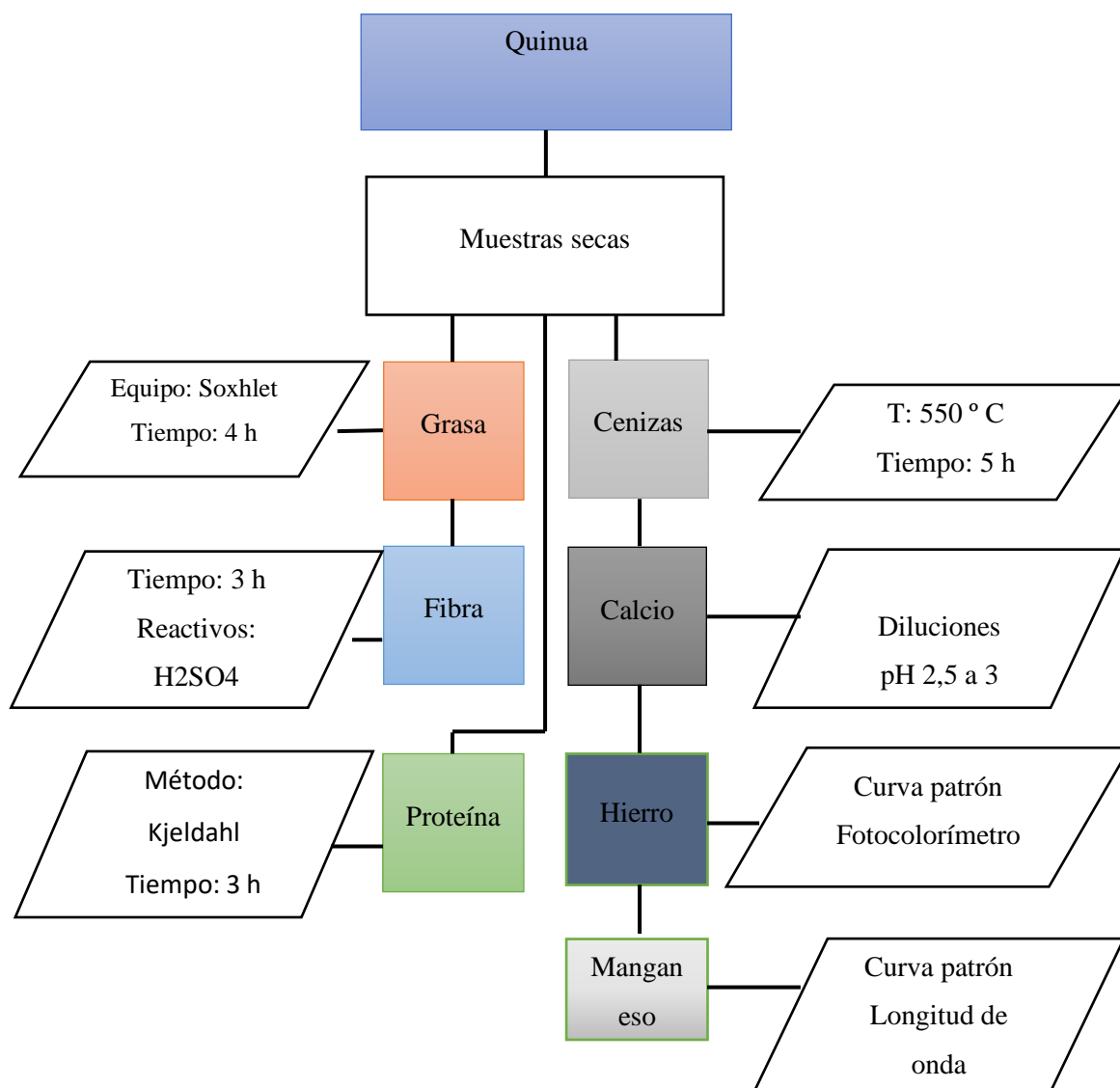
Remojado: Se agregaron 2000 gramos de quinua en agua purificada a temperatura ambiente durante 12 horas. La relación utilizada del agua en función a la semilla de quinua fue 1:5 (p/v). El agua de remojo no absorbida se descartó para eliminar elementos anti nutricionales, incluidas las saponinas presentes en las capas externas de las semillas, que son responsables del sabor amargo debido a la fuerte afinidad de unión de las agliconas a los minerales (Darwish, 2020).

Almacenamiento: se realizó en un lugar oscuro con muy poca luminosidad a una temperatura ambiente y se colocó los frascos invertidos para tratar de eliminar toda el agua posible, cuidando cada uno de los detalles como el polvo, mohos, etc. que eviten la germinación del producto.

Lavado: Pasada las 12 horas se volvió a cambiar de agua purificada, con la ayuda de una varilla de agitación, se homogenizó una vez más la muestra, para una mejor germinación hasta cumplir nuevamente con el tiempo establecido, eliminando impurezas, saponinas, residuos dañados, etc que se encuentran en el grano.

Germinado: Para la germinación, las semillas se colocaron en frascos de vidrio, se cubrió con una gasa en la parte superior, y se ajustó con una liga hasta finalizar el proceso (72 horas), teniendo en cuenta que cada cierto tiempo se debió revisar las muestras para saber cómo fue evolucionado el germinado y evitar que exista alguna descomposición.

3.2.6. Diagrama de análisis físico-químicas de quinua germinada y no germinada



Nota: Características físico-químicas de la quinua germinada y no germinada

3.2.7. Descripción de los análisis físico-químicas de quinua germinada y no germinada

- **Cenizas**

Quinua germinada y no germinada

Se guio como referencia a (Ortiz, 2019) para realizar los siguientes pasos, se procedió a identificar las muestras colocadas dentro de los crisoles G1: quinua germinada; G2: quinua no germinada, posterior a esto las muestras fueron llevadas a la mufla a una temperatura de 550 °C por 5 horas, transcurrido este tiempo se apagó el equipo con la finalidad de que las muestras alcance los 100 °C para luego ser llevada al desecador y determinar el porcentaje de cenizas de las muestras (1,86%) quinua germinada y (2,74%) de la quinua no germinada (Ortiz, 2019).

- **Grasa**

Quinua germinada y no germinada

Con la ayuda de la referencia de (Bilbao-Sainz, 2020) se procedió armar el equipo de Soxhlet, luego de esto se tomó el peso del cartucho vacío (0,4038) gramos para la quinua germinada y (0,4250) gramos para la quinua no germinada seguido a esto se tomó el peso del cartucho vacío más la muestra (1,5541) gramos de la quinua germinada y (1,3895) gramos de la quinua no germinada, también se tomó el peso del papel más la muestra y más la grapa (1,5799) gramos de la quinua germinada y (1,4150) gramos de la quinua no germinada. Posterior a esto se procedió a colocar el éter de petróleo en el equipo hasta que llegue al nivel de sifón para calentarlo durante 3 horas, luego de esto las muestras fueron llevadas a la estufa para evaporar el éter de petróleo restante, para después ser colocadas en el desecador, una vez frías las muestras se procedió a pesar cada cartucho para determinar el porcentaje de grasa de las muestras (2,270%) quinua germinada y (3,780%) quinua no germinada.

- **Fibra**

Quinua germinada y no germinada

Mediante (Repo-Carrasco-Valencia, 2020) se pudo realizar los siguientes pasos, las muestras restantes utilizadas para determinar grasa fueron ocupadas para realizar fibra, se tomaron 200 ml de ácido sulfúrico al 1,25% para distribuir en la muestra germinada y no germinada, posterior a esto las muestras fueron colocadas en el equipo de fibra para ser calentadas durante 30 minutos, seguido de esto se procedió a filtrar las muestras a través del embudo Buchner utilizando lana de vidrio, este filtrado se desechó y el residuo se reutilizo, para luego arrastrar por lavado la muestra con 200 gramos de NaOH al 2.25% , seguido a esto las muestras fueron calentadas en el equipo de fibra por un tiempo de 30 minutos para ser filtrada, este residuo se transfirió a una capsula, y la muestra fue llevada a la

mufla a una temperatura de 500 °C durante 1 hora, una vez incinerada la muestra se procedió a colocar en el desecador y se tomó su peso para determinar el porcentaje de fibra (5,360%) quinua germinada y (3,240%) quinua sin germinar.

- **Proteína**

Quinua germinada y no germinada

Se utilizó como referencia (Cruz, 2021) los siguientes pasos, se colocó (0,1368) gramos de quinua germinada y (0,1497) gramos de la quinua no germinada en diferentes tubos, seguido a esto se añadió catalizadores en cada tubo, posterior a esto se agregó 5 ml de ácido sulfúrico para cada muestra y se dejó durante 3 horas dentro del equipo de proteína. Una vez terminado este proceso se llevó los tubos a un destilador donde se neutralizó el ácido sulfúrico con hidróxido de sodio al 40 %, para la destilación los tubos fueron unidos a un condensador de agua y son calentados hasta ebullición de amoníaco, este amoníaco fue transferido en un matriz con una solución de ácido bórico al 4 % con un volumen de 150 ml y un indicador rojo de metilo. Finalmente se realizó la titulación con ácido clorhídrico hasta obtener un color rosado.

Nota: también se utilizó un blanco utilizando el mismo procedimiento.

- **Calcio**

Las muestras de la quinua germinada y no germinada fueron trituradas y secadas

Se guio como referencia a (Arêas, 2022) para realizar los siguientes pasos, para la determinación de calcio se colocó los crisoles en la estufa a una temperatura de 110°C por 3 horas, después se llevó al desecador hasta obtener una temperatura ambiente, transcurrido ese tiempo se pesó la muestra de 2 a 3 gramos, y se incinero hasta que se pierda el humo, se transfirió la muestra a la mufla a una temperatura de 550°C por 4 horas dejamos enfriar y colocamos a cada crisol ácido clorhídrico y unas gotas de ácido nítrico concentrado, para después llevar a una plancha hasta que llegue a punto de ebullición. Terminado este proceso se transfirió a un balón de aforo de 250 ml se dejó enfriar y se enraso con agua destilada, seguido de esto se tomó una alícuota de 25 ml en un balón de 100 ml y se aforo, después en un matraz de Erlenmeyer se tomó una muestra y se colocó 2 gotas de rojo de metilo, además se añadió gota a gota de hidróxido de amonio 7,5 normal hasta que llego a un pH de 5,6, y así se obtuvo un color anaranjado, después se agregó 2 gotas adicionales de ácido clorhídrico 7,5 normal donde nuevamente cambio a un color rosado y el pH cambio 2,5 a 3. Una vez más se llevó la solución a punto de ebullición y se añadió 10 ml de solución saturada caliente de oxelatoamonio, se dejó reposar por 24 horas, pasado este tiempo se filtró el precipitado, después se lavó con una solución de hidróxido de amonio 0,3 normal, el papel filtro se colocó en un matraz de Erlenmeyer y se añadió 125 ml de agua destilada y 5 ml de ácido sulfúrico y se calentó la solución a

70°C, por último se tituló con permanganato de potasio 0,05 normal hasta que se obtuvo una tonalidad de color rosado, se obtiene la concentración en porcentaje de calcio para la quinua germinada (66,84 %) y para la quinua no germinada (51,47%).

- **Hierro**

Quinua germinada y no germinada

Con la ayuda de la referencia de (Wang, 2021) se siguió los siguientes pasos, Se preparó una curva patrón de hierro con soluciones de 0; 1; 2; 3; 4; 5 $\mu g * g^{-1}$ (ppm) de sulfato de hierro (II) ($FeSO_4$) al 5mg/L, empleando 0; 2,5; 5; 7,5; y 10 ml de la solución patrón de 20 $\mu g * g^{-1}$ (ppm) de hierro en matraces aforados de 50 ml, a los que se agregó 2 ml de la solución reductora de hidroxilamina y 1 ml de ortofenantrolina al 1,5%, enrasando el volumen, se colocó en un matraz volumétrico de 50 ml, 10 ml del extracto y se diluyo con 15 ml de agua, se agregó 1 gota de fenolftaleína y gotas de la solución de NaOH 2 % hasta viraje del indicador, para neutralizar la acidez. Se transfirió 1 ml de HCl 1:20 para ajustar el pH a nivel adecuado, luego 2 ml de la solución reductora de hidroxilamina para reducir el hierro férrico a ferroso y 1 ml de ortofenantrolina, finalmente se enraso con agua destilada a 50 ml. En fotocolorímetro se lee la transmitancia a una longitud de onda de 490nm y se transforma el dato en absorbancia por tabla. Se calcula el porcentaje de hierro y para la quinua germinada es (5,34 %) y para la no germinada (4,37 %).

- **Manganeso**

Quinua germinada y no germinada

Se utilizó como referencia a (García-Navarro, 2022) para realizar los siguientes pasos, se preparó una curva patrón de manganeso con soluciones de 0; 1; 2; 3; 4; 5 $\mu g * g^{-1}$ (ppm) con 10mL de HCl al 3N como solución estándar, empleando 0; 2,5; 5; 7,5; y 10 ml de la solución patrón de 20 $\mu g * g^{-1}$ (ppm) de manganeso en matraces aforados de 50 ml de color topacio y enrasados con agua destilada, después se realizó un barrido de longitudes de ondas, para obtener la longitud de onda óptima para el permanganato, para ello se utilizaron uno de los patrones de menor concentración (segundo patrón), seguido se midió su absorbancia en la longitud de onda obtenida, empleando agua destilada como blanco, transcurrido el tiempo se estableció la correspondiente recta de calibrado y se halló la concentración de Mn en una disolución problema, finalmente se midió la absorbancia de una disolución problema a la longitud de onda anterior y a partir de ella se determinó la concentración de la disolución problema de manganeso, el porcentaje de quinua germinada es (5,54 %) y para la quinua no germinada es (2,01%).

3.3.TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. Variables

Tabla 2
Variables.

Variable	Descripción	Categoría
Proteína	Determinó el contenido de nitrógeno en la quinua (Garcia E. , 2020).	
Fibra	Determinó la fibra dietética insoluble o soluble de la quinua (Carbajal, 2016).	
Grasa	Determinó el valor nutricional de la quinua desde el punto de vista calórico (Parra, 2021).	
Cenizas	Determinó el contenido de minerales en la quinua (Mason, 2016).	
Calcio	Determinó el contenido de minerales de la quinua (Tango, 2020)	
Hierro	Determinó el contenido de minerales de la quinua (Boccio, 2023)	
Manganeso	Determinó el contenido de minerales de la quinua (Caceres, 2019)	

Nota: Caracterización físico química en la quínoa germinada y no germinada.

3.4.TECNICAS

3.4.1. Análisis estadístico

Al determinar las variables de investigación se estableció un análisis paramétrico con una prueba T de student para muestras relacionadas que permitió establecer y verificar la diferencia significativa sobre las propiedades proximales y los minerales en la quinua germinada y no germinada.

3.4.2. Técnica de elaboración del germinado de quínoa

Las semillas de quinua se limpiaron, se liberaron de partículas rotas y materiales extraños y luego se remojaron en agua destilada a 25°C/ 12 h, con una proporción de 1:5 semillas a agua (p/v). El agua de remojo no absorbida se descartó para eliminar elementos anti nutricionales, incluidas las saponinas presentes en las capas externas de las semillas, que son responsables del sabor amargo debido a la fuerte afinidad de unión de las agliconas a los minerales.

Para la germinación, las semillas se esparcieron sobre bolsas de yute húmedas, se cubrieron con tela de muselina y se rociaron con agua cada 12 hr hasta finalizar el proceso de germinación (72 hr). Los brotes resultantes se recogieron, se lavaron, se escurrieron, se secaron a 50°C/24 h en un horno de convección mecánica hasta peso constante y se molieron usando un molinillo de laboratorio. Luego la harina obtenida se guardó en bolsas de polietileno para su análisis (Darwish, 2020).

3.4.3. Método de análisis

El método de germinación para la quinua según (Darwish, 2020) es germinación de los brotes de quinua.

Para las propiedades fisicoquímicas los métodos que se utilizaron: para cenizas método de seco (Paez, 2017), grasa por Soxhlet (Viresa, 2021), para fibra es por el método gravimétrico (Attack, 2020), proteína es Kjeldahl (Martinez, 2018), calcio es por complejometria, hierro por el método colorimétrico (Britos, 2021), y para el manganeso por absorción atómica (Anabelli, 2017).

3.4.4. Software Estadístico

Paquete estadístico SPSS.

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis de los resultados se utilizó la quinua germinada y quinua no germinada con el objetivo de establecer la calidad composicional y los procesos respectivos que este tipo de cereal puede ofrecer como alimento natural, a continuación, se observan los datos del análisis proximal entre las dos variables de estudio:

Tabla 3
Análisis de componentes

	R	Cenizas	Grasa	Fibra	Proteína	Calcio	Hierro	Manganeso
Quinua germinada	R1	1,87	2,09	5,67	8,31	56,01	3,29	1,80
	R2	1,8	2,25	5,41	8,54	56,03	3,25	1,78
	R3	1,91	2,46	4,99	8,68	56,06	3,27	1,81
Quinua no germinada	R1	2,83	4,19	3,54	9,6	56,50	3,30	1,91
	R2	2,75	3,68	3,2	9,75	56,48	3,28	1,90
	R3	2,64	3,48	2,97	9,86	56,51	3,27	1,89

Nota: En la tabla 3 se observó variaciones en los resultados de análisis proximal (%) con una mayor adquisición de cenizas, grasas, fibra y proteína en la quinua germinada. En relación al contenido de minerales (mg/100g) se determinó una menor adquisición de contenido al germinarse la semilla.

4.2. PARÁMETROS PROXIMALES

Análisis estadístico

Al determinar la quinua germinada y no germinada se estableció un análisis paramétrico con una prueba T de student para muestras relacionadas que permitió establecer y verificar la diferencia significativas sobre las propiedades proximales en la quinua sin germinar y germinada.

Tabla 4
T student para muestras relacionadas

Quinua	Cenizas (%)		Grasas (%)		Fibra (%)		Proteína (%)	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
Germinada	1,860	± 0,056	2,270	± 0,186	5,360	± 0,343	8,510	± 0,187
Sin Germinada	2,740	± 0,954	3,780	± 0,366	3,240	± 0,287	9,737	± 0,131
Prob.	0,007	±	0,040	±	0,001	±	0,001	±

Nota: En la tabla 4 sobre los resultados del análisis estadístico se determinó diferencias muy significativas ($p < 0,05$) entre las muestras de quinua sin germinar y germinada, indicando que el proceso de germinado en este tipo de cereal evidencia claramente diferencias entre las propiedades nutricionales, cabe mencionar dicho método (germinado por brotes) provoca una disminución en contenido de Cenizas (%), Grasas (%) y Proteína (%), a diferencia del contenido de fibra que aumenta considerablemente.

Contenido de cenizas

En relación al análisis de cenizas se observó que la quinua indica un 2,74% antes de germinarse disminuyendo dicho valor hasta 1,86%, evidenciando una pérdida considerable sobre los minerales en el grano, esto indicó diferencias muy significativas ($p < 0,007$). Bendezú (2018) en su estudio: Efecto de la germinación de tres variedades de quinua, indica que la quinua en promedio posee 2,5% de minerales (cenizas) y al germinarse la semilla disminuye su valor a 1,8% estas pueden disminuir debido al consumo de los nutrientes por el proceso de germinado en el crecimiento de la plántula. De igual forma Elguera (2017) establece que por naturaleza la quinua posee un 3,15% de cenizas y al entrar a un proceso de germinado dicho componente disminuye en hasta un 2,04%. Alduana (2019) difiere de estos resultados debidos a que, en sus tres variedades estudiadas, el contenido de cenizas incrementa de 2,85% a 6,50% ya que estos componentes actúan como catalizadores en el desarrollo de la plántula. En relación a los resultados se puede determinar que la disminución de los minerales puede ser el efecto de la transformación bioquímica que sufre la semilla, la cual libera enzimas almacenadas en el grano que se descompone para proporcionar energía y nutrientes a la nueva planta que está creciendo.

Contenido de grasas

De acuerdo al análisis del contenido de grasas se observó diferencias significativas ($p < 0,04$) en relación a la quinua no germinada y germinada, determinando que el proceso de germinado en el cereal provoca cambios en la estructura y composición en relación a los lípidos. Nina (2016) en su estudio menciona que la quinua tiene, 3,58-4,36% de lípidos en su estructura y este valor puede depender de la variedad y lugar donde se produce. En relación a las grasas en los granos germinados, Bendezú (2018) establece hasta un 2,50% de grasas objetando que durante el proceso de germinación los carbohidratos, proteínas y grasas se transforman para un proceso de germinado más rápido para una mejor digestión a diferencia de los granos naturales. Finalmente, Casanave & Ruiz (2022) obtuvieron un mayor contenido con 4,81%. Pero al someter la semilla a una pequeña cocción los lípidos disminuyen en la quinua, kiwicha y cañihua. Como se analiza en las investigaciones el contenido de grasas puede variar dependiendo de la variedad de cereal, pero en el germinado este contenido puede verse disminuido por un proceso biológico llamado activación de enzimas lipolíticas que descomponen los lípidos almacenados en el alimento para proporcionar la energía suficiente en la etapa de crecimiento de la planta, lo que por ende provoca una disminución del contenido de grasas por la fuente de energía que representa.

Contenido de fibra

Para el análisis del contenido de fibra se establecieron diferencias altamente significativas ($p < 0,001$) debido a que los granos de quinua de 3,24% incrementaron a 5,3% lo que indicó que la germinación incide directamente en la ganancia de fibra. Alduana (2019) en su estudio sobre el efecto de la germinación en las propiedades composicionales menciona que, el contenido de fibra en tres variedades y lugares de Perú varían hasta 5,33% y al germinarse esto disminuye hasta 2,28% dependiendo de la temperatura controlada, este efecto se debe al tiempo de germinación debido a que al prolongarse algunos componentes incluido la fibra se descompone. De esta forma Huayllas (2019) en su valoración de las cualidades nutricionales de germinados de cinco variedades de quinua (*chenopodium quínoa willd.*) determinó que la quinua posee un alto valor de fibra con 5,2% y este disminuye en la etapa de germinado hasta 3,41% por efecto la variedad y la descomposición de componentes celulares incluido la fibra insoluble debido a las enzimas naturales presentes en la semilla. De acuerdo a la investigación el contenido de fibra en los cereales varía durante el proceso de germinación con un aumento o disminución dependiendo de factores como la hidratación, la descomposición de componentes celulares, la formación de nuevos compuestos y el tiempo de germinación.

Contenido de proteína

Para el análisis de la proteína se estableció diferencias altamente significativas ($p < 0,001$) con una disminución de 9,737 a 8,510% una vez germinado el grano de quinua indicando que, el

método de germinado aplicado establece un claro impacto sobre las proteínas en el alimento. Nina (2019) en su investigación analizó que este pseudocereal posee medias de proteína de 9,25% hasta 11% en dos variedades de plantas, destacando que el efecto de una pre cocción en las semillas provoca un impacto negativo sobre esta propiedad ya que puede disminuir los valores hasta 7,25%. Alduana (2019) también menciona que el germinado en la quinua puede provocar un aumento de la disponibilidad de dicho componente, ya que se activan enzimas que las descomponen y se encuentran almacenadas en la semilla como aminoácidos más simples, esto se observa en su estudio donde el contenido proteico aumenta desde 12,10% en semillas no germinadas hasta 14,44% finalizado el proceso de germinado. Casanave & Ruiz (2022) en su investigación analizan que la proteína aumenta considerablemente desde 12,44% hasta un 18,19% después del germinado, todo esto por la variación del tipo de semilla debido a que la proteína puede variar y algunas semillas se puede experimentar un aumento más significativo por el cambio de composición de algunos aminoácidos. De acuerdo a los resultados los autores también determinan que la disminución de las proteínas durante la germinación no necesariamente es un efecto negativo en la calidad nutricional de la semilla, ya que este método (germinado) permite mejorar la biodisponibilidad de otros nutrientes y de igual forma la digestibilidad general del alimento, compensando la pérdida de proteínas con una mejor valoración en términos de consumo como producto final.

4.3. PARÁMETROS MINERALES

Análisis estadístico

Para el contenido de minerales se estableció una prueba T para muestras relacionadas que permitió verificar las diferencias significativas sobre los minerales de calcio, hierro y manganeso en la quinua germinada y sin germinar.

Tabla 5

T student para muestras relacionadas

Quinua	Calcio (mg/100 g)		Hierro (mg/100 g)		Manganeso (mg/100 g)	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
Germinada	56,03 ±	0,554	3,27 ±	0,172	1,79 ±	0,036
No Germinada	56,49 ±	0,233	3,28 ±	0,191	1,90 ±	0,060
Prob.	0,022 ±		0,022 ±		0,022 ±	

Nota: Como se observa en la tabla, los componentes de calcio, hierro y manganeso presentaron diferencias muy significativas en relación al análisis de la quinua ($p < 0,05$), esto quiere decir que el proceso de germinado disminuye el valor nutritivo de la quinua en relación a dichos minerales.

Contenido de calcio

De acuerdo a la investigación la quinua sin germinarse tuvo 51,49 (mg/100 g) de calcio en su estructura evidenciando diferencias estadísticas al germinarse con 56,03 (mg/100 g), lo que demostró un cambio muy significativo ($p < 0,022$) en la estructura de la semilla en relación a su contenido inicial, Tapia (2022) en su estudio menciona que el germinado en la quinua incrementa el valor del calcio en la quinua negra *ccolana* y *pasankalla* pero en la quinua blanca disminuye, por efecto del desarrollo del grano y por la hidrólisis del complejo ácido fítico – calcio, una posible disminución en la germinación, puede deberse a la hidratación constante de las semillas según Sangronis y Manchado (2023) y Donangelo y Col (2021) el constante remojo e hidratación es el factor de mayor influencia en las pérdidas de este mineral. Como lo demuestran los investigadores la quinua al germinarse disminuye el valor de calcio, esto puede deberse al contenido de fitatos que, durante la germinación provoca una descomposición por la actividad enzimática, liberando el calcio lo que disminuye dicho contenido.

Contenido de hierro

En relación al contenido de hierro se determinó 3,28 (mg/100 g) en la quinua no germinada a diferencia del germinado que evidenció 3,27 (mg/100 g), esto demostró una disminución significativa ($p < 0,022$) por efecto del proceso de germinado, Tapia (2022) en su estudio menciona que en granos como la quinua negra *ccolana* y *pasankalla* la activación enzimática en la germinación puede incrementar minerales para el crecimiento de la planta, incluido el hierro, a diferencia de que en la quinua blanca esta disminuye, todo esto desde las reservas para su desarrollo. Sangronis y Manchado (2023) y Donangelo y Col (2021) también evidencia este efecto en su estudio con una pérdida de hierro de hasta 3,26 (mg/100 g) analizando que desde dos temperaturas de germinado (18-20°C) la descomposición de tejidos y liberación de nutrientes en la semilla provoca un decremento en la planta en relación al hierro disponible. De acuerdo a los resultados en el contenido de hierro existe una pérdida en la germinación, porque parte del hierro puede estar unido a compuestos como fitatos u otros complejos que son menos utilizables por el organismo, durante esta germinación las estructuras químicas pueden cambiar, liberando o reorganizando el hierro de manera que afecte en su cantidad y su disponibilidad.

Contenido de manganeso

Para el análisis de manganeso se presentaron diferencias muy significativas ($p < 0,022$), con una media de 1,90 (mg/100 g) en semillas no germinadas y una disminución del 1,79 %, Malavasi (2016) en un estudio menciona que existe una disminución en manganeso al germinarse ya que durante el proceso de germinación la planta emplea los nutrientes guardados en las semillas para sostener el crecimiento del brote, estos pueden ser trasladados de las reservas de las semillas a los nuevos tejidos en formación, por lo cual se da una disminución de su concentración en la semilla.

Vasconcelos (2016) durante la germinación se activan varias enzimas que intervienen en la descomposición y formación de compuestos estos afectan a la disponibilidad de los minerales, las fitasas descomponen el ácido fitico liberando manganeso, el cual es utilizado en otros procesos metabólicos lo que resulta una reducción de su concentración en las semilla. Herzog (2020) durante el proceso de germinación alguna semillas pueden entrar en contacto con el agua y puede llevar a la disolución y pérdida de minerales como el manganeso, resultando una disminución de su cantidad en el germinado.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

- Se aplicó un método de germinación por brotes en la quinua, el cual permitió establecer las características de un germinado natural para un adecuado proceso de crecimiento de la plántula.
- Se realizaron estudios de las características fisicoquímicas en dos fases distintas de su proceso de crecimiento: durante la germinación y en su fase no germinada. Estos análisis formaron parte esencial de la investigación centrada en la quinua.
- Se establecieron diferencias entre los sujetos de estudio, indicando una mayor ganancia de proteína (8,51) y fibra (5,36%) al germinarse la semilla, pero una disminución en las propiedades de grasas (2,27%), cenizas (1,86), calcio (56,03), hierro (3,27) y manganeso (1,79).

5.2. RECOMENDACIONES

- Se podría también aplicar el método de germinado de bandejas o platos para analizar los resultados con respecto a la capacidad composicional de la quinua y como este influye en la composición final del alimento.
- Se debería realizar un análisis exhaustivo del impacto del germinado de quinua como producto final en el mercado, centrándose especialmente en su aplicabilidad dentro de la industria alimentaria, dada la creciente popularidad de la quinua a nivel mundial debido a sus propiedades nutricionales, explorar el potencial del germinado de quinua para enriquecer aún más su perfil nutricional y diversificar su uso en una variedad de productos alimenticios parece ser una oportunidad estratégica. Integrar el germinado de quinua en la producción de alimentos podría generar nuevas oportunidades económicas para los agricultores y fabricantes de alimentos, por lo tanto, se insta a realizar este análisis con el fin de aprovechar plenamente el potencial del germinado de quinua en el mercado alimentario.
- Se sugiere realizar el análisis de las propiedades, de la quinua germinada y no germinada con el fin de identificar las condiciones de temperatura ideales que maximicen el crecimiento y la calidad de la quinua.

5.3. BIBLIOGRAFÍA

Agritotal. (2021). *Agritotal*. Obtenido de <https://www.agritotal.com/nota/germinados-brotes-y-microgreens-los-alimentos-vivos-que-marcan-tendencia/>

Aldana, H. M. (4 de Septiembre de 2019). *Efecto del cereminado en el contenido de nutrientes y antinutrientes en tres variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) de la Región Junín*. Obtenido de repositorio.uncp.edu.pe: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5053/T010_45997253_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Anabelli, R. (28 de 06 de 2017). *Determinación de manganeso por espectrometría de absorción atómica en alimentos balanceados para aves*. Obtenido de Determinación de manganeso por espectrometría de absorción atómica en alimentos balanceados para aves: <https://repositorio.puce.edu.ec/items/b6208576-9b91-488d-9768-1a1e1fd66df2>

Aparco, R. (2021). Contenido mineral y proteína en germinados de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Scielo*, ISSN 2664-0902.

Arêas, J. A. (2022). *Calcium determination in quinoa (Chenopodium quinoa)*. *Journal of Food Composition and Analysis*.

Arrieta, A. (2021). Importancia de los Germinados para el consumo Humano. *Trabajo de grado*. Bucaramanga. Obtenido de <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/360e06e6-ea5b-4857-acf2-efbfe71698b6/content>

Attack, N. (20 de 01 de 2020). *Net Interlab*. Obtenido de Net Interlab: <https://net-interlab.es/analisis-de-fibra-en-alimentos/#:~:text=1.-,M%C3%A9todo%20Qu%C3%ADmico%2Dgravim%C3%A9trico,simplificada%20o%20fibra%20neutro%20detergente.>

Bendezú, J. (2018). Efecto de la germinación de tres variedades de quinua: Roja (INIA-415 Pasankalla), Negra (INIA 420-Negra Collana) y Blanca (Salcedo INIA) en la formulación y elaboración de una bebida funcional con capacidad antioxidante. *Tesis para optar al Título Profesional de Licenciada en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Lima, Perú. Obtenido de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/10085/Bendezu_cj.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Bendezu, J. (4 de Enero de 2018). *Efecto de la germinación de tres variedades de quinua: Roja (INIA-415 Pasankalla), Negra (INIA 420-Negra Collana) y Blanca (Salcedo INIA) en la formulación y elaboración de una bebida funcional con capacidad antioxidante*. Obtenido de cybertesis.unmsm.edu.pe:

https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/10085/Bendezu_cj.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Bilbao-Sainz, C. D. (2020). *Determination of fat content in quinoa seeds using Soxhlet extraction and solvent-free microwave extraction*. Bogota: Food Chemistry.

Boccio, J. (05 de 01 de 2023). *Metabolismo del hierro: conceptos actuales sobre un micronutriente esencial*. Obtenido de *Metabolismo del hierro: conceptos actuales sobre un micronutriente esencial*: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222003000200002

Bravo, M., Reyna, J., Gómez Sánchez, I., & Huapaya, M. (2013). Estudio químico y nutricional de granos andinos germinados de Quinoa (*Chenopodium Quinoa*) y Kiwicha (*Amarantus caudatus*). *Revista de Ingeniería Química*, 16(1), 54-60.

Britos, R. (02 de 09 de 2021). *CUANTIFICACIÓN DE HIERRO EN UN ALIMENTO*. Obtenido de *CUANTIFICACIÓN DE HIERRO EN UN ALIMENTO*: https://aulas.uruguayeduca.edu.uy/pluginfile.php/341066/mod_resource/content/6/Hierro%20en%20un%20alimento.pdf

Caceres, L. (19 de 01 de 2019). *ToxFAQs™ - Manganese (Manganese)*. Obtenido de *ToxFAQs™ - Manganese (Manganese)*: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts151.html

Campos- Rodriguez, J., Acosta-Coral, K., & Paucar-Menacho, L. (2022). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Composición nutricional y Componentes bioactivos del grano y la hoja, e impacto del tratamiento térmico y de la germinación. *Scielo*, 13(3). doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.019>

Campos, J. (2022). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Composición nutricional y Componentes bioactivos del grano y la hoja, e impacto del tratamiento térmico y de la germinación. *Scientia Agropecuaria*, 2077-9917.

Campos, J., Acosta, K., & Paucar, L. (2022). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Composición nutricional y Componentes bioactivos del grano y la hoja, e impacto del tratamiento térmico y de la germinación. *Scientia Agropecuaria*, 7. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172022000300209

Carbajal, C. (23 de 02 de 2016). *Determinación del contenido de fibra, grasa y proteína de un alimento nutricional con semillas (lupinus mutabilis, y chenopodium quinoa), en mezcla de (beta vulgaris y cucurbita máxima) y edulcorantes*. Obtenido de *Determinación del contenido de fibra, grasa y proteína de un alimento nutricional con semillas (lupinus mutabilis, y chenopodium quinoa), en mezcla de (beta vulgaris y cucurbita máxima) y edulcorantes*: <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/1a7f313d-434f-4168-b951-71497b719fe1>

Casanave, M., & Ruiz, R. (5 de Enero de 2022). *Evaluación del aporte nutricional de los granos germinados y sin germinar de quinua, kiwicha y cañihua*. Obtenido de repositorio.unife.edu.pe:

https://repositorio.unife.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.11955/964/Casanave%20Zevallos%2c%20MDC%3b%20Ruiz%20%20Chocano%2c%20RA_2022%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cruz, R. M. (2021). *Determination of protein content in quinoa (Chenopodium quinoa Willd) by near infrared spectroscopy (NIRS) and chemometric techniques*. Lima: Food Chemistry.

Darwish, A. (2020). Efecto de la germinación sobre el perfil nutricional de la quinua. *Química de cereales*, 315–327.

Delgado-Villanueva, E. (2023). *Mejor con salud*. Obtenido de <https://mejorconsalud.as.com/alimentos-germinados/>

Ecoazul. (2023). *Ecoazul*. Obtenido de [https://www.corporacionecoazul.org/post/quinua-en-ecuador-del-superfood-andino-a-la-revolucion-economica-](https://www.corporacionecoazul.org/post/quinua-en-ecuador-del-superfood-andino-a-la-revolucion-economica-verde#:~:text=Quinua%20en%20Ecuador%3A%20Del%20Superfood%20Andino%20a%20la,pseudocereal%20ha%20demostrado%20ser%20una%20verdadera%20joya%20econ%C3%B3mica)

[verde#:~:text=Quinua%20en%20Ecuador%3A%20Del%20Superfood%20Andino%20a%20la,pseudocereal%20ha%20demostrado%20ser%20una%20verdadera%20joya%20econ%C3%B3mica](https://www.corporacionecoazul.org/post/quinua-en-ecuador-del-superfood-andino-a-la-revolucion-economica-verde#:~:text=Quinua%20en%20Ecuador%3A%20Del%20Superfood%20Andino%20a%20la,pseudocereal%20ha%20demostrado%20ser%20una%20verdadera%20joya%20econ%C3%B3mica)

Editorial Grudemi. (2022). *Enciclopedia de Biología*. Obtenido de <https://enciclopediadebiologia.com/germinacion/>

El Universo . (2020). *La quinua se diversifica en snacks, cereales, apanadura y bebidas para abrirse mercados*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/10/12/nota/8011669/ecuador-quinua-pequenos-productores-agricolas-necesidades/>

Flores, R. (2022). *studocu*. Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-tecnologica-del-peru/biodiversidad-y-recursos-naturales/habitat-de-la-quinua/38591204>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). *FAO*. Obtenido de https://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/origin-and-history/es/?no_mobile=1

Food Tech. (2020). *Food Tech*. Obtenido de <https://thefoodtech.com/nutricion-y-salud/los-germinados-y-sus-beneficios-para-la-salud/>

Foods. (2021). *Foods*. Obtenido de <https://foods.pe/la-quinua/>

Garcia, E. (2020). Determinación de proteínas de un. *ETSIAMN*, 001-006.

Garcia, S. (18 de 04 de 2019). *Repositorio Institucional*. Obtenido de Repositorio Institucional: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/190261>

García-Navarro, F. C.-P. (2022). *Determination of manganese content in quinoa (Chenopodium quinoa) by inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy*. Food Chemistry.

Huaraca, R., Kari, A., Tapia, F., & Alvarez, C. (2021). Contenido mineral y proteína en germinados de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 5(15), 516-522. doi:<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i15.134>

Huaraca, R., Tapia, F., Delgado, M., Kari, A., Alarcón, J., Moreno, M., . . . Echegaray, N. (2023). *Germinado de Variedades de Quinoa, Caracterización de las propiedades nutricionales de snacks extruido con germinados de quinua*. Atena.

Huayllas, I. (4 de Julio de 2019). *Valoracion de las casualidades nutricionales de germinados de 5 variedades de quinua bajo condiciones atemperadas en el centro experimental*. Obtenido de repositorio.umsa.bo: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/23142/T-2686.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (5 de Julio de 1987). *NTE INEN 1557: Granos y cereales. Ensayo de germinación*. Obtenido de archive.org: <https://archive.org/details/ec.nte.1557.1987>

La Vanguardia . (2016). ¿Deberíamos consumir germinados? *La Vanguardia*. Obtenido de <https://www.lavanguardia.com/vivo/ecologia/20160405/40889989845/germinados-cereales-legumbres-salud-alimentacion.html>

León- Lobos, P., & Zurita-Silva, A. (2015). Antecedentes generales de la quinua. En I. d. Agropecuarias, *El cultivo de la quinua en Chile* (págs. 5-24). Chile. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6727/NR41417.pdf>

Lopez, A. (2018). Quinoa production in Brazil: Challenges and perspectives. *African Journal of Agricultural Research*, 1566-1575.

Martinez, E. (14 de 04 de 2018). *Universitat Politècnica de València*. Obtenido de Universitat Politècnica de València: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16338/Determinaci%C3%B3n%20de%20proteinas.pdf?sequence=1>

Mason, L. (21 de 02 de 2016). *DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Y CENIZAS EN ALIMENOS*. Obtenido de DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Y CENIZAS EN ALIMENOS: <https://www.achipia.gob.cl/wp-content/uploads/2016/06/3-M--todos-Humedad-Cenizas-Dra.-Lilia-Masson.pdf>

Mendoza, A. (4 de Julio de 2019). *Evaluacion de las características físicas y el valor nutricional del grano en cinco variedades de quinua en la estacion experimental de*

choquenaira. Obtenido de repositorio.umsa.bo:
<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/23792/T-2735.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Mira, B. (2019). *Deshidratados y Germinados para cuidar su salud y peso*. Mexico: Umbral. Obtenido de <http://indesol.gob.mx/cedoc/pdf/III.%20Desarrollo%20Social/Alimentaci%C3%B3n%20y%20Nutrici%C3%B3n/Deshidratados%20y%20Germinados.pdf>

Miranda, M. V.-G. (2020). Determination of moisture content in quinoa seeds using the oven drying method. *Journal of Food Engineering*, 453-457.

Monroy, R. (06 de 11 de 2014). *Manual de métodos generales para determinación de carbohidratos*. Obtenido de Manual de métodos generales para determinación de carbohidratos: <https://es.slideshare.net/LeidyCristancho/manual-de-mtodos-generales-para-determinacin-de-carbohidratos>

Neo, A. (26 de 04 de 2020). *Net InterLab*. Obtenido de Net InterLab: <https://net-interlab.es/determinacion-de-humedad-en-alimentos/>

Nina, J. (7 de Mayo de 2016). *Comparacion del valor nutritivo de la quinua cultivadas en los departamentos de puno y tacna*. Obtenido de repositorio.unjbg.edu.pe: <https://repositorio.unjbg.edu.pe/server/api/core/bitstreams/cc4bb5ca-b9ca-4ff1-859d-d84df2f9ad4f/content>

Oliver, D. (2023). *Webconsultas*. Obtenido de Por definición, los germinados contienen una mayor concentración de fibra porque provienen del grano integral del alimento en cuestión, además de una alta concentración de antioxidantes y compuestos activos como los polifenoles. Aún así, no deberíamos pen

Ortiz, J. S. (2019). Determination of ash content in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) by atomic absorption spectrometry. *ournal of Food Composition and Analysis*, 204-207.

Paez, H. (10 de 05 de 2017). *Ecorfan*. Obtenido de Ecorfan : <https://www.ecorfan.org/textbooks/L-Manuals/LM%20TII/LM%20TII.pdf>

Parillo, I. (13 de 03 de 2020). *Escuela Profesional De Ingenieria En Industrias*. Obtenido de Escuela Profesional De Ingenieria En Industrias: http://repositorio.unaj.edu.pe/bitstream/handle/UNAJ/156/INFORME%20FINAL_SEMILLEROS%20YERIL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Parra, K. (01 de 11 de 2021). *DETERMINACIÓN DE GRASAS EN ALIMENTOS MÉTODO SOXHLET Y GOLDFISH*. Obtenido de DETERMINACIÓN DE GRASAS EN ALIMENTOS MÉTODO SOXHLET Y GOLDFISH: https://viresa.com.mx/blog_determinacion_grasas_soxhlet_goldfish

Repo-Carrasco-Valencia, R. H. (2020). Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) and kaniwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Chemistry*, 128-133.

Rey, G. (2020). *Portafolio*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/tendencias/el-negocio-de-los-germinados-543362>

Reyes, R. (09 de 04 de 2020). *Análisis Proximales en Alimentos*. Obtenido de Análisis Proximales en Alimentos: <https://tecnosolucionescr.net/blog/278-analisis-proximales-en-alimentos>

Saldarriaga, G. (2021). *Clínica Internacional*. Obtenido de <https://blog.clinicainternacional.com.pe/que-son-germinados-beneficios/>

Sánchez-Arias, S. (2023). *Mejor con salud*. Obtenido de <https://mejorconsalud.as.com/germinados-beneficios-riesgos-preparacion/>

Sánchez-Vasco, S. (2020). CARACTERIZACIÓN GENOTÍPICA POR RAPDs Y MORFOMÉTRICA DE DIFERENTES ACCESIONES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) DE LA ZONA CENTRO DEL ECUADOR. *Proyecto de Investigación para obtener el título de Ingeniero Agrónomo*. Cevallos, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31194/1/Tesis-243%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20648%20S%C3%81NCHEZ%20SANDRO.pdf>

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. (2017). *Gobierno de México*. Obtenido de <https://www.gob.mx/snics/articulos/como-se-realiza-un-ensayo-de-germinacion?idiom=es>

Smith, J. (2020). *La quinoa: historia, botánica y valor nutricional*. S/N: Revista de Agricultura Sostenible.

Tango, L. (05 de 04 de 2020). *Medline Plus*. Obtenido de Medline Plus : <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002412.htm>

Tapia, F. (2022). Contenido mineral y proteína en germinados de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 516 - 522.

Vásquez, B. (4 de Mayo de 2022). *Modelos factoriales y métodos multicriterio para la optimización de las condiciones de germinación de quinoa para consumo*. Obtenido de [dspace.uazuay.edu.ec: https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/11584/1/17116.pdf](https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/11584/1/17116.pdf)

Vásquez, P. (2023). Productos verde: la tendencia hacia un consumo sostenible en el Ecuador. *Revista Industrias*. Obtenido de <https://revistaindustrias.com/productos-verdes-la-tendencia-hacia-un-consumo-sostenible-en-el-ecuador/>

Vega, G. (2022). *The Food Tech*. Obtenido de <https://thefoodtech.com/tendencias-de-consumo/productos-organicos-un-mercado-que-demanda-color-y-transparencia/>

Viresa, R. (01 de 11 de 2021). *Viresa*. Obtenido de Viresa: https://viresa.com.mx/blog_determinacion_grasas_soxhlet_goldfish#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20de%20Soxhlet%20es,su%20presencia%20en%20los%20alimentos.

Virraoel, P. (2018). Almidón resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos. *Revista chilena de nutrición*, 0717-7518.

Wang, J. T. (2021). *Determination of iron content in quinoa (Chenopodium quinoa) by atomic absorption spectrometry*. Food Chemistry.

Zurita, W., Gómez, E., Atrián, E., Hernández, A., Granados, M., García, J., . . . Sánchez, N. (2014). Establecimiento de un método eficiente de determinación in vitro y micropropagación del cirimo (*tilia mexicana schlecht.*) (*tiliaceae*). *Polibotánica*(38). Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682014000200007

5.4. ANEXOS

