



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“EFECTO DE GERMINACIÓN EN LA CUANTIFICACIÓN Y
CONCENTRADO DE LA PROTEÍNA AISLADA EN CULTIVARES
DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. VANESSA CONDORI CAHUANA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO – PERÚ

2017



NOMBRE DEL TRABAJO

EFFECTO DE GERMINACIÓN EN LA CUANTIFICACIÓN Y CONCENTRADO DE LA PROTEÍNA AISLADA EN CULTIVARES DE QUINUA

AUTOR

VANESSA CONDORI CAHUANA

RECUENTO DE PALABRAS

13173 Words

RECUENTO DE CARACTERES

71872 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

80 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

8.4MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 21, 2024 8:41 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 21, 2024 8:56 PM GMT-5

● **4% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 4% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)


Edgar Gallegos Rojas
Ingeniero Agro Industrial
CIR 71149


Dr. Ulises Alvarado Mamani
Sub director de la unidad de investigación-EPIAL

Resumen



DEDICATORIA

A todos aquellos maestros que compartieron su sabiduría, conocimiento, fortaleza y experiencia con sus alumnos, que luchan incansablemente contra el pesimismo, la derrota, dan su vida para construir arquitectos del futuro en mejora de la sociedad.

A los estudiantes y egresados de la facultad de Ciencias Agrarias – Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial que con virtud hacia la excelencia imparten su conocimiento con la sociedad para forjar un futuro mejor de nuestro país.

*A si mismo dedico a mis padres **Cristóbal** y **Leandra** por su apoyo incondicional, a mis dos hermanos **Jesús** y **José A.***

Vanessa Condori Cahuana.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por el conocimiento impartido durante mi etapa de estudios de pre grado, a toda la plana docente, laboratoristas y personal administrativo que fomentaron en mi persona la investigación en diferentes áreas de estudio y el espíritu de superación. Agradecerles por todas sus enseñanzas, valores y experiencias lo cual fue muy importante en mi formación como estudiante.

A mi director de tesis Ing. Edgar Gallegos Rojas, por su colaboración y asesoramiento en el desarrollo de tesis.

A administrativos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial: Sr. Oswaldo A., German T., Pablo S. y Cecilio.

A todos los amigos(as), quienes han sido parte de este trabajo, por el aliento y consejo que me brindaron a todos ustedes les doy mi infinita gratitud.

A todos mis seres queridos por su apoyo económico, moral y profesional quienes han hecho posible este trabajo.

Vanessa Condori Cahuana.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	12
ABSTRACT.....	13
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
1.2 OBJETIVO ESPECIFICO	16
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES.....	17
2.2. MARCO TEÓRICO.....	19
2.2.1. Quinoa origen y domesticación	19
2.2.2. Producción mundial, nacional y regional de la quinoa	22
2.2.3. Quinoa en la región de Puno	26
2.2.4. Variedades de quinoa en estudio.....	27
2.2.5. Clasificación botánica de la quinoa	29
2.2.6. La quinoa importancia y valor nutricional	30



2.2.7. Características físico químicas de la quinua	32
2.2.8. Agroindustria de la quinua	33
2.2.9. Concentrado y aislados de proteínas	34
2.2.10. Contenido de concentrado proteico de quinua.....	35
2.2.11. Germinación.....	36
2.2.12. Cambios durante la germinación.....	38
2.2.13. Ventajas de los germinados.....	39
2.2.14. Propiedades de los germinados	41
2.2.15. Políticas públicas de quinua en el departamento de Puno.....	42

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO	43
3.2. TIPO DE ESTUDIO	43
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	43
3.4. EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO.....	44
3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	47
3.5.1. Obtención de germinado de los cultivares de quinua estudiadas	47
3.5.2. Metodología para la obtención de concentrado proteico de quinua.....	48
3.5.3. Cuantificación de la proteína	50
3.5.4. Factores en estudio	53
3.5.5. Análisis estadístico.....	53
3.5.6. Diseño estadístico.....	53

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



4.1.	EFEECTO DE LA VARIEDAD DE QUINUA EN EL PORCENTAJE DE PROTEÍNA CONCENTRADA.....	56
4.2.	EFEECTO DEL TIEMPO DE GERMINACIÓN DE QUINUA EN EL PORCENTAJE DE PROTEÍNA CONCENTRADA	58
V.	CONCLUSIONES.....	61
VI.	RECOMENDACIONES	62
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
ANEXOS.....		69

Área: Ciencias Agroindustriales – Ingenierías y Tecnologías

Línea: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 29 de diciembre 2017



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Producción mundial de quinua en principales países productores (toneladas)	23
Tabla 2.	Comportamiento de la producción de quinua (2008-2016) en toneladas	26
Tabla 3.	Principales características de la quinua “NEGRA COLLANA”	28
Tabla 4.	Composición químico proximal de tres variedades de quinua	33
Tabla 5.	Análisis proximal de los granos molidos y aislados proteicos de quinua....	36
Tabla 6.	Análisis químico de las muestras de quinua en estudio.	44
Tabla 7.	Características de las 4 cultivares de quinua en estudio	44
Tabla 8.	Esquema experimental para evaluar el porcentaje de proteína concentrada en las muestras de quinua.	54
Tabla 9.	ANOVA para efectos de variedades y tiempos de germinación.....	56
Tabla 10.	Comparaciones de diferencia de medias Duncan	57
Tabla 11.	Comparaciones múltiples de medias Duncan (porcentaje de proteína concentrada)	59
Tabla 12.	Medida de las raicillas en proceso de germinación de los cultivares de quinua (cm)	69
Tabla 13.	Porcentaje de germinación.....	69
Tabla 14.	Prueba de comparaciones de diferencia de medias de duncan entre promedio variedades	69
Tabla 15.	Prueba de comparaciones de diferencia de medias de Duncan entre promedio tiempos de germinación.....	70
Tabla 16.	Resultados de porcentaje de proteína concentrada y aislada	70



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Producción mundial de quinua (tn)	24
Figura 2.	Producción nacional y regional de quinua.....	25
Figura 3.	Industrialización de la quinua.....	34
Figura 4.	Diagrama de flujo para la obtención de germinado de cultivares de quinua en estudio.....	47
Figura 5.	Diagrama de flujo para la obtención del concentrado proteico de quinua.	49
Figura 6.	Selladora	71
Figura 7.	Espátula	71
Figura 8.	Embudos	72
Figura 9.	Campana de desecación.....	72
Figura 10.	Placas Petri	73
Figura 11.	Mortero	73
Figura 12.	Equipo tamizador.....	74
Figura 13.	Centrifugadora.....	74
Figura 14.	Equipo kjeldhal.....	75
Figura 15.	Balanza analítica.....	75
Figura 16.	Phmetro.....	76
Figura 17.	Estufa.....	76



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Materiales utilizados durante el proceso de investigación.....	71
Anexo 2. Equipos utilizados en la investigación	74
Anexo 3. Imágenes durante el proceso de investigación.....	77
Anexo 4. Declaración jurada de autenticidad de tesis	79
Anexo 5. Autorización para el depósito de tesis en el repositorio institucional.....	80



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

AIQ:	Año Internacional de la Quinoa
OMS:	Organización Mundial de la Salud
MINAGRI:	Ministerio Nacional de Agricultura y Riego
pH:	Potencial de Hidrogeniones
UV:	Ultra violeta
°C:	Grados Celsius
HPLC:	Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Tn:	Toneladas
IICA:	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
NTP:	Normas Técnicas Peruanas
INIA:	Instituto Nacional de Investigación Agraria



RESUMEN

El presente trabajo de investigación “Efecto de germinación en la cuantificación y concentrado de proteína aislada en cultivares de *quinua* (*Chenopodium quinoa Willd*)” Los objetivos fueron: Determinar los efectos de la variedad y tiempos de germinación en los porcentajes de proteína concentrada, el desarrollo de estudio se realizó en las instalaciones(laboratorios) de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial e Ingeniería Agronómica UNA Puno. La metodología para la obtención de porcentaje de proteínas fue por el método Kjeldahl, para la evaluación estadística se optó por el diseño completamente al azar (DCA), siendo la variable de respuesta el porcentaje de proteína concentrada, con factor de tiempo y variedad. Los resultados indican que hay diferencia entre los tiempos de germinación: La producción de proteína concentrada del periodo de germinación de 12 horas fue 16.1187%, respecto del periodo de germinación de 48 horas que fue del 17.7353% la cual mostró una diferencia menor. El periodo de germinación de 36 horas mostro un resultado de 16.7511%, el cual mostró igualdad de producción de proteína respecto de los otros tiempos de 12 h, 24 h y 48 h, para efectos de comparación, el tiempo de germinación de 48 horas, fue el tiempo de mejor producción con un porcentaje promedio de proteína concentrada del 17.74%. Respecto a las variedades el porcentaje de proteína concentrada para la variedad Cuchi Wila fue 12.9453% el cual es menor y diferente que el de las variedades Negra Collana con 17.2592%, Chullpi Amarilla mostro un resultado de 17.8199% y Blanca de Juli con 18.9341%. Las variedades Negra Collana y Chullpi Amarilla presentaron estadísticamente, el mismo porcentaje de proteína concentrada de 17.2592% y 17, 8199%. Finalmente, la variedad Blanca de Juli, fue la que proporcione mayor porcentaje de proteína concentrada del 18,9341%.

Palabras claves: Germinado, Proteína Concentrada, Quinoa.



ABSTRACT

The present research work “Effect of germination on the quantification and concentrate of isolated protein in quinoa cultivars (*Chenopodium quinoa* Willd)” The objectives were: Determine the effects of the variety and germination times on the percentages of concentrated protein, the development The study was carried out in the facilities (laboratories) of the UNA Puno Professional School of Agroindustrial Engineering and Agronomic Engineering. The methodology to obtain the percentage of proteins was by the Kjeldahl method, for the statistical evaluation the completely randomized design (DCA) was chosen, with the response variable being the percentage of concentrated protein, with a time and variety factor. The results indicate that there is a difference between germination times: The concentrated protein production of the 12-hour germination period was 16.1187%, compared to the 48-hour germination period, which was 17.7353%, which showed a smaller difference. The germination period of 36 hours showed a result of 16.7511%, which showed equality of protein production with respect to the other times of 12 h, 24 h and 48 h, for comparison purposes. the germination time of 48 hours was the best production time with an average percentage of concentrated protein of 17.74%. Regarding the varieties, the percentage of concentrated protein for the Cuchi Wila variety was 12.9453%, which is lower and different than that of the Negra Collana varieties with 17.2592%, Chullpi Amarilla showed a result of 17.8199% and Blanca de Juli with 18.9341%. The varieties Negra Collana and Chullpi Amarilla statistically presented the same percentage of concentrated protein of 17.2592% and 17.8199%. Finally, the Blanca de Juli variety was the one that provided the highest percentage of concentrated protein of 18.9341%.

Keywords: Germinated, Concentrated protein, Quinoa.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación trata sobre la cuantificación del porcentaje de proteína concentrada de los cultivares de quinua en la región de Puno, con variables de tiempo y variedad. En la actualidad hay la necesidad de hacer investigaciones sobre el grano andino, como un futuro promisorio alimento de alto valor nutricional, hace del cereal un gran alimento en la lucha contra la desnutrición y el hambre es así que surge esta investigación en el afán de contribuir en la elaboración de productos agroindustriales viable y rentable en el tiempo y como alternativa de diversificación en la región andina. La magnitud de la elaboración de nuevos productos para cubrir la demanda del mercado como los germinados, los concentrados, aislados proteicos y productos hidrolizados de quinua; en vista que las proteínas tienen un amplio uso tecnológico en la fabricación de alimentos. El tema de estudio es determinar el efecto de germinación en el porcentaje de proteína concentrada de los diferentes cultivares de quinua citadas en esta investigación.

Durante los últimos años hay una gran importancia por los alimentos y productos nutraceúticos, los cuales mantienen una expectativa para promover la salud más allá de la nutrición básica convencional, donde se logre alcanzar beneficios sobre las funciones fisiológicas del organismo (Ramírez & Pérez, 2010; Saavedra et al., 2013).

En tanto en esta investigación se obtuvieron concentrados proteínicos a partir de germinados de quinua, de esta manera podemos incrementar el uso de los concentrados proteicos como suplemento alimentario.

Actualmente la quinua es considerada como un producto “estrella” a nivel del mundo por sus valores nutricionales. Existen diferentes variedades de especies y es el



único de todos los cereales que posee todos los aminoácidos, así mismo es una alternativa excepcional entre los alimentos de origen vegetal para sustituir la proteína animal. En este sentido, en gran medida, el incremento en su producción y exportación es atribuible a tales cualidades. (Ccbolgroup, 2006)

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) ha sido cultivada por más de 7000 años, conservada, domesticada y considerada como un alimento básico por las culturas indígenas de la región altiplánica, quienes lograron aprovechar su valor nutricional para la alimentación humana y animal. (Jacobsen, Mujica & Ortiz, 2003; Pando & Castellanos, 2016)

La quinua “pseudocereal” es considerado como un cultivo estratégico soberano para la seguridad alimentaria de los pueblos debido a su calidad nutricional, adaptabilidad a diferentes pisos ecológicos, versatilidad genética y bajo costo de producción (FAO, 2011; Peralta et al., 2012).

En los últimos años la producción y exportación de quinua (cereal andino) en el altiplano peruano, son fundamentalmente orgánicas. Por encima de las deficiencias, limitaciones identificadas en la cadena productiva de la quinua, existen experiencias exitosas desde la organización de agricultores que llegan a exportar, hasta empresas que han logrado una integración vertical. No obstante, incrementaron áreas destinadas a la siembra por consiguiente alcanzaron un rendimiento de 1.250 kg/ha. Actualmente se han identificado diferentes variedades/cultivares nativas con características agronómicas y agroindustriales. Básicamente en la región altiplánica de puno se ha desarrollado el mercado local de aprovisionamiento de maquinaria y equipo para la producción y procesamiento de quinua, existen experiencias exitosas como COPAIN Cabana, quienes



han logrado articular toda la cadena, desde la producción hasta la comercialización en mercados locales e internacionales. (Fairlie, 2016)

La quinua se cultiva en una gran variedad de superficies y niveles agroecológicos desde el nivel del mar hasta los 4.000 msnm. En vista del gran valor nutricional de la quinua, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el 2013 como el “Año Internacional de la Quinua” (AIQ), con el propósito de incentivar y difundir el consumo y cultivo en todos los países del mundo, convirtiéndolo de esta manera en una opción de mejora para las necesidades alimenticias futuras. La Organización Mundial de Salud (OMS) menciona a la quinua como un “Alimento único” dada su capacidad de poder sustituir a las proteínas de origen vegetal de alto valor nutritivo (MINAGRI, 2014).

1.1 OBJETIVO GENERAL

El presente trabajo de investigación “efecto de germinación en la cuantificación y concentrado de proteína aislada en cultivares de quinua “*Chenopodium Quinoa Willd*”, tuvo como objetivo general determinar el efecto de germinado en la cuantificación y concentrado de proteína aislada en cuatro variedades de quinua.

1.2 OBJETIVO ESPECIFICO

1. Determinar el efecto de la variedad en el porcentaje de proteína concentrada y aislada.
2. Determinar el efecto de tiempos de germinación en el porcentaje de proteína concentrada y aislada.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

En un estudio se determinó parámetros tecnológicos para la obtención de concentrado proteico a partir del embrión y las hojas de quinua, mediante la reducción de algunos componentes no proteicos (agua, grasa y otros pigmentos). Se utilizó las hojas y el grano de quinua, por su alto contenido proteico y así reducir la deficiencia de proteína en la dieta diaria de las personas, conclusiones; Para la germinación de los granos de quinua se obtuvo una humedad optima del 65% a una temperatura del aire de 25°C, respecto a la extracción de la proteína de la hoja se evaluó temperatura de precipitación y el pH (potencial de hidrogeniones), en donde el óptimo es 4,5 de pH a 80°C y para el secado 40°C y una densidad de carga de 0.1kg/m² y luego fue mezclado de 1 a 3 (embrión/proteína de hojas), para así obtener más de 40% de proteína, con respecto al análisis químico proximal de producto final se tiene: 46,7% de proteína, 8.5% de humedad, 4,45% de grasa, 5,3% de cenizas, 2.67% de fibra, 29,4% de carbohidratos (Tejada, 2002).

En una investigación realizada sobre los aislados proteicos de quinua orgánica se realizó una caracterización desde el punto de vista químico, bioquímico y funcional, además se realizó el aislado proteico por precipitación a pH 5 y extracción pH 11, el resultado del contenido de proteínas obtenido fue del 83,5% con una humedad del 6,8%, lo que le mantiene la estabilidad en el tiempo. Por consiguiente, se concluye que el aislado proteico de quinua A11(variedad en estudio), tiene una alta capacidad para ser utilizado como suplemento de otros alimentos como bebidas para deportista, embutidos,



salchichas, sopas y en productos deshidratados, como por ejemplo en el desarrollo de alimentos funcionales altamente proteicos (Silva, 2006).

Se realizó un estudio acerca de la obtención de aislados proteicos a partir de quinua orgánica. El cual se caracterizó desde el punto de vista estructural, funcional y químico. El resultado del contenido de proteínas totales fue de 77,2%. El perfil de aminoácidos a pH 9 (extracción de las proteínas), no afectó el balance de aminoácidos para la harina de quinua, por lo que coincidió con lo descrito en la literatura. Entre los aminoácidos esenciales, demostraron un alto contenido en metionina, lisina y arginina (Rivera, 2006).

Los polipeptídicos en condiciones desnaturalante y nativa muestran que las proteínas del aislado están compuestas principalmente por albúminas del tipo 2S y globulinas 11S (proteínas de reserva debido a su extracción y solubilidad). Se verificó la presencia de globulinas por espectroscopia UV. Se observó curvas muy similares para pH alcalinos, lo que indica que la estructura de la proteína no sufrió modificaciones en tales condiciones. En las muestras analizadas de aislado de quinua respecto a sus propiedades funcionales posee un alto nivel de solubilidad, es decir a un pH 5 tiene una solubilidad de 76,6% y a pH 11 aumentó un máximo de 94,6%, por consiguiente, la capacidad de retención de agua (WHC) fue óptima entre los valores 2,5 y 3,0 ml/g aislado proteico sin depender del pH (Rivera, 2006).

Respecto a la absorción de agua se obtuvieron resultados elevados, con una capacidad máxima de absorción (WIC) de 1,8 g agua/g aislado, y una velocidad inicial de 1,34 g agua/ g aislado \times min. Todas estas características difieren de que el aislado es apropiado para la elaboración de productos tales como: bebidas, sopas, embutidos, geles,



productos de panificación, alimentos deshidratados y, en general, en el desarrollo de productos funcionales altamente proteicos (Rivera, 2006).

En el siguiente trabajo de investigación se analizó muestras de proteínas como harinas de amaranto, quinua y chía, mediante la técnica de HPLC (cromatografía líquida de alta eficiencia), secado por spray drying y variación de pH, el cual sirvió para cuantificar e identificar a los aminoácidos predominantes en las proteínas de los cereales. Por consiguiente, se concluyó que el alto valor nutricional en proteínas y la posibilidad de potencializarlo si la quinua, el amaranto y la chía son mezcladas, pueden ser utilizadas más adelante en la preparación de productos con sustitución de proteína animal (García et al, 2016).

Se diseñó un método de optimización para la obtención de aislados proteicos de quinua, con variables de: pH (8, 9, 10 y 11), tiempo de mezclado (40, 50 y 60 min) y temperatura (20, 30 y 40 °C), la variable de respuesta fue el rendimiento. Se seleccionó los factores de pH 11, 60 min de mezclado y 20 °C; sin embargo se consideró la composición aminoacídica del aislado y las propiedades funcionales como variables no desnaturizantes de las proteínas, se concluyó que el mejor método de obtención fue a pH 10, con el mismo tiempo y temperatura del método mencionado anteriormente (Roca y Mira, 2016).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Quinua origen y domesticación

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), es un grano milenario, oriundo de la región altiplánica cultivado y ampliamente utilizado por las culturas ancestrales, muy consumido por los incas (Peiretti, 2013).



Actualmente, la NASA lo considera a la quinua como uno de los alimentos “más completos” para los seres humanos. Su adaptabilidad en diversos climas y suelos ha permitido que los antiguos habitantes de los valles interandinos, así como de zonas altas (>3500 msnm), frías (medias de 12 °C) y áridas (regímenes medios de 350 mm) pudieran aprovechar la excelente calidad nutritiva de este cereal (Bojanic, 2011).

Quinua (*Chenopodium Quinoa Willd*) es un cultivo oriundo de los andes, en 1970, el historiador Núñez indica que al norte del país chileno encontró granos de quinua que datan de 3000 años antes de Cristo. (Max Hule, 1919)

Historiador peruano menciona que la quinua tiene una antigüedad de 5000 años a.C. en forma general podemos indicar que en diferentes lugares donde se han encontrado estos granos de quinua ratifican esta antigüedad (León, 2003).

La quinua es una planta herbácea del altiplano que dio sus primeros orígenes en alrededores del Lago Titicaca. La quinua fue cultivada y utilizada por civilizaciones prehispánicas y reemplazada por los cereales a la llegada de los españoles (FAO, 2013).

Históricamente se evidencia que la domesticación de la quinua por los pueblos de América podría haber acontecido por los años 3000 y 5000 antes de Cristo. Se encontró en tumbas de Tarapacá, Calama y Arica y en diferentes lugares del Perú hallazgos arqueológicos de quinua. En el momento que llegaron los españoles ya tenía un desarrollo tecnológico apropiado y una amplia distribución. El primer español que reportó el cultivo de la quinua fue Pedro de Valdivia, quien al observar los cultivos alrededor de Concepción menciona que, entre otras plantas los indios siembran quinua para su alimentación (FAO, 2013).

La quinua silvestre antes de su domesticación probablemente se utilizó sus hojas y semillas para la alimentación. Existen evidencias morfológicas de la planta de la quinua



con varias panojas distribuidas a lo largo del tallo en la cerámica de la cultura Tiahuanaco. La variabilidad genética de esta planta es considerada como una especie oligocéntrica, con amplia distribución y diversificación. La región andina principalmente a las orillas del lago Titicaca, muestra la mayor diversidad y variación genética de la quinua. (FAO, 2013)

Durante la domesticación los pueblos andinos seleccionaron los genotipos por el tipo de uso y por la tolerancia a factores adversos como bióticos y abióticos, llegando a obtener las actuales variedades y ecotipos con diferentes características tales como: “chullpi” para sopas, “pasankalla” para tostado, “coyotos” para harina, “reales” para graneado, “utusaya” para resistir a la salinidad, “witullas” y “achachinos” para resistir al frío, “kancollas” para resistir la sequía, “qellus” o amarillas para alto rendimiento, “chewecas” para resistir al exceso de humedad, “ayaras” por su valor nutritivo (alto balance de aminoácidos esenciales y proteína) y “ratukis” por precocidad (Mujica et al, 2001).

Históricamente los cultivos andinos formaban parte de la dieta de las poblaciones originarias. Por lo general son cultivos rústicos, con resistencia a sequía, helada y salinidad, sin embargo, no se han conducido muchos trabajos para mejorarlos (Ayala et al, 2001).

Los cereales y/o granos andinos tienen una gran trascendencia en diversas regiones del Perú y países vecinos y han sido revalorados a nivel internacional. Actualmente tiene una creciente demanda en países desarrollados gracias a sus valores nutricionales. A nivel del mercado interno, al consumo tradicional en las comunidades campesinas y poblaciones locales, se ha sumado una mayor demanda asociada al boom gastronómico y la cocina «Novo-andina» (Fairle, 2016).



La quinua es el alimento excepcional para el ser humano, en vista de que la proteína de este grano andino contiene los ocho aminoácidos esenciales y el mejor balance de aminoácidos. Es un alimento recomendable para celíacos, diabéticos y para quienes son intolerantes a la lactosa y de fácil digestión, por las características nutritivas que posee es un sustituto de la leche y la carne. Es una especie considerada como un pseudo-cereal con proteínas de alto valor biológico, la Asamblea General de la Naciones Unidas declaró el año 2013 como el «Año internacional de la quinua» (FAO, 2011).

2.2.2. Producción mundial, nacional y regional de la quinua

La quinua es originaria de las tierras altas de los Andes y su producción se concentra principalmente en los países de la región andina. Los países con mayor producción son Perú y Bolivia. En la figura 1 se evidencia el aumento de la producción en ambos países. (Ver figura 1)

Según estadísticas de la FAO, la producción mundial de quinua en el año 2016 alcanzó las 148.720,00 toneladas, lo que representa una disminución de 45.000 toneladas respecto a la producción del año 2015 (ver Tabla 1). A partir de 1998, Perú se consolidó como el primer productor mundial, excepto en 2001, 2012 y 2013, cuando la producción de Bolivia creció y se hizo mayor. En 2016, Perú representó el 53,3% de la producción total, seguido de Bolivia y Ecuador, que produjeron el 44% y el 2,7%, respectivamente.



Tabla 1.

Producción mundial de quinua en principales países productores (toneladas)

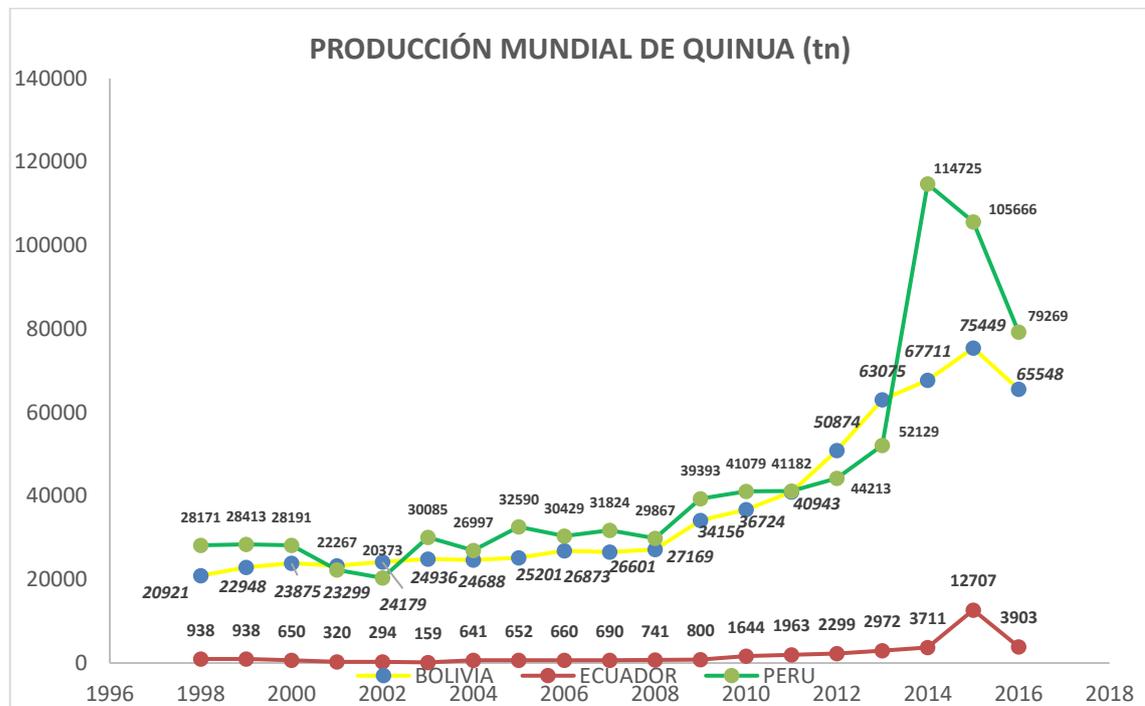
	Total mundial	Bolivia	Ecuador	Perú
1998	49400	20921	938	28171
1999	51849	22948	938	28413
2000	52626	23875	650	28191
2001	45886	23299	320	22267
2002	54846	24179	294	20373
2003	55540	24936	159	30085
2004	52326	24688	641	26997
2005	58443	25201	652	32590
2006	57962	26873	660	30429
2007	59115	26601	690	31824
2008	57777	27169	741	29867
2009	74353	34156	800	39393
2010	79447	36724	1644	41079
2011	84088	40943	1963	41182
2012	97386	50874	2299	44213
2013	118175	63075	2972	52129
2014	186147	67711	3711	114725
2015	193822	75449	12707	105666
2016	148720	65548	3903	79269

Fuente: (FAO,2017).

Figura 1.

Producción mundial de quinua (Tn)

Producción mundial de la quinua por países en toneladas.



Fuente: (FAO, 2017).

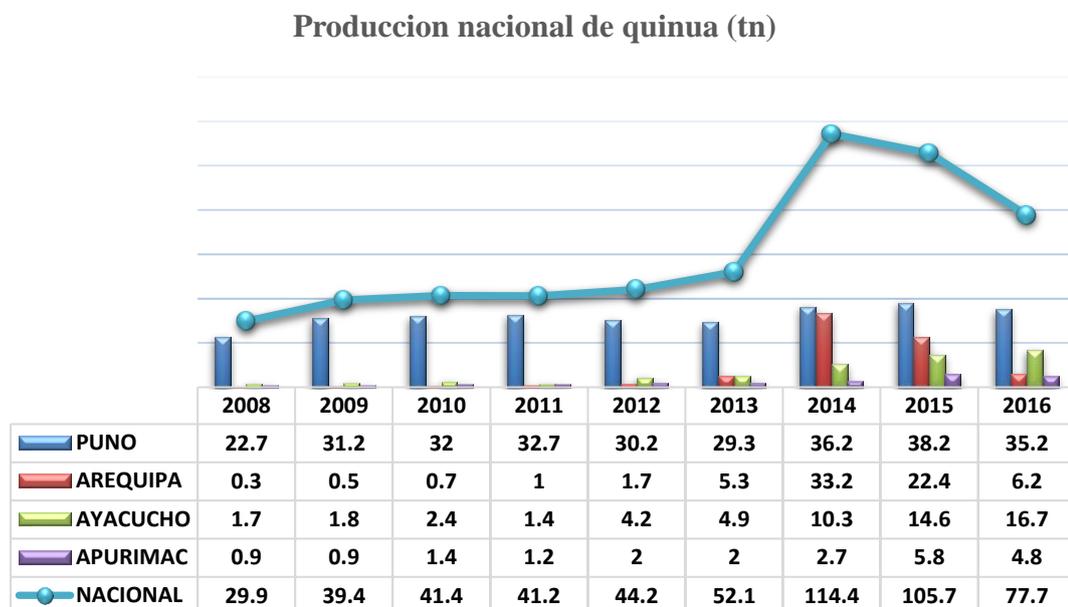
Sin embargo, mencionaron que otros países están explorando la producción de quinua, entre ellos Estados Unidos, Dinamarca, España, Reino Unido y Finlandia. A través de investigaciones científicas, estos países han desarrollado nuevas variedades de quinua adecuadas a su clima. Asimismo, el MINAGRI informa que el número de países que cultivan quinua aumentó de 6 a 13 entre 2013 y 2014 (CCL, 2016).

Otros 24 países se encuentran en la fase piloto y se preparan para comenzar la producción en el campo, mientras que otros 20 países han planificado plantaciones por primera vez desde 2014. Es decir, la difusión global del cultivo de la quinua ya involucra al menos a 57 países (MINAGRI, 2016).

El nivel de producción de quinua en 2016 disminuyó un -26,51% del área cosechada (-8,03%) y área plantada (-2,99%) y el bajo rendimiento (-20,09%), así como la falta de cosecha, provocada por el cambio climático y precipitaciones insuficientes. Puno es el primer centro productor de quinua y su producción disminuyó un -7,99%. También presentaron caídas los centros productores de Arequipa (-72,49%), Junín (-55,37%), Apurímac (-16,94%) y Cusco (-8,24%) (INEI, 2017).

Figura 2.

Producción nacional y regional de quinua.



Fuente: DEGESEP – MINAGRI. Elaboración: MINAGRI -DGPA

Fuente: (FAO, 2017).

Actualmente se fomenta la producción de quinua con probabilidades de una masiva comercialización. Las características mínimas de las diferentes variedades de quinua deben ser libres de saponinas “sabor amargo”, de color uniforme, de tamaño (2.0 – 2.6 mm) sin de impurezas. Los rendimientos de quinua en el Perú varían entre los 492-

2000 Kg/Ha en diferentes regiones, siendo Arequipa y Huancavelica los de mayor y menor rendimiento respectivamente (FAO, 2017).

2.2.3. Quinoa en la región de Puno

La región de mayor producción es el departamento de Puno con el 70% de la producción nacional, le siguen las regiones Junín, Cusco y Ayacucho (MINAGRI, 2008).

A nivel departamental, Puno concentra el mayor nivel de área sembrada de quinoa; posee el 38% de zonas agroecológicas que cuentan con las condiciones favorables para la producción de la quinoa, el 6% pertenece a la zona circunlacustre y el 32% al altiplano (Fairlie, 2016).

Tabla 2.

Comportamiento de la producción de quinoa (2008-2016) en toneladas

	NACIONAL	PUNO	AYACUCHO	JUNÍN	CUSCO	APURÍMAC	AREQUIPA	L/A LIBERTAD	LAMBAYEQUE
2008	29867	22867	1721	1145	1776	892	264	364	0
2009	39397	31160	1771	1454	2028	933	473	415	0
2010	41079	31951	2368	1586	1890	1212	650	430	0
2011	41182	32740	1444	1448	1796	1190	1013	354	0
2012	44213	30179	4188	1882	2231	1981	1683	505	0
2013	52130	29331	4925	3852	2818	2010	5326	1146	427
2014	114725	36158	10323	10551	3020	2690	33193	4155	3262
2015	105666	38221	14630	8518	4290	5785	22379	3187	778
2016	77652	35166	16657	3802	3937	4805	6157	2900	28

Fuente: (MINAGRI-DGPA, 2016).



2.2.4. Variedades de quinua en estudio

Cuchi Wila

Es una de las variedades de quinua nativa que se cultivan en el altiplano de Puno, de color de planta en grano rojo o negro, alta tolerancia al frío, es utilizado principalmente para la elaboración de chicha y k'ispiño (IICA, 2015). Variedad de quinua originaria del altiplano de planta color rojo y grano color negro (Tapia & Fries, 2007).

Para la presente investigación se tomó muestras procedentes del distrito de Cabana, provincia de San Román.

Negra Collana

Es de base genética ya que es un compuesto de 13 accesiones, de 12 localidades, comúnmente conocidos como “quytu jiwras” que comercialmente se le asigna el nombre de INIA 420 “NEGRA COLLANA”, como resultado de las pruebas de identificación, adaptación y eficiencia desarrollados en el ámbito de la estación experimental Agraria ILLPA del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), y evaluaciones participativas en campo (INIA).

Logra un mejor desarrollo en la zona agroecológica Suni del Altiplano, que tiene una altitud de 3815 y 3900 msnm, el clima es frío y seco, con precipitación de 400 a 550 mm y temperatura de 4° a 15 °C.

Tabla 3.

Principales características de la quinua “NEGRA COLLANA”

Características
Color de tallo Rojo oscuro
Color de la panoja Plomo claro
Tipo de panoja Diferenciada y terminal
Color de perigonio Plomo claro
Color de epispermo Negro opaco
Aspecto del perisperma Opaco
Tipo de crecimiento Herbáceo
Porte de la planta Erecto
Color de axilas purpura
Color de estrías purpura
Altura de planta (cm) 94 – 110
Rendimiento promedio de granos(t/ha) 3,01
Longitud de panoja (cm) 32 a 36
Diámetro de panoja (cm) 5,0 a 6,6
Madurez fisiológica (días) 136 - 140
Contenido de saponina 0,015 – 0,018

Fuente: (INIA, 2015).

Chullpi Amarilla

La variedad Chullpi es cultivada en el altiplano de Perú y Bolivia, presenta granos de color amarillento.

Es considerada como una variedad exquisita de quinuas blancas perlada existente en el Perú, Es más pequeño que los demás y tiene aspecto dorado. Las semillas son



pequeñas, de 1,2 mm de diámetro, blancas, con alto contenido de saponinas, copas esféricas, diámetro de espiga 10-20 cm, rendimiento 3500 kg/ha, resistencia moderada al mildiú. (ANPE Perú un CONCYTEC).

Es una de las variedades de quinua nativa que se cultivan en el altiplano de Puno, color de planta blanco y grano transparente buena tolerancia al frío, su uso principal se basa en caldo o sopa y puré, también es conocida como hialinas (IICA, 2015).

Blanca de Juli

Originaria de Juli, Puno, con 160 días de periodo vegetativo, planta de color verde, de tamaño mediano de 80 cm de altura, panoja intermedia, a la madurez la panoja adquiere un color muy claro blanquecino de ahí su nombre, pequeño semidulce, rendimiento que supera los 2300 kg/ha., relativamente resistente al frío, excesivamente susceptible al exceso de agua y se utiliza generalmente para la elaboración de harina (Mujica et al, 2001).

Es una de las variedades comerciales de quinua, con poca efusión de saponina, color de pericarpio crema, color de epispermo blanco, tamaño de grano pequeño y zona de producción en el altiplano (IICA, 2015).

2.2.5. Clasificación botánica de la quinua

Este cultivo fue descrito por primera vez por el científico alemán Luis Christian Willdenow (Carrillo, 1992).

La quinua es una planta que pertenece a la familia amarantácea del género *chenopodium*, sección chenopodia y subsección cellulata. *Chenopodium* es el género principal de la familia amarantacea y está ampliamente distribuido en todo el mundo con alrededor de 250 especies. cultivadas como plantas alimenticias.



Reino: Vegetal

División: Phanerogamae

Clase: Dicotiledóneas

Sub clase: angiospermales

Familia: chenopodiaceas

Género: chenopodium

Sección: chenopodia

Subsección: Cellulata

Especie: *Chenopodium Quinoa Willd.*

2.2.6. La quinua importancia y valor nutricional

Se sabe que el valor nutritivo de un alimento está dado por el contenido de proteínas y la utilidad que presta a un organismo, en especial en la síntesis de nuevos tejidos (Ashraf et al, 2012).

Las proteínas son generalmente los constituyentes básicos de los productos alimenticios en términos de nutrición y propiedades funcionales, físicas y sensoriales, que dependen en gran medida de las propiedades que las componen. También tienen propiedades fisicoquímicas que les confieren propiedades funcionales, así como en la formulación de alimentos en geles, espumas, absorción de agua y emulsiones. Por consiguiente, las proteínas son consideradas más allá de su actividad como macronutrientes, productos necesarios en la producción tecnológica de alimentos (Ashraf et al, 2012).

La quinua es un alimento muy importante por poseer el equilibrio nutricional y diferencial entre cereales y legumbres está relacionado principalmente con su contenido en proteínas y fibra, así como con el contenido de compuestos bioactivos como los



polifenoles. La proteína de los cereales es el gluten, que está compuesto por las gliadinas monoméricas y las gluteninas, poliméricos. (Segura-Campos et al, 2014). Que a su vez confieren excelentes propiedades tecnológicas (Boire et al, 2013).

La proteína de la quinua está formada principalmente por globulinas (11S, 7S y P), en comparación con chíá que está formada por globulinas en un 52% y un 48% en albúminas, glutelinas y prolaminas (Sandoval y Paredes, 2013).

Las diferencias estructurales de las proteínas en comparación con el gluten les confiere ventajas nutricionales, pero no tecnológicas en vista que los productos procesados y/o fabricados con este tipo de proteínas son de baja calidad y tienen una vida útil corta. La solubilización de las proteínas en medio alcalino alto, afectan negativamente a los aminoácidos azufrados tales como la lisina generando lisino y alanina lo cual causa la desnaturalización e hidrólisis de las proteínas e incremento de la extracción de componentes no proteicos, los cuales coprecipitan con las proteínas, bajando así la calidad del aislado proteico (Miller D., 2001).

La mayor parte de concentración de proteínas en la quinua se encuentra en el embrión, se trata principalmente de globulinas y albuminas como principal grupo molecular, con pesos moleculares aparentes de las subunidades respectivamente, y la composición de aminoácidos es similar a la globulina de las leguminosas (Miller D., 2001).

Constituye un aporte de nuestra cultura para todo el mundo, según estudios, este cultivo viene cobrando cada vez mayor importancia por su diversidad y utilidad en países con fragilidad de sus ecosistemas, sumando a sus bondades nutricionales que satisface las necesidades de alimentación básica (seguridad alimentaria) del productor además



generando ingresos económicos por la venta de sus excedentes de producción (Rojas et al, 2010).

Los granos andinos como la quinua y kiwicha constituyen la base para la alimentación de la mayoría de los productores y pobladores rurales de la zona andina del país (Repo Carrasco et al, 2001).

Actualmente existe demanda en el mercado nacional e internacional principalmente por la quinua con calidad industrial (grano grande, blanco, bajo contenido de saponinas) (Mujica et al, 2001).

Las proteínas presentan diversas funciones en los seres vivos, como por ejemplo actúan como enzimas o catalizadores biológicos, desde el punto de vista nutricional son fuentes de energía como los carbohidratos (Kimball, 2002).

2.2.7. Características físico químicas de la quinua

El contenido de proteínas en la quinua se encuentra en promedio ponderado de 12,3 g/100 g. El porcentaje de proteína obtenido en distintas muestras de quinua varía entre 13,71 y 11,16 g/100 g de alimento (Blanco et al, 2007).

La quinua según investigaciones presenta un embrión más grande en comparación a los demás cereales razón por la que posiblemente su mayor contenido de aminoácidos. Lógicamente el endosperma es menor y es así que los almidones de la quinua se acumulan en el perisperma de la semilla, a diferencia de los cereales comunes, el contenido de la quinua (64,5%) es ligeramente inferior al de trigo (70,1%) (Wolf et al, 1950).

Tabla 4.*Composición química proximal de tres variedades de quinua*

componentes	Collana negra		Pasankalla roja		Blanca Junín	
	Base húmeda	Base seca	Base húmeda	Base seca	Base húmeda	Base seca
Humedad	11,50±0,45ns	-----	11,66± 0,04 ns	-----	11,34± 0,01ns	-----
Proteínas	9,90± 0,00 c	11,19	11,21± 0,00 b	12,68	12,11± 0,00 a	13,64
Lípidos	4,67± 0,00 c	5,31	5,21± 0,00 b	5,89	6,32± 0,00 a	7,10
Fibra	3,21± 0,02 c	3,6	3,52 ± 0,00 b	3,96	4,28± 0,00 a	4,84
Ceniza	2,62 ± 0,01 c	2,94	3,12 ± 0,47 b	3,5	3,86± 0,09 a	4,40
Carbohidratos	71,30 ±0,46 a	80,56	68,79 ± 0,45 b	77,92	66,37± 0,11 c	74,85
Energía	367,12	-----	366,84	-----	370,71	-----

Fuente: (Arzapalo et al, 2013).

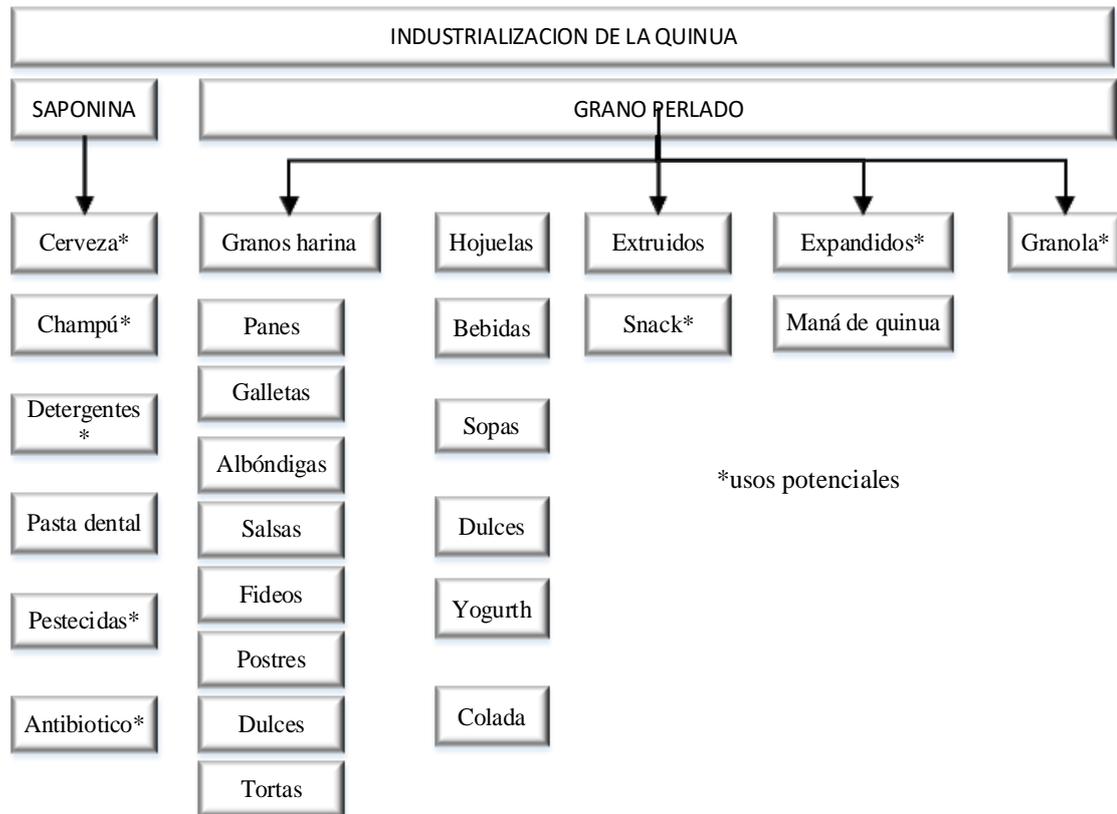
2.2.8. Agroindustria de la quinua

Actualmente la quinua es consumida en grano como el arroz; sus hojas tiernas se pueden cocinar como la remolacha y las espinacas y sus tallos y hojas verdes se utilizan en ensaladas o sopas. Industrias de procesamiento agrícola en los países con mayor producción de quinua, incluidos Bolivia y Perú, este grano se transforma en hojuelas y harina, ya que la fécula es un excelente alimento usado en la panificación como en la producción de galletas, pasteles, espaguetis, etc. Por otra parte, los granos de segunda clase como los subproductos de la cosecha pueden ser empleados en la alimentación de monogástricos, aves, cerdos y rumiantes en condiciones especiales (Ccbolgroup, 2006).

La quinua es un producto del que se pueden obtener diversos subproductos para uso alimentario, cosmético, farmacéutico y otros fines.

Figura 3.

Industrialización de la quinua



Fuente: Montoya Restrepo et al, 2005

Fuente: (Montoya Restrepo et al, 2005).

2.2.9. Concentrado y aislados de proteínas

Se denominan aislados proteicos al que tienen mayor al 70% en contenido de proteínas. En él las proteínas constituyentes deben ser exactamente las que se encontraban en la fuente orgánica inicial, sin haber sufrido procesos de degradación o hidrólisis no deseables (Curare, 2006). Mientras que un concentrado proteico es considerado aquel cuyo contenido en proteína es menor del 65% (Churayra, 2012).

Las proteínas de ambos productos deben ser exactamente iguales a las proteínas de la fuente orgánica original, sin sufrir procesos indeseables de degradación o hidrólisis. La idea es obtener un macronutriente purificado con papel tecnológico y nutricional (Curare, 2006).



Un aislado proteico está formado por péptidos de diferentes tamaños originados a partir de la hidrólisis de proteínas, catalizada por agentes químicos o por enzimas (Kristinsson & Rasco, 2000).

2.2.10. Contenido de concentrado proteico de quinua

Los aislados de proteínas se pueden utilizar para la producción y/o procesamiento de diversos productos de la industria alimentaria, como productos de panadería, bebidas deportivas, embutidos y alimentos para bebés, etc. Es decir, las proteínas se usan como aditivos en suplementos nutricionales para mejorar el perfil de aminoácidos y la vez incrementar el contenido de proteínas, pero también aporta beneficios funcionales como: estabilización, emulsificación, e incremento de viscosidad, mejora la apariencia, gusto, textura y la absorción de agua o aceite (Giese, 1994).

A los aislados proteicos en granos altoandinos, los posibles factores que pueden afectar al rendimiento de la proteína aislada y/o concentrado son el número de extracciones lo recomendable es realizar máximo dos extracciones, la solubilización de las proteínas en medio alcalino es decir, que los tratamientos alcalinos altos ($\text{pH} > 11$) afectan a la cantidad y calidad de proteína y a la vez causa desnaturalización e hidrólisis de las proteínas e incremento de la reacción de maillard (oscurecimiento de la proteína), el pH influye sobre la apariencia física de la proteína aislada, a un pH por debajo de 4,0 la apariencia física de la proteína cambia considerablemente precipitando en forma de agregados o grumos por esta razón lo más recomendable es trabajar en un rango de pH 4,5 – 5,3 (Callisana, 2009).

En la actualidad los aislados proteicos extraídos a partir de los vegetales son de gran valor en el uso de la industria de los alimentos, Los métodos modernos de procesamiento de alimentos permite utilizar proteínas vegetales de manera más eficiente.

Los aislados proteicos pueden obtenerse a partir de la materia prima natural. La extracción y purificación de los constituyentes proteicos están basados en el método de obtención de aislados proteicos de leguminosas como la soya y los lupinos, entre ellos el tarwi o métodos para aislar proteínas de los cereales. (Rivera, 2006)

Tabla 5.

Análisis proximal de propiedades de aislados proteicos en granos molidos de quinua.

Propiedades	Quinua- intinaira	Quinua-sarumi taraco
% Proteínas	82.35	86.92
Humedad	12.42	10.57
Cenizas	2.89	3.17
Materia grasa	6.35	4.98

Fuente: (Callisana, 2009).

2.2.11. Germinación

Señala que la germinación se define como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta bajo condiciones favorables (Moreno, 1996).

La aparición de la radícula o raíz embrionaria es el evento que evidencia el fenómeno de la germinación, el siguiente en emerger es el hipocotíleo, el cual lo hace en forma de gancho invertido acción empleada para proteger la delicada punta del tallo (Solomon *et al.*, 2001).

Se requieren una serie de procesos para desarrollar estas etapas, desde la imbibición hasta la emergencia de las plántulas a través de las cubiertas. La germinación es el desarrollo del embrión en la semilla. Varios factores como temperatura, agua, oxígeno y presencia de la luz influyen para que una semilla germine (Izco *et al.*, 1997).



La germinación en el grano inicia una serie de procesos enzimáticos que mejoran la digestibilidad del grano y aumentan su valor nutricional. Estos cambios incluyen la degradación del ácido fítico (aumentando la biodisponibilidad del mineral) y la producción de vitaminas A, C y B12. La germinación puede darse por la presencia del contacto de las semillas con agua, calor y oxígeno, con estos tres elementos es suficiente para que las enzimas diastasas se activen y den lugar a nuevas reacciones (Goyoaga, 2005).

Los granos germinados tienen propiedades nutricionales superiores a las secas es decir su contenido de vitaminas, minerales, aminoácidos, oligoelementos, clorofila y enzimas pueden multiplicarse por varias centenas durante la germinación (Bravo et al, 2013).

Los germinados se consideran alimentos funcionales por ser alimentos predigeridos que facilitan su asimilación y aprovechamiento de nutrientes en el organismo; con la germinación se incrementa el contenido de antioxidantes y además se obtienen alimentos organolépticos agradables; proporcionan cantidades importantes de fibra (Dávila, 2003).

Las semillas de quinua pueden germinar rápidamente en las condiciones adecuadas de oxígeno, humedad y temperatura. La primera estructura en aparecer es la radícula, que se alarga y comienza a formar un sistema radicular. El hipocotilo sale de la semilla y crece hacia arriba y atraviesa el suelo o emerge llevando los cotiledones que se abren y se tornan verdes iniciando el proceso de fotosíntesis (Gómez y Aguilar, 2016).



2.2.12. Cambios durante la germinación

Durante la germinación tienen lugar procesos biológicos en presencia de agua, calor y oxígeno, que tienen un efecto beneficioso sobre la composición del grano. Bajo la influencia de la amilasa, el almidón se convierte en azúcares simples y de fácil digestión. El alto contenido de azúcar explica por qué los granos germinados tienen un aspecto tan delicioso. Estos azúcares hacen que los granos germinados sean muy susceptibles al deterioro por moho, bacterias y levaduras. Durante el proceso de germinación, la calidad de las proteínas mejora al descomponer cadenas proteicas complejas en aminoácidos libres y aumentar el contenido de aminoácidos esenciales. La grasa se convierte en ácidos grasos libres. Debido a todas estas modificaciones y al mayor contenido de humedad, los granos germinados se digieren más rápido. Los granos germinados son más ricos en vitaminas A, B, y E (vitamina de la fertilidad), calcio, potasio, magnesio en oligoelementos: Hierro, selenio y zinc (Gómez, 2008).

Modificación de las sustancias de reserva:

- Las moléculas largas de almidón se descomponen en moléculas de almidón más pequeñas, como la dextrina y la maltosa, que eventualmente se descomponen en glucosa en el sistema digestivo.
- Las proteínas se convierten en fragmentos que contienen cantidades más pequeñas de aminoácidos (péptidos) y aminoácidos libres.
- La grasa libera los ácidos grasos que la componen.
- Síntesis de nuevas sustancias, como la vitamina C, que no están presentes en las semillas.

Eliminar factores antinutricionales en semillas (especialmente legumbres) como hemaglutininas, ácido fítico e inhibidores de proteasas. Estas sustancias hacen necesaria



la cocción de las legumbres para inactivarlas, pero desaparecen con la germinación (Pamplona, 1995).

La disminución de la calidad de las semillas ocurre a un tiempo y tasa de deterioro determinado por las condiciones y el tiempo en las que se almacena, esta calidad se refiere a un conjunto de cualidades que se dividen en primarias y secundarias; las primeras representan componentes de viabilidad y germinación, y las segundas incluyen peso, humedad, tamaño, forma, entre otros (Salinas et al, 2001).

2.2.13. Ventajas de los germinados

Los cereales son alimentos vivos en su estado natural. Esto significa que los germinados son ricos en sustancias de gran valor biológico necesarias para nuestro organismo, como las vitaminas y las enzimas (Pamplona, 1995).

En los últimos años ha surgido la importancia de los germinados como un nuevo tipo de nutrición consumiendo este tipo de productos. Siendo considerados como vegetales atípicos e inclusive como alimentos funcionales, debido a su gran valor nutritivo, alto en contenido de aminoácidos, fibra, elementos traza y vitaminas, así como flavonoides y ácidos fenólicos (Pásko et al, 2009).

Las enzimas sintetizadas durante la germinación comienzan a digerir los almidones, proteínas y grasas depositados. Este proceso químico es similar a lo que ocurre durante la digestión en nuestro cuerpo. Por ello, los germinados son fáciles de digerir y se asimilan muy bien (Russo et al, 2010).

Contienen muchos nutrientes, pero muy pocas calorías, por lo que se recomiendan en dietas contra la obesidad (Russo et al, 2010).

Contienen propiedades medicinales:



- Estimula el proceso digestivo.
- Regenera la flora intestinal.
- Son agentes antioxidantes, depurativos y remineralizantes.

El proceso de germinación está influenciado por factores externos e internos. Los factores internos incluyen la viabilidad del embrión, cantidad y calidad del tejido de reserva y los diferentes tipos de dormancia. Algunos de los factores externos que regulan el proceso son el grosor de la testa, disponibilidad de agua, temperatura y tipos de luz (Russo et al, 2010).

Entre estas sustancias, se pueden mencionar algunas vitaminas del complejo B y la vitamina C, las cuales pueden relacionarse con una mayor germinación y desarrollo de plantas (García et al, 2000) y diversas fitohormonas o fitorreguladores que pueden actuar como promotores o inhibidores de la respuesta germinativa (Jordán y Casaretto, 2006).

El tiempo y las condiciones de la germinación, luz y temperatura, son factores determinantes en el desarrollo del olor, sabor y contenido de humedad de la semilla germinada (Díaz et al, 2009)

La humedad determina cambios físicos y químicos tales como composición de carbohidratos solubles, cantidad de fitatos y alcaloides y concentraciones de vitamina c, cambios que modifican el valor nutritivo (Díaz et al, 2009).

Al absorber agua, las semillas duplican su tamaño y rompen la cáscara protectora. Las enzimas se activan provocando transformaciones y las proteínas complejas se descomponen en aminoácidos simples. El contenido proteico de la semilla queda presente en el germinado, de forma fácilmente asimilable (Díaz et al, 2009).

El almidón se reduce a maltosa y dextrina, azúcares más simples que exigen menos esfuerzo del aparato digestivo, liberan energía más rápido y producen un efecto



estimulante, las vitaminas C y E y los minerales calcio, fosforo, hierro, potasio y magnesio se multiplican y las grasas se transforman en ácidos grasos, los ácidos y las toxinas que de forma natural acompañan a la semilla para su defensa se descomponen (Díaz et al, 2009).

La baja germinación de los granos puede deberse a la dureza de los granos que les impide absorber humedad en condiciones de remojo. Así mismo al uso de insecticidas en la preservación durante el almacenamiento. Se encontró que la quinua tiene una alta germinación de 98% a un tiempo de germinado de 24 horas pues en ese tiempo las raicillas crecieron entre 1.0 y 1.5 cm. En lo cual se encontró 13,09% de proteína y en quinua sin germinar fue de 12,94% de proteína se concluye que los granos germinados tienen propiedades nutricionales superiores a las secas (Bravo, A. 2013).

Existen factores ambientales como el agua, temperatura y la luz que promueven la germinación de las semillas; (Baskin & Baskin, 2001).

Sin embargo, otros factores como la edad de las semillas y la dispersión también influyen en la germinación. (Harper, 1977).

2.2.14. Propiedades de los germinados

- Facilitan el proceso de desintoxicación, depuración y eliminación de desechos acumulados en los tejidos o en la sangre.
- Fortalecer el sistema inmunológico.
- Son antioxidantes: combaten los efectos de los radicales libres.
- Estimula la secreción pancreática.
- Favorecen la digestión, activan los procesos regenerativos, desinflama el aparato digestivo, fortalece los mecanismos metabólicos internos.



- Mejora el funcionamiento intestinal, alivia el estreñimiento, revitaliza el intestino y la flora intestinal, contribuye en la eliminación de gases y desechos.
- Reduce el índice del colesterol.
- Tonifica el sistema nervioso
- Mantiene la elasticidad de las arterias y la vitalidad del sistema glandular.
- Retrasa el envejecimiento
- Favorece el metabolismo por acción reconstituyente.
- Se recomienda su consumo para casos de anemia por su alto contenido en clorofila (Díaz et al, 2009).

2.2.15. Políticas públicas de quinua en el departamento de Puno

Se ha alentado la formación de alianzas estratégicas, de las cuales han participado el sector público como los municipios provinciales y distritales, universidades, institutos, reductores y transformadores. También se ha impulsado la participación del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente (CIRNMA) y Programa Especial Binacional Lago Titicaca (PELT) con el fin de que participen de las actividades para desarrollar una agricultura sostenible y rentable a la vez (Fairlie, 2016).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La investigación se desarrolló en el departamento de Puno a 3825 msnm. En las instalaciones de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial; los análisis de prueba experimental se realizaron en laboratorio de tecnología de cereales, laboratorio de análisis de alimentos y laboratorio de agua y suelos (E.P. Ingeniería Agronómica).

3.2. TIPO DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación, es de tipo experimental.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

En trabajo experimental de investigación se realizó con cuatro muestras de quinua los cuales son: cuchi wila (ecotipo – variedad nativa), chullpi amarilla (ecotipo – variedad nativa), negra collana (variedad) y blanca de juli (variedad – comercial), de la campaña 2015–2016, los cuales fueron adquiridos del conservacionista de variedades de quinua y ecotipos, provenientes de la provincia de San Román – Juliaca del distrito de Cabana, con una altitud de 3901 msnm, superficie total 191,23 Km², población total de 4392 hab., generalmente estos granos andinos son cultivados en suelos de franco arenoso a pH de 6,5 -7,2 cada uno de estos granos presentan diferentes formas físicas y fisiológicas como; color, fases fenológicas, altura de la planta y tamaños según sea la variedad.

Tabla 6.

Análisis químico de las muestras de quinua en estudio.

VARIEDAD/ COMPONENTE	Cuchi Wila	Negra Collana	Chullpi Amarilla	Blanca de Juli
PROTEÍNA	12.24	14.91	15.57	14.02
CENIZA	3.24	3.04	2.94	2.70
GRASA	6.45	6.87	5.70	5.86
FIBRA	5.60	5.10	5.02	4.96
HUMEDAD	7.53	7.26	8.01	7.42

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.

Características de las 4 cultivares de quinua en estudio

Características	Cuchi Wila	Negra Collana	Chullpi Amarilla	Blanca De Juli
DE LA PLANTA				
Tipo	Ecotipo	Variedad	Ecotipo	Variedad
Origen	Orurillo	Cabana	Cabana	Juli
Hábito de crecimiento	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto
Tipo de panoja	Glomerulada	Glomerulada	Amarantiforme	Glomerulada
Altura de la planta(m)	1.2	1.2	1.60-1.80	1.20 - 1-60
Longitud de panoja(cm)	30	30	50	40 - 50
Color de planta	Rojo guinda	Rojo claro	Verde	Verde
Días de madurez	135	135	170 - 180	150
	Precoz	Precoz	Tardío	Precoz
DEL GRANO				
Color pericarpio	Roja guinda	Plomo	Amarillo	Blanco
TOLERANCIAS				
Heladas	Tolerante	Tolerante	Susceptible	Susceptible
Mildiu				

Fuente: Conservacionista. Cabana

3.4. EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO

Equipos y materiales utilizados en el proceso de germinación, extracción de la proteína concentrada y cuantificación de la proteína concentrada.



EQUIPOS

- Centrifugadora: Modelo CH90-2 kert, Fuente de alimentación 220 V, 50 Hz, máxima velocidad 4000 r/min, potencia de entrada 60 va, potencia de salida 40 watts, capacidad 15 ml x 8 tubos, fusible 2.5 A 250 V e intervalo de tiempo 0 – 99 min. (Lab. tomos usa science- tech group).
- Germinadora: Modelo BINDER, Rango de temperatura 5 °C, por encima de la temperatura ambiental hasta 100 °C.
- Moledora: De material porcelana de capacidad 500 g.
- Equipo tamizador: RX-29-26, 230 Volts, 60 Hz, 2.2 Amps; Year of manufacture 2010; w.s. TYLER.
- Estufa: Hot air sterilizer model: YCO – 010,200V/60HZ, Serial N° 751543
- Equipo kjeldhal: De material pírex, posee destilador, digestor, válvula vapor y agua.
- Agitador magnético: Veb Elmo typ 11 Ri rpm 2600 – 2400.
- Balanza analítica: meter Toledo AL 204, e=0.001 g, min= 0.01 g, máx.=210 g.

INSTRUMENTOS Y/O MATERIALES

- Bandejas germinadoras.
- Tubos de ensayo.
- Malla para los tubos.
- Bolsas de polietileno.
- Placas Petri: de material pírex 90 x 15 mm.
- Piceta: con una capacidad de 500 ml, material plástico.
- Pipetas: de material vidrio con capacidad de 10 ml.



- PH metro: Marca Checker HANNA cal 4, 7, 10, rango 1 -14.
- Mortero: de material porcelana con una capacidad de 500 g.
- Vaso precipitado: de material pírrex con capacidades de 50 ml, 250 ml, 500 ml.
- Tamizadora: número de malla 80, diámetro 20 cm.

REACTIVOS

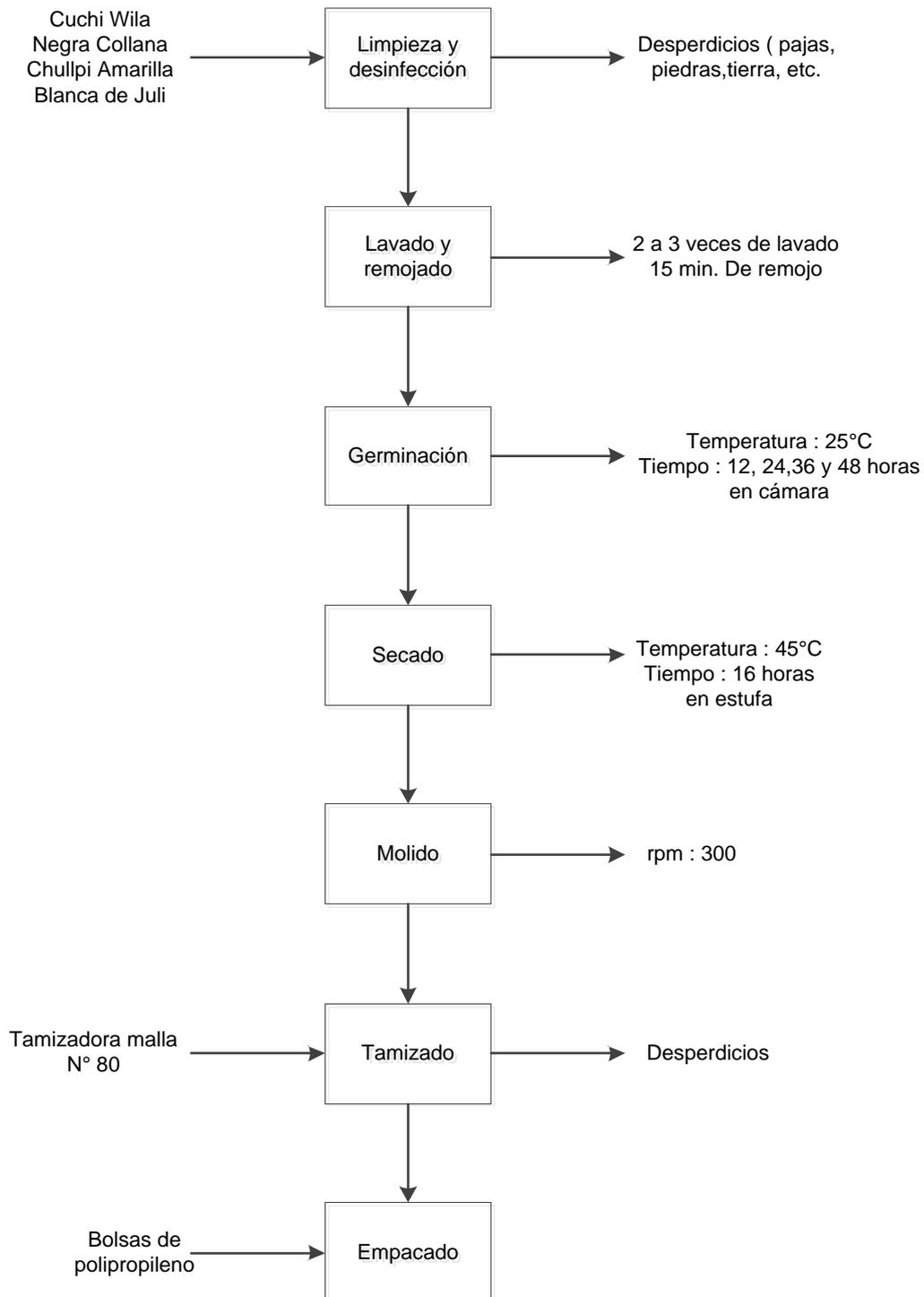
- Agua destilada: A pH neutro.
- Hidróxido de sodio: a 0.1N y 99% de pureza, de marca merk; batch 44230, shelf life: 01/2018
- Ácido clorhídrico: Con una pureza de 37%, de marca merk; batch 33567.
- Ácido sulfúrico: concentrado 95 -98 %, de marca merk; batch 66754, shelf life: 05/2019.
- Catalizador:(sulfato de potasio, sulfato de cobre y selenato de sodio).

3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.5.1. Obtención de germinado de los cultivares de quinua estudiadas

Figura 4.

Diagrama de flujo para la obtención de germinado de cultivares de quinua en estudio.





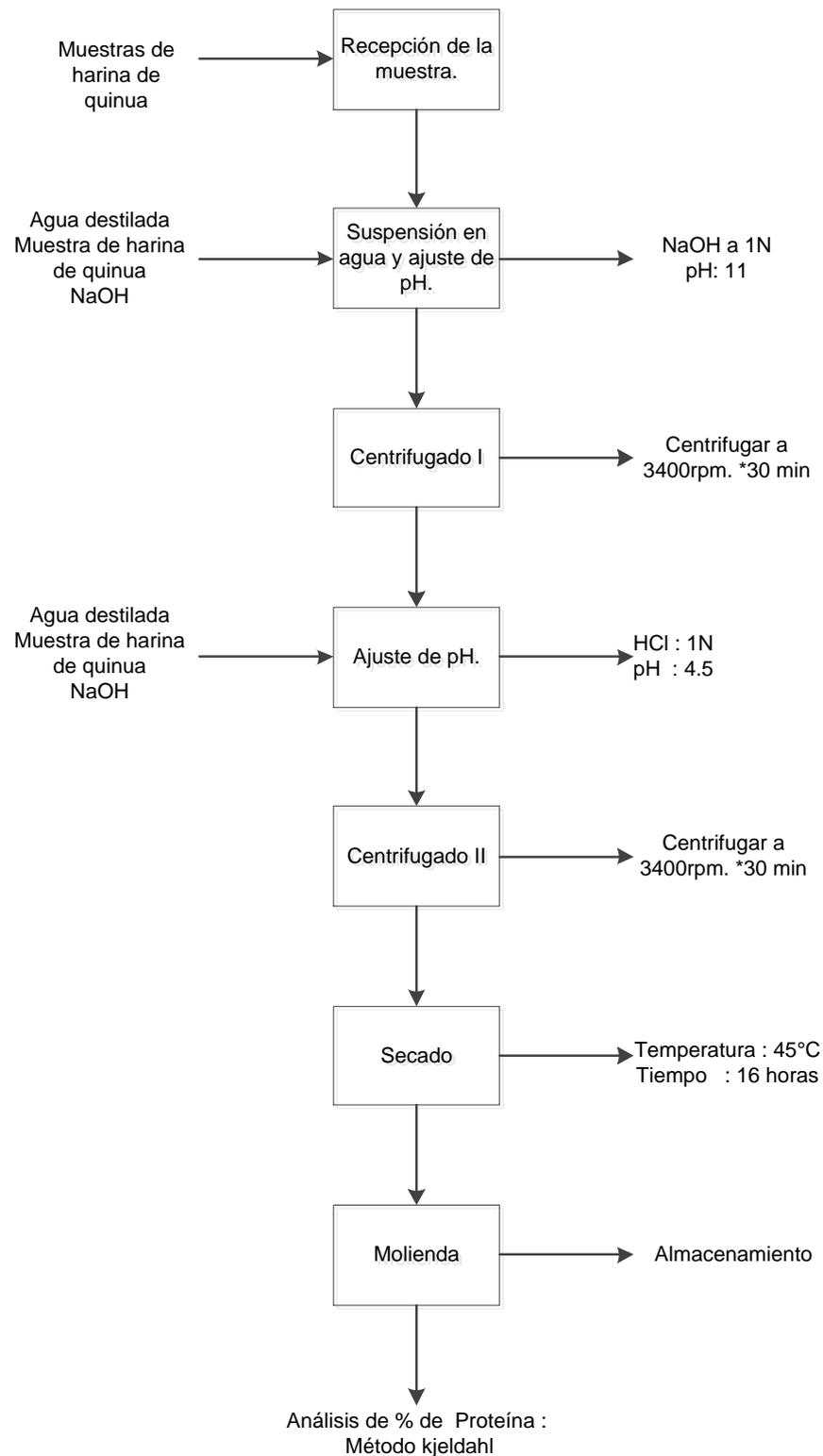
Descripción detallada del proceso de obtención de germinados.

- a) Limpieza y clasificación de la materia prima: La materia prima utilizada fueron sometidas a una selección y clasificación en caso de que sea conveniente.
- b) Lavado: fueron sometidos a fricción los granos de quinua durante el lavado para eliminar la saponina y la cascara, las capas externas de superficie rugosa y quebradiza, fueron eliminados tras varios enjuagues con agua potable hasta no observar la formación de espumas, luego fue secado hasta alcanzar una humedad aproximada del 12%, finalmente fueron empaquetadas en bolsas de polietileno de baja densidad que fue mantenida en un ambiente con buena circulación de aire y temperaturas relativamente bajas.
- c) Remojo: Los granos de las diferentes variedades fueron colocados en potes de 250 g de capacidad, hasta alcanzar una humedad de 40%, se utilizará el hipoclorito de sodio al 5.25% como desinfectante.
- d) Germinación: Los granos de quinua fueron distribuidos en cubetas de germinación de polietileno de 22 x 12 cm., estas cubetas han sido colocadas en el germinador, por lo que la temperatura y humedad relativa en la germinación se mantendrán controlados. Durante la investigación más que todo se verá el tiempo (así como: 12, 24, 36 y 48 h).
- e) Secado: Cumplidos con los tiempos de germinación estos fueron secados alcanzando una humedad del 12%.
- f) Molido: Los granos secos fueron molidos en partículas pequeñas.
- g) Tamizado: el tamizado se llevó en una tamizadora.
- h) Empacado: Luego se empaco para su posterior tratamiento.

3.5.2. Metodología para la obtención de concentrado proteico de quinua

Figura 5.

Diagrama de flujo para la obtención del concentrado proteico de quinua.





Descripción del diagrama de flujo para la obtención del concentrado proteico de quinua.

- a) Recepción de la muestra: recepción de la muestra germinada y molida el cernido en un tamiz N.º 80 (que es el intermedio de los tamices).
- b) Suspensión de la harina en agua: Se adicionó 1 g quinua molida y 10 ml de agua en tubos de ensayo, luego se ajustó a pH 11 e hidróxido de sodio (NaOH) a 1N; para solubilizar la proteína, seguidamente se agito con un agitador magnético con velocidad gradual de 3500 hasta 3800 rpm por min.
- c) Centrifugado I: Esta operación se realiza en una centrífuga se suspende la harina en agua a una velocidad de 3400 rpm por 30 minutos a 15 °C, a estas condiciones la proteína queda en el sobrenadante.
- d) Ajuste del pH del sobrenadante: Se realizó la separación del sobrenadante, agregando HCl 1N hasta tener un pH de 4.5 para precipitar las proteínas.
- e) Centrifugado II: Se hizo el centrifugado a una velocidad de 3400 rpm durante 30 min y se mantuvo a 4 °C, para separar las proteínas que quedaron sedimentados en la base de los tubos de ensayo.
- f) Secado: Para el secado se utilizó en una estufa al vacío por un tiempo de 12 a 16 horas a 50° C.
- g) Molienda: Para obtener la proteína en polvo se utilizó un mortero de porcelana y finalmente el análisis de % de proteína.

3.5.3. Cuantificación de la proteína



Se determinó por el método KJELDAHL, según AOAC, 2001.11: este método comprende tres fases:

FASE DE DIGESTIÓN

- Pesar de 0.2 g de muestra e introducir en un balón de Kjeldahl, adicionar 1 g de catalizador de oxido (sulfato de cobre, sulfato de potasio y selenio) y agregar 2.5 ml de ácido sulfúrico concentrado al 95 – 97% para acelerar la reacción.
- Encender el aparato y colocar el balón en la cocina de digestión por 1 h aproximadamente. La fase de digestión finaliza cuando el contenido del balón torna color cristalino.

FASE DE DESTILACIÓN

- Aforar 5 ml de ácido bórico (H_3PO_4) al 4% y adicionar a un Erlen Meyer de 100 ml.
- Adicionar 3 gotas de indicador (alcohol de 99.9% de pureza), el alcohol contiene la mezcla de (bromocresol y rojo de metilo). en el cual se torna en un color rosado.
- Añadir 15 ml de agua destilada a la muestra digerida.
- Colocar el Erlen Meyer que contiene la solución a los equipos de destilación.
- Colocar el balón de Kjeldahl con muestra en los equipos de destilación.
- Añadir 15 ml de hidróxido de sodio (NaOH) al 80% por el embudo de alimentación y cerrar el paso.
- Conectar el vapor de agua
- Destilar de 3 a 5 minutos.



- Retirar el Erlen Meyer (borato de amonio)
- Una vez finalizada la digestión, colgar el portatubos para enfriar.
- Después del enfriamiento, desconectar la trampa.

FASE DE TITULACIÓN

- Titular con ácido clorhídrico (HCl) al 0.05N.
- Medir el gasto.

Cálculo de expresión de resultados: NTP 205.005:1979 cereales y menestras. (revisado el 2011) /AD 1:2012 determinación de proteínas totales (método kjeldahl). 1ª edición. (Nielsen, 2003)

$$\%_N = \frac{V * N * MeqN}{m} * 100$$

$$\%_{PROTEINA} = \%_N * 6.25$$

Dónde:

V (ml): gasto de ácido clorhídrico (HCl) al 0.05N. En la fase de titulación (diferentes valores en cada muestra).

N: normalidad valorada 0.05479, 0.05087

m: peso de la muestra, en gramos (gr.)

MeqN: peso equivalente de nitrógeno (0.014).



3.5.4. Factores en estudio

1. Efecto de la variedad de quinua en el porcentaje de proteína concentrada.

Se estudiaron las siguientes variedades:

Cuchi wila, chullpi amarilla, negra collana y blanca de juli.

2. Efecto del tiempo de germinación de quinua en el porcentaje de proteína concentrada.

Se estudiaron los siguientes tiempos de germinación:

12 horas, 24 horas, 36 horas y 48 horas.

Variable de respuesta

Para el factor 1 y 2: Porcentaje de proteína concentrada de las muestras de quinua: cuchi wila (ecotipo), chullpi amarilla (ecotipo), negra kollana (variedad) y blanca de juli (variedad).

3.5.5. Análisis estadístico

3.5.5.1 Conducción de la investigación

La etapa experimental tuvo una duración de 48 horas de germinación (tomadas en tiempos de 12, 24, 36 y 48), La cuantificación de la proteína del concentrado se desarrolló en no menos de una semana para las 48 unidades experimentales de muestras de quinua.

3.5.6. Diseño estadístico

Para el análisis estadístico que se utilizó es el DCA “Diseño Completamente al Azar” cada tratamiento con tres repeticiones para analizar el porcentaje de proteína concentrada, con arreglo factorial de 4 x 4, siendo la variable de respuesta el % de proteína

concentrada, con factor de tiempo y variedad con tres repeticiones y 48 unidades experimentales de muestras de quinua. Con el fin de determinar el efecto de la germinación en la cuantificación de proteína concentrada.

Tabla 8.

Esquema experimental para evaluar el porcentaje de proteína concentrada en las muestras de quinua.

Factor en estudio		Variable de respuesta	
Variedad	Tiempo(hrs)	Repet.	
Cuchi wila	12	R1	% proteína
		R2	
		R3	
Negra collana	24	R1	% proteína
		R2	
		R3	
Chullpi amarilla	36	R1	% proteína
		R2	
		R3	
Blanca de Juli	48	R1	% proteína
		R2	
		R3	

3.5.6.1. Modelo estadístico para un Diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial

El modelo estadístico lineal asociado al diseño es:

$$Y_{ijk} = \mu + \rho i + \alpha_j + (\alpha C)_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

$$i = 1,2,3,4 \quad j = 1,2,3,4 \quad k = 1,2,3$$

Y_{ijk} : Es el porcentaje de proteína concentrada para la k-ésima planta de quinua de la i-ésima variedad en el j-ésimo tiempo de germinado.



- μ : Es el promedio aritmético de proteína concentrada que se espera obtener con la experimentación de germinado.
- ρ_i : Es el efecto promedio para la i-ésima variedad que se espera lograr con la experimentación de germinado.
- α_j : Es el efecto promedio del j-ésimo tiempo de germinado que se espera obtener con la experimentación de germinado.
- $(\alpha C)_{ij}$: Es el efecto promedio de la interacción del i-ésimo nivel del factor A (variedad) al j-ésimo nivel del factor B (tiempo de germinado) que se espera obtener el porcentaje de proteína.
- e_{ijk} : Es el error de experimentación por conglomerado de variedades de la i-ésima variedad en el j-ésimo tiempo de germinado.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EFECTO DE LA VARIEDAD DE QUINUA EN EL PORCENTAJE DE PROTEÍNA CONCENTRADA

Tabla 9.

ANOVA para efectos de variedades y tiempos de germinación

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	RAZÓN F	p-valué	Decisión
Entre variedades	3	247.9577	82.6526	60.0836	0.0000	*
Entre tiempos de germinación	3	18.3312	6.1104	4.4419	0.0355	*
Entre variedades y tiempos	9	12.3806	1.3756	0.9532	0.507	Ns.
Error experimental	32	41.4553	1.2955			
TOTAL	47	320.1249				

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de hipótesis de las variedades se realizó a un nivel de significación del 5%, para verificar que, entre las variedades, los porcentajes de proteína concentrada fueron diferentes. En el análisis, esta prueba no tomó en cuenta los tiempos de germinación.

Como el p-value de la tabla ANOVA para las variedades fue menor del 5%, la hipótesis nula fue rechazada, por lo cual se aceptó que, entre las variedades existieron diferencias significativas.

La prueba de comparaciones diferencia de medias, demostró los siguientes resultados:

Tabla 10.

Comparaciones de diferencia de medias Duncan

Variedad	n	media	Duncan 5%
Blanca de juli	3	18.93	a
Chullpi amarilla	3	17.82	b
Negra collana	3	17.26	b
Cuchi wila	3	12.94	c

Fuente: (Elaboración propia).

De esta prueba de comparaciones múltiples se determina que:

El porcentaje de proteína concentrada para la variedad Cuchi wila fue menor y diferente que el de las variedades Negra Collana, Chullpi amarilla y Blanca de Juli.

Las variedades Negra collana y Chullpi amarilla presentaron estadísticamente, el mismo porcentaje de proteína concentrada.

La variedad Blanca de Juli fue la que proporciona mayor porcentaje de proteína concentrada. Con un 18.9341%, por lo tanto, decimos que es un concentrado proteico que está por debajo del 65%, como lo afirma (Churayra, 2012).

En un estudio realizado sobre concentrado proteico a partir de quinua se logró obtener 46,7% (mezcla de hoja y grano), la extracción del concentrado de proteínas depende mucho de los factores de temperatura, el pH óptimo, la degradación de la proteína por medio de solventes. (Tejada, 2002)

Según revisión de literatura los aislados proteicos en granos altoandinos, los posibles factores que pueden afectar al rendimiento de la proteína aislada y/o concentrado son el número de extracciones que se puede hacer, se debe realizar máximo dos extracciones, la solubilización de las proteínas en medio alcalino es de conocimiento que los tratamientos alcalino altos (pH > 11) a la calidad y cantidad apreciable de proteína y



a la vez causa desnaturalización e hidrólisis de las proteínas e incremento de la reacción de maillard (oscurecimiento de la proteína), el pH influye sobre la apariencia física de la proteína aislada, a un pH por debajo de 4, 0 la apariencia física de la proteína cambia considerablemente precipitando en forma de agregados o grumos por esta razón lo más recomendable es trabajar en un rango de pH 4,5 – 5,3. (Callisana, A. 2009)

Para efectos de comparación en el mismo estudio realizado muestra un análisis proximal de granos de quinua molidos y aislados proteicos, en la cual se obtuvieron 82.35% y 86.92% en las variedades intinaira y sarumi. Entonces afirmamos que hay mucha diferencia entre las variedades debido a las propiedades que poseen, pueden ser granos dulces o amargos, lugar de procedencia, así como la calidad y cantidad de proteína concentrada. Para este estudio no hemos encontrado referencias bibliográficas a germinados y a la vez que hayan sido concentrados.

4.2. EFECTO DEL TIEMPO DE GERMINACIÓN DE QUINUA EN EL PORCENTAJE DE PROTEÍNA CONCENTRADA

Esta prueba se realizó para probar el objetivo de que, dentro de los tiempos que se estuvieron experimentando, cual fue el de mayor producción de porcentaje de proteína concentrada.

Como el p-value de la tabla ANOVA para los tiempos de germinación fue menor del 5%, la hipótesis nula fue rechazada, aceptando la hipótesis alterna, la cual demuestra estadísticamente que, entre los tiempos de germinación, existieron diferencias significativas.

La prueba de comparaciones múltiples de medias, demostró los siguientes resultados:

Tabla 11.

Comparaciones múltiples de medias Duncan (porcentaje de proteína concentrada)

Tratamiento	N	Media	Duncan 5%
T=48 Hrs	3	17.7353	a
T=36 Hrs	3	16.7511	abc
T=24 Hrs	3	16.3516	bc
T=12 Hrs	3	16.1187	c

La prueba de comparaciones diferencia de medias dio los siguientes resultados:

La producción de proteína concentrada del periodo de germinación de 12 horas respecto del periodo de germinación de 48 h. mostró una diferencia significativa menor. El periodo de germinación de 36 horas mostró igualdad de producción de proteína respecto de los otros tiempos para efecto de comparación.

Finalmente, el tiempo de germinación de 48 horas, fue el tiempo de mejor producción con un porcentaje promedio de proteína concentrada del 17.74%.

La calidad de las proteínas también mejora durante el proceso de germinación, a medida que las cadenas de proteínas complejas se descomponen en aminoácidos libres y aumenta el contenido de aminoácidos esenciales, incluida la lisina. La grasa se convierte en ácidos grasos libres. Debido a todas estas modificaciones y al mayor contenido de humedad, los granos germinados se digieren más rápido. Los granos germinados son más ricos en vitaminas A, B, y E (vitamina de la fertilidad), calcio, potasio, magnesio en oligoelementos: Hierro, selenio y zinc. (Gómez, 2008)

Como se observa en el anexo tabla N° 10, eminentemente el % de proteína germinada es mayor que el % de la proteína concentrada, podemos afirmar que la solubilización de las proteínas en medio alcalino altos afectan negativamente a los aminoácidos azufrados tales como la lisina generando lisino alanina, causa desnaturalización e hidrolisis de las proteínas e incremento de la extracción de



componentes no proteicos, los cuales coprecipitan con las proteínas, bajando así la calidad del aislado proteico. (Miller D., 2001)

La baja germinación de los granos puede deberse a la dureza de los granos que les impide absorber agua en condiciones de remojo. Así también al uso de insecticidas en la preservación durante el almacenamiento. Se encontró que la quinua tiene una alta germinación de 98% a un tiempo de germinado de 24 horas pues en ese tiempo las raicillas crecieron entre 1.0 y 1.5 cm. En lo cual se encontró 13,09% de proteína y en quinua sin germinar fue de 12,94% de proteína se concluye que el grano germinado contiene alto propiedad nutricional al grano seco. Según lo afirma (Bravo A., 2013).

Por lo tanto, según el resultado de esta investigación. Se encontró mayor porcentaje de proteína concentrada en granos germinados mas no en los granos sin germinar y el concentrado (aislado de la proteína). Decimos entonces que los germinados al sufrir un proceso químico pierden sus propiedades. Hay estudios propiamente de aislados en quinua sin germinar en el cual hallaron un 85,95% de proteína del concentrado de la variedad pasancalla. (Churayra, 2012)

Como el p-value de la tabla ANOVA para los efectos de interacción fue mayor del 5%, eso muestra que estadísticamente no hay diferencia significativa.



V. CONCLUSIONES

PRIMERA: Respecto a las variedades el porcentaje de proteína concentrada para la variedad Cuchi Wila es de 12.94%, fue menor y diferente que al de las variedades Negra Collana, Chullpi Amarilla y Blanca de Juli. Las variedades Negra Collana y Chullpi Amarilla presentaron estadísticamente, el mismo porcentaje de proteína concentrada. Finalmente, la variedad Blanca de Juli, fue la que proporciona mayor porcentaje de proteína concentrada del 18,93%.

SEGUNDA: De la investigación concluimos que existe diferencia significativa entre los tiempos de germinación: La producción de proteína concentrada del periodo de germinación de 12 horas respecto del periodo de germinación de 48 h. mostró una diferencia significativa menor. El periodo de germinación de 36 horas mostró igualdad de producción de proteína respecto de los otros tiempos para efecto de comparación, el tiempo de germinación de 48 horas, fue el tiempo de mejor producción con un porcentaje promedio de proteína concentrada del 17.74%.



VI. RECOMENDACIONES

PRIMERA: Realizar investigaciones relacionados a la digestibilidad y/o valor biológico de las proteínas concentradas de los granos andinos, puesto que hoy en día por el escaso recurso que se tiene, plantear proyectos de gran envergadura que coadyuven a las necesidades de la sociedad.

SEGUNDA: Al iniciar una investigación siempre ten en cuenta sobre el efecto que tiene tu proyecto en la sociedad.

TERCERA: Hacer investigaciones acerca de nuestros productos oriundos, nativos de nuestra región de puno y desarrollar patentes de los productos del país y la región.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arzapalo et al. (2015). *Extracción y caracterización del almidón de tres variedades de quinua (Chenopodium Quinoa Willd) negra collana, pasankalla roja y blanca Junín.*
- Ashraf et al. (2012). *Impact of microwave treatment on the functionality of cereals and legumes.* Int. J. Agric. Biol. 14(3), 356-370.
- Ayala et al. (2001). *Valor nutritivo y sus de la quinua. En quinua (Chenopodium Quinoa Willd.) – Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro.* FAO, UNA – Puno, CIP. Santiago, Chile, 184 – 266.
- Baskin, C.C. & Baskin J.M. (2001). *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination, pp. 293-329.* Academic Press, San Diego. 666 pp.
- Boire et al. (2013). *Phase behaviour of a wheat protein isolate.* Soft Matter 9, 11417-11426.
- Bojanic, A. (2011). *La quinua cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria.* Santiago de Chile, Oficina Nacional para América Latina y el Caribe.
- Blanco et al. (2007). *Evaluación de la composición nutricional de la quinua (Chenopodium Quinoa Willd).*
- Bravo et al. (2013). *Estudio químico nutricional de granos andinos germinados de quinua. (Chenopodium Quinoa) y kiwicha (Amarantus Caudatus).* pág. 54-60.
- Callisaya, A. (2009). *Aislados proteínicos de granos altoandinos: Química de Alimentos,* Instituto de Investigaciones químicas.
- Carrillo, A. (1992). *Anatomía de la semilla de Chenopodium Berlandieri ssp. Nuttalliae (Chenopodiaceae) Huauzontle.* Tesis de maestro en ciencias. Colegio de post graduados, centro de botánica montecillo, México. P. 87
- Ccbolgroup. (2006). *Antecedentes de la quinua.* [en línea]. [consulta: 25 de agosto].
- Ccbolgroup. *Quinua-quinua antecedentes.* [En línea].



- <<http://ccbolgroup.com/quinuaTodo.html#ANTECEDENTES>> [consultado: 29 de agosto de 2006]
- Churayra, (2012). *Efecto de la adición de proteína concentrada de quinua (Chenopodium Quinoa Will) en las propiedades físico químicas y vida útil del yogurth.*
- Curare, (2006). *Péptidos de Girasol: Antecedente a los Hidrolizados Proteicos.*
- Davíla et al. (2003). *Leguminosas germinadas o fermentadas: alimentos o ingredientes de alimentos funcionales.* Archivos latinoamericanos de nutrición pp 348 – 354.
- Díaz et al. (2009). *Germinados de las leguminosas, una opción para la producción animal en cuba ICA, Cuba; 2 Universidad Autónoma de Madrid, España.*
- DIRECCIÓN REGIONAL AGRARIA PUNO y GOBIERNO REGIONAL PUNO. (2011). *Comportamiento actual de los agentes de la cadena productiva de la quinua en la región Puno.* Puno.
- El Comercio. (2016). CCL: *Perú es el primer exportador de quinua a nivel mundial. El Comercio.* Recuperado de <http://elcomercio.pe/economia/peru/peru-primer-exportador-quinua-nivel-mundial-noticia-1885273>.
- Fairlie, R. (2016). *La quinua en el Perú: cadena exportadora y políticas de gestión ambiental.* 1a ed. Lima: INTE PUCP. 86 p. (Cuadernos de investigación kawsaypacha; 6).
- FAO. (2011). *La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria.* Roma.
- FAO, (2013). *Un futuro sembrado.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Quinoa 2013 Año Internacional.
- García et al. (2016). «*Caracterización estructural de proteína de quinua (Chenopodium quinoa Willd), amaranto (Amaranthus caudatus L.) y chía (Salvia hispanica L.)*». *Agronomía Colombiana* 34: 1001-5.
- García et al. (2000). *Utilización de 3 medios orgánicos para la germinación in vitro de semillas de “guaria morada”, Cattleya skinneri (Bateman).* UNICIENCIA 17: 79-83.



- Giese, J. (1994). *Proteins as Ingredients: Types, Functions, Applications*. Food Tech. 50-60.
- Gómez, M. (2008). “*Alimentación con granos germinados*”. [Consulta: 14 marzo. 2013].
- Gómez & Aguilar. (2016). *Guía de cultivo de la quinua*. Perú: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO, Universidad Nacional Agraria La Molina - UNAM.
- Goyoaga, C. (2005). *Estudio de factores no nutritivos en vicia faba I: Influencia de la germinación sobre su valor nutritivo*. Tesis doctoral no publicada, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
- Harper, J. (1977). *The population biology of plants*. NY. Academic. 892 pp.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2015). *El mercado y la producción de quinua en el Perú*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2015). *Principales características de la quinua Negra Collana*. Instituto Nacional de Innovación Agraria
- Izco et al. (1997). *Botánica*. McGraw-Hill-Interamericana de España. Madrid, España. 781 p. Botánica, Primera Edición. España.
- Jacobsen et al. (2003). *La Importancia de los Cultivos Andinos*. *Fermentum*, 36, 14-24.
- Jordán. & Casaretto. (2006). *Fisiología Vegetal*. Chile: Universidad de La Serena.
- Kimball Dan A, (2002). *Procesado de Cítricos*. Editorial Acribia España.
- Kristinsson & Rasco. (2000). *Fish protein hydrolysates: production, biochemical, and functional properties*. Crit. Rev. Food Sci.Nutri. 40.
- León, J. (2003). *Cultivo de la quinua en Puno -Perú descripción, manejo y producción*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Miller, D. (2001). *Química de alimentos: manual de laboratorios*.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2008). *Estadísticas del comercio exterior*. Ministerio de Agricultura y Riego.



- Ministerio de Agricultura y Riego. (2014). *Tomado de “Quinua, un futuro sembrado hace miles de años”*. Memoria del Año Internacional de la Quinua en el Perú.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2016). *Entrevista con el Ing. José Luis Rabines Alarcón, director general Agrícola Cultivos Andinos*. Ministerio de Agricultura y Riego
- Moreno, M. (1996). *Análisis físico y biológico de semillas agrícolas*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Montoya et al. (2005). *Análisis de las variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de la quinua en Colombia*. Revista Innovar. Edit. Unibiblos: v. 25, p. 103–120.
- Mujica et al. (2001). *Origen y descripción de la quinua*. FAO, UNA – Puno, CIP Santiago, Chile, 9-92.
- Mujica et al. (2001). *Quinua (Chenopodium Quinoa Willd.); Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro FAO*. Santiago de Chile.
- Nielsen, S. (2003) (ed); *Food Analysis Laboratory Manual*; Kluwer Academic/Plenum Publishers, Nueva York.
- Pamplona, J. (1995). *Alimentos que curan*. Madrid-España: SAFELIZ, S.L.
- Pando & Castellanos. (2016). *Guía de cultivo de la quinua* (FAO y Univ). Lima.
- Pásko et al. (2009). *Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa sedes and sprouts during their growth*. Food Chemistry. 115(2009): 994-998.
- Peralta et al. (2012). *Manual Agrícola de Granos Andinos: Chocho, Quinua, Amaranto y Ataco. Cultivos, variedades y costos de producción*. Quito.
- Peiretti et al. (2013). *Fatty acid profile nutritive value of quinoa (Chenopodium Quinoa Willd) seeds and plants at different growth stages*. Animal Feed Science and Technology, 183:56-61.
- Ramírez & Pérez. (2010). *Alimentos funcionales: principios y nuevos productos*. CDMX, México: Trillas.



- Repo carrasco et al. (2001). *Valor nutricional y usos de la quinua (Chenopodium Quinoa Willd) y de la kañiwa (Chenopodium Pallidicaule)*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, 391–400.
- Rivera, F. (2006). *Obtención, caracterización estructural y determinación de las propiedades funcionales de un aislado proteico de quinua orgánica (Chenopodium Quinoa)* (tesis de diploma, Universidad de Chile, Santiago de Chile).
- Rojas et al. (2010). *Granos andinos: avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia*. Biodiversity international, Roma Italia.
- Roca & Mira. (2016). *Tecnología de Alimentos». Obetncion de aislado de proteina de quinua (Chenopodium Quinoa Willd)*. Facultad de Ciencias Pecuarias Riobamba Ecuador. Instituto para las Investigaciones la Habana Cuba.
- Russo et al. (2010). *Classification of temperature response in germination of Brassicas*. Industrial Crops and products, 31: 48-51.
- Saavedra et al. (2013). *An overview of “omic” analytical methods applied in bioactive peptide studies*. Food Research International, 54(1), 925-934.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.02.034>
- Salinas et al. (2001). *Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja*. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 36(2), 371-379.
- Sandoval & Paredes. (2013). *Isolation and characterization of proteins from chia seeds (Salvia hispanica L.)*. J. Agric. Food Chem. 61(1), 193-201.
- Segura et al. (2014). *Chemical and functional properties of chia seed (Salvia hispanica L.)*.
- Solomon et al. (2001). *Biología*. 5^{ta} Edición. McGraw-Hill Interamericana, México. 1237 p.
- Silva, J. (2006). *Obtención, caracterización y relación estructura funcionalidad de un aislado proteico de quinua (Chenopodium Quinoa) orgánica proveniente de la iv región de Chile*.



Tapia & Fries. (2007). “*Guía de Campo de los Cultivos Andinos*”, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – Asociación Nacional de Productores Ecológicos Lima, Perú.

Tejada, A. (2002). *Determinación de parámetros tecnológicos para la obtención de un concentrado proteico utilizando el embrión y las hojas de quinua mediante la reducción de algunos componentes no proteicos.*

Wolf et al. (1950). *Some characteristics of the starches of three south American sedes used for food.* Cereal chemistry 27: 219–222.

ANEXOS

Tabla 12.

Medida de las raicillas en proceso de germinación de los cultivares de quinua (cm)

Variedad/ Tiempo	Cuchi Wila	Negra Kollana	Chullpi Amarilla	Blanca de Juli
12	0,3	0,5	0,6	0,4
24	1,2	1,6	1,6	2,0
36	2,0	2,3	2,2	3,0
48	3,0	3,5	3,3	3,5

Fuente: (Elaboracion propia).

Tabla 13.

Porcentaje de germinación.

Variedades	Cuchi Wila	Negra Collana	Chullpi Amarilla	Blanca de Juli
% de germinación	78	83	96	99

Fuente: (Elaboracion propia).

Tabla 14.

Prueba de comparaciones de diferencia de medias de duncan entre promedio

variedades

Media	Diferencia de medias	ALS	signif. < 0,05
18,93 - 17,82	1,12	1,1837	ns
18,93 - 17,26	1,67	1,1533	ns
18,93 - 12,94	5,99	1,0965	*
17,82 - 17,26	0,56	1,1533	ns
17,82 - 12,94	4,88	1,0965	*
17,26 - 12,94	4,32	1,0965	*

Fuente: (elaboracion propia).

Tabla 15.

Prueba de comparaciones de diferencia de medias de Duncan entre promedio tiempos de germinación.

Media	Diferencia de media	ALS	Signif. < 0,05
17,73 – 16,75	0,98	1,1837	ns
17,73 – 16,35	1,38	1,1533	*
17,73 – 16,12	1,62	1,0965	*
16,75 – 16,35	0,4	1,1533	ns
16,75 – 16,11	0,63	1,0965	ns
16,35 – 16,11	0,23	1,0965	ns

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 16.

Resultados de porcentaje de proteína concentrada y aislada

Tiempo	Variedad	% Proteína germinado	% Proteína concentrada= R1	% Proteína concentrada= R2	% Proteína concentrada= R3
12	cuchi wila	13,66	13,66	13,66	10,68
	negra collana	21,09	15,58	17,02	14,91
	chullpi amarilla	18,94	17,40	16,30	14,91
	blanca de juli	20,61	18,46	17,26	15,58
24	cuchi wila	15,82	16,06	12,46	11,13
	negra collana	21,33	15,34	17,99	16,69
	chullpi amarilla	20,61	17,50	18,70	16,91
	blanca de juli	21,5736	18,22	19,42	17,80
36	cuchi wila	14,3824	16,30	12,23	12,02
	negra collana	23,9706	17,72	17,36	17,58
	chullpi amarilla	27,0868	17,72	18,03	16,25
	blanca de juli	22,7721	17,26	20,03	20,46
48	cuchi wila	21,8133	15,58	13,57	12,46
	negra collana	23,0118	17,72	18,47	19,59
	chullpi amarilla	23,4912	20,61	17,80	15,801
	blanca de juli	33,5589	17,99	23,59	19,14

Fuente: (Elaboracion propia).

Anexo 1. Materiales utilizados durante el proceso de investigación

Figura 6. *Selladora*



Figura 7. *Espátula*



Figura 8. *Embudos*



Figura 9. *Campana de desecación*



Figura 10. *Placas Petri*



Figura 11. *Mortero*



Anexo 2. Equipos utilizados en la investigación

Figura 12. *Equipo tamizador*



Figura 13. *Centrifugadora*

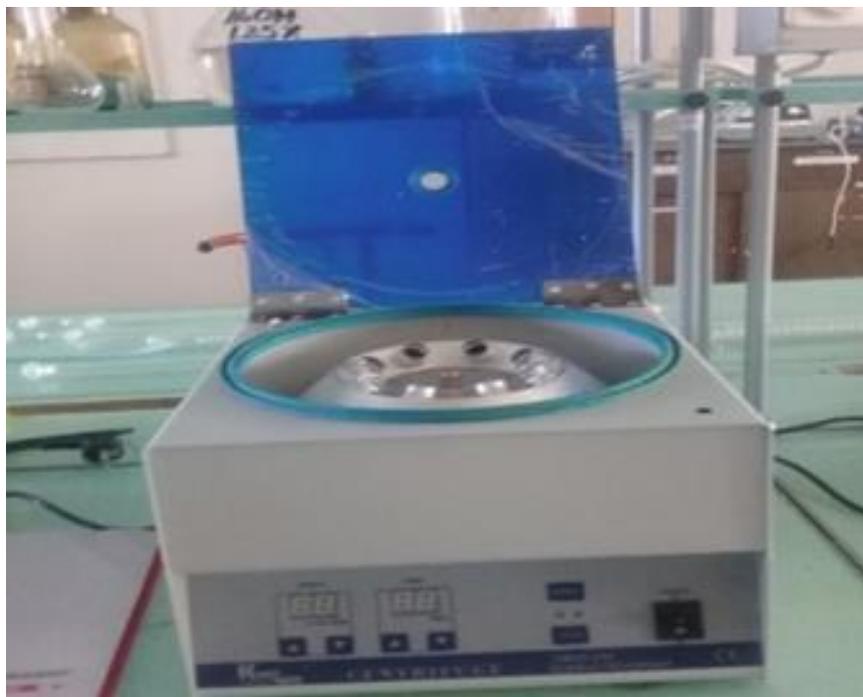


Figura 14. *Equipo kjeldhal*



Figura 15. *Balanza analítica*



Figura 16. pHmetro



Figura 17. Estufa



Anexo 3. Imágenes durante el proceso de investigación







Anexo 4. Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo VANESSA CONDORI CAHUANA
, identificado con DNI 47221362 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
, informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado
 Título Profesional denominado:

"EFECTO DE GERMINACIÓN EN LA CUANTIFICACIÓN Y CONCENTRADO DE LA
PROTEÍNA AISLADA EN CULTIVARES DE QUINUA "CHENOPODIUM QUINOA WILLD"
" Es un tema original.

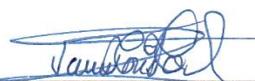
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 08 de Abril del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



Anexo 5. Autorización para el depósito de tesis en el repositorio institucional



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo YANESSA CONDORI CAHUANA
, identificado con DNI 47221362 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERÍA AGRINDUSTRIAL

, informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado
 Título Profesional denominado:

"EFECTO DE GERMINACIÓN EN LA CUANTIFICACIÓN Y CONCENTRADO DE LA PROTEÍNA AISLADA EN CULTIVARES DE QUINUA "CHENOPODIUM QUINOA WILD"

" Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 08 de Abril del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella