

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



“EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL CONTENIDO PROTÉICO,  
COMPUESTOS FENOLICOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE  
DOS VARIETADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd)  
ORGANICA Y CONVENCIONAL”

TESIS

PRESENTADA POR:

WILMER EDY QUISPE COLQUEHUANCA

PARA OPTAR EL TITULO DE:  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO - PERÚ

2016

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**  
“EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL CONTENIDO PROTÉICO,  
COMPUESTOS FENOLICOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE  
DOS VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd)  
ORGÁNICA Y CONVENCIONAL”

TESIS

PRESENTADA POR:

**WILMER EDY QUISPE COLQUEHUANCA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE : .....

  
M. Sc. Florentino Victor Choquehuanca Caceres

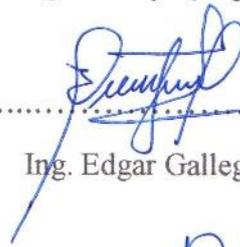
PRIMER MIEMBRO : .....

  
Ing. Saïre Roenfi Gerra Lima

SEGUNDO MIEMBRO : .....

  
Ing. Whany Quispe Chambi

DIRECTOR DE TESIS : .....

  
Ing. Edgar Gallegos Rojas

ASESOR DE TESIS : .....

  
Dra. Rosario E. Ortega Barriga

PUNO - PERÚ

2016

**Área: Ingeniería y tecnología**

**Tema: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes**

**DEDICATORIA*****A DIOS***

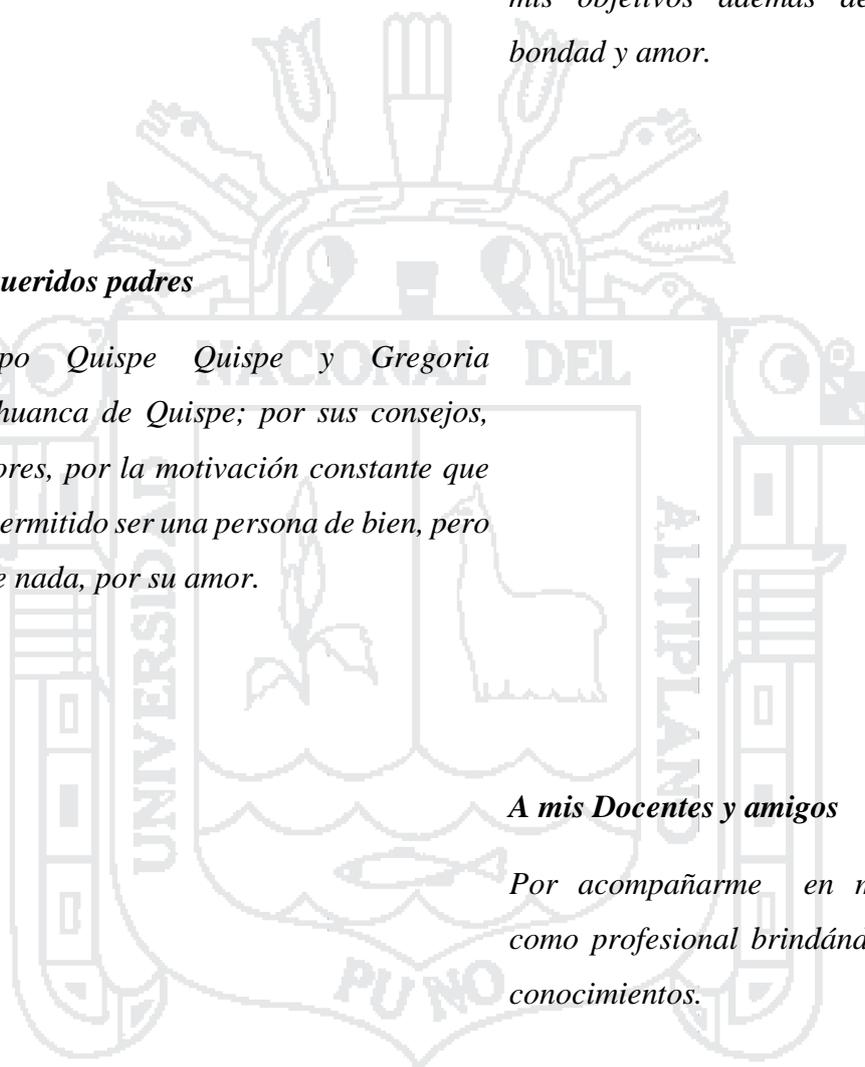
*Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos además de su infinita bondad y amor.*

***A mis queridos padres***

*Policarpo Quispe Quispe y Gregoria Colquehuanca de Quispe; por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.*

***A mis Docentes y amigos***

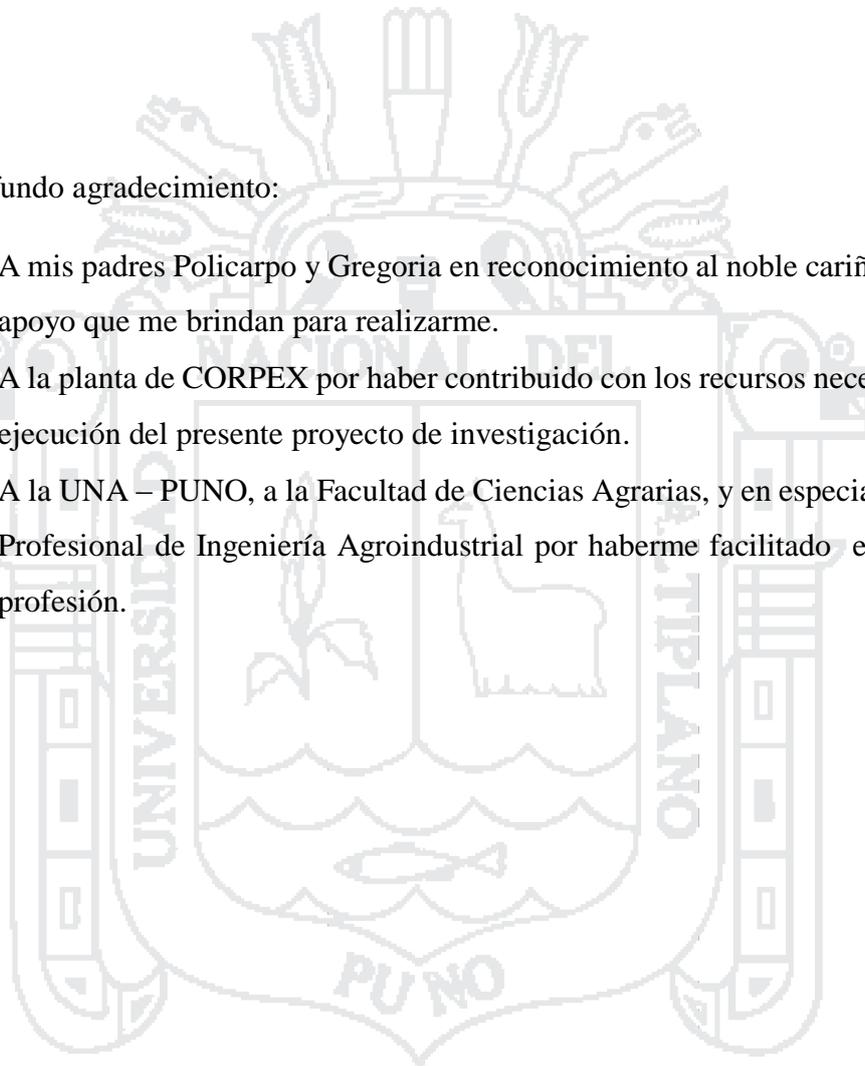
*Por acompañarme en mi formación como profesional brindándome apoyo y conocimientos.*



## AGRADECIMIENTOS

Mi profundo agradecimiento:

- A mis padres Policarpo y Gregoria en reconocimiento al noble cariño y abnegado apoyo que me brindan para realizarme.
- A la planta de CORPEX por haber contribuido con los recursos necesarios para la ejecución del presente proyecto de investigación.
- A la UNA – PUNO, a la Facultad de Ciencias Agrarias, y en especial a la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial por haberme facilitado el logro de mi profesión.



## INDICE

RESUMEN .....	9
I. INTRODUCCION.....	10
II. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION .....	11
III. OBJETIVOS .....	12
3.1. Objetivos generales.....	12
3.2. Objetivos específicos.....	12
IV. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	13
4.1. Quinoa.....	13
4.1.1 Generalidades.....	13
4.1.2 Clasificación taxonómica.....	13
4.1.3 Variedades.....	14
4.1.4 Valor nutricional.....	15
4.2. Tecnología de producción de quinua.....	17
4.2.1 Producción orgánica de quinua.....	17
4.2.2 Producción convencional de quinua.....	18
4.3. Antioxidantes.....	18
4.3.1 Antioxidantes sintéticos.....	18
4.3.2 Antioxidantes naturales.....	19
4.3.3 Capacidad antioxidante.....	19
4.4. Compuestos fenólicos.....	20
4.5. Efecto de algunos tratamientos sobre los compuestos antioxidantes.....	21
4.5.1 Laminados.....	21
4.5.2 Extrusión.....	21
V. MATERIALES Y METODOS.....	23
5.1. Lugar de ejecución.....	23
5.2. Materiales.....	23
5.2.1 Materia Prima.....	23
5.2.2 Materiales.....	23
5.2.3 Equipos.....	24
5.2.4 Reactivos.....	24
5.3. Metodología experimental.....	25
5.3.1 Procedimiento de obtención de muestras de quinua.....	26
5.4. Métodos de análisis.....	26

5.4.1	Determinación de compuestos fenólicos. ....	26
5.4.2	Determinación de capacidad antioxidante. ....	27
5.4.3	Determinación de proteína. ....	29
5.5.	Diseño experimental y análisis estadístico. ....	29
5.5.1	Modelo matemático. ....	29
5.5.2	Factores de estudio. ....	30
5.5.3	Diseño experimental. ....	31
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIONES. ....	32
6.1.	Composición de la quinua cruda desaponificada. ....	32
6.1.1	Evaluación comparativa del contenido proteico. ....	32
6.1.2	Evaluación comparativa del contenido de compuestos fenólicos. ....	34
6.1.3	Evaluación comparativa de la capacidad antioxidante. ....	35
6.2.	Composición de la quinua procesada (harina extruida de quinua). ....	37
6.2.1	Evaluación comparativa del contenido proteico. ....	38
6.2.2	Evaluación comparativa del contenido de compuestos fenólicos. ....	40
6.2.3	Evaluación comparativa de la capacidad antioxidante. ....	42
	CONCLUSIONES. ....	44
	RECOMENDACIONES. ....	45
	BIBLIOGRAFIA. ....	46
	ANEXOS. ....	50

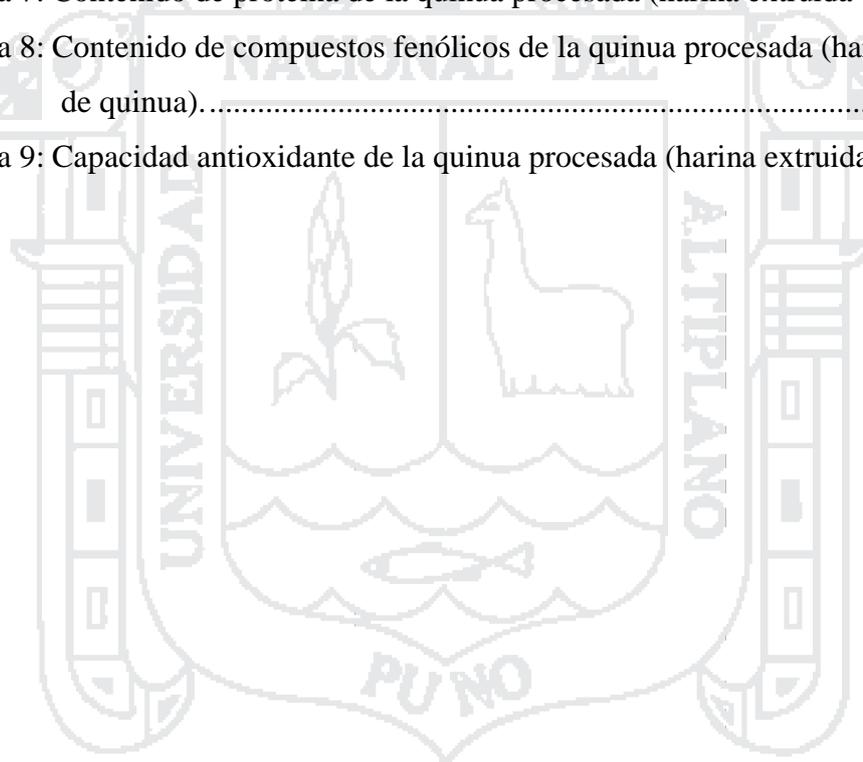
**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Descripción general de la quinua Salcedo INIA .....	14
Tabla 2: Descripción general de la quinua Pasankalla. ....	14
Tabla 3: Composición proximal de quinua variedad Salcedo INIA y Pasankalla.....	15
Tabla 4: Variables de Estudio.....	30
Tabla 5: Contenido de Proteína del grano de quinua crudo desaponificado. ....	32
Tabla 6: Contenido de compuestos fenólicos del grano de quinua crudo desaponificado .....	34
Tabla 7: Capacidad antioxidante del grano de quinua crudo desaponificado.....	36
Tabla 8: Contenido de Proteína de la quinua procesada (harina extruida). ....	38
Tabla 9: Contenido de compuestos fenólicos de la quinua procesada (harina extruida).40	
Tabla 10: Capacidad antioxidante de la quinua procesada (harina extruida). ....	42



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Composición química del grano de quinua en base seca (GTZ et al., 2001)..	15
Figura 2: Diagrama de flujo para la elaboración de harina de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd) extruida .....	25
Figura 3: Esquema Del Diseño Experimental.....	31
Figura 4: Contenido de Proteína del grano de quinua crudo desaponificado .....	32
Figura 5: Contenido de compuestos fenólicos del grano de quinua cruda desaponificada.....	34
Figura 6: Capacidad antioxidante del grano de quinua cruda desaponificada.....	36
Figura 7: Contenido de proteína de la quinua procesada (harina extruida de quinua). ..	38
Figura 8: Contenido de compuestos fenólicos de la quinua procesada (harina extruida de quinua).....	40
Figura 9: Capacidad antioxidante de la quinua procesada (harina extruida de quinua). ..	42



## RESUMEN

La quinua ha sido cultivada en forma orgánica por los pobladores de los andes de Perú y Bolivia sin embargo se desconoce los efectos de la producción convencional por lo que en la presente investigación se evaluó el contenido proteico, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de dos variedades de quinua en grano crudo desaponificado y harina extruida procedente de producción Orgánica (Puno) y convencional (Arequipa) para lo cual la quinua fue sometida a operaciones de selección, desaponificado, y secado obteniendo el grano crudo desaponificado seguidamente se realizó el tratamiento térmico para lo cual se realizó las operaciones de laminado, extrusión a  $145\text{C}^\circ$ ,  $350\text{lb/pulg}^2$  de presión y 15% de humedad y la molienda obteniendo así la harina extruida de quinua. De los análisis realizados se obtuvo los siguientes resultados: El contenido proteico del grano de quinua orgánica Salcedo INIA fue 12.9% mientras que de la Pasankalla 13.7%, por otra parte de la harina extruida de quinua orgánica Salcedo INIA fue 11.8% mientras que de la Pasankalla 13.2%; en ambos casos y para las dos variedades la quinua orgánica contiene mayor contenido proteico que la quinua convencional; En cuanto al contenido de compuestos fenólicos del grano de quinua orgánica Salcedo INIA fue 67.46 mg. ácido gálico/100 g mientras que de la Pasankalla 76.43 mg. ácido gálico/100 g, por otra parte de la harina extruida de quinua orgánica Salcedo INIA fue 83.52 mg. ácido gálico/100 g mientras que de la Pasankalla 96.60 mg. ácido gálico/100 g en ambos casos y para las dos variedades la quinua orgánica contiene mayor contenido de compuestos fenólicos que la quinua convencional; Además la capacidad antioxidante del grano de quinua orgánica Salcedo INIA fue 5.97 uMol Trolox eq./g ms mientras que de la Pasankalla 12.67 uMol Trolox eq./g ms. por otra parte de la harina extruida de quinua orgánica Salcedo INIA fue 11.79 uMol Trolox eq./g ms mientras que de la Pasankalla 24.51 uMol Trolox eq./g en ambos casos y para las dos variedades la quinua orgánica contiene mayor capacidad antioxidante que la quinua convencional. Concluyendo que la producción orgánica de quinua en ambas variedades conserva en el grano un mayor contenido proteico, así como mayor cantidad de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante con respecto a la producción convencional (Arequipa), además la harina extruida de quinua procedente de producción orgánica en ambas variedades, Salcedo INIA y Pasankalla, disminuye en menor porcentaje su cantidad proteica e incrementa en mayor porcentaje su contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante que la quinua procedente de producción convencional.

## I. INTRODUCCION

El origen de la quinua se encuentra en los andes de Perú y Bolivia, el cual ha sido cultivado por sus pobladores de una forma natural según (Gandarillas 1979 citado por FAO, 2011). Asimismo para proteger el medio ambiente, asegurar la salud del consumidor y satisfacer las demandas del mercado internacional, es necesario poner énfasis especial en perfeccionar el manejo orgánico del cultivo (Mujica *et al.*, 2013).

El interés en los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante en la última década ha sido provocado por los resultados de los estudios epidemiológicos que vinculan el consumo de dietas ricas en alimentos de origen vegetal con un menor riesgo de enfermedades asociadas con el estrés oxidativo, como el cáncer y las enfermedades cardiovasculares (Lopez *et al.*, 2013).

La quinua puede ser considerada un cereal muy nutritivo cuando se compara con los cereales más consumidos como el trigo, la cebada y el maíz. Tiene un contenido relativamente alto de proteína de buena calidad y puede ser considerado una buena fuente de fibra dietética y otros compuestos bioactivos tales como compuestos fenólicos (Repo-Carrasco & Serna, 2011). Sin embargo se desconoce los efectos de la práctica del sistema de agricultura convencional en las propiedades funcionales y nutritivas de quinua como el contenido proteico, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante por lo cual en este trabajo de investigación se planteó los siguientes objetivos:

- Determinar el contenido proteico, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de dos variedades de quinua en grano desaponificado procedente de producción orgánica y convencional.
- Evaluar la influencia de la obtención de harina extruida de dos variedades de quinua en la estabilidad del contenido proteico, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante procedente de producción orgánica y convencional.

## II. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

De la Riva (2010), comparó el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de quinua cruda y procesada variedad Salcedo INIA proteína en quinua escarificada 14.27%, quinua cocida 12.66% y quinua tostada – cocida 7.93%; compuestos fenólicos en quinua escarificada 70.03 mg. ácido gálico/100g ms, quinua cocida 47.24 mg. ácido gálico/100g ms y quinua tostada – cocida 53.31 mg. ácido gálico/100g ms; capacidad antioxidante en quinua escarificada 5.99 uMol Trolox eq. / g ms., quinua cocida 4.51 uMol Trolox eq. / g ms. y quinua tostada – cocida 4.88 uMol Trolox eq. / g ms.

Zea (2011), evaluó la cantidad y calidad proteica de la harina de quinua de la variedad Negra Collana extruida, evaluando mediante el análisis proximal de la harina de quinua sin extrudir y harina de quinua extruida, encontrándose que existe diferencia significativa ya que la harina de quinua extruida presenta 14,02% de proteína y la harina de quinua sin extrudir 14.94% de proteína; la harina de quinua extruida presenta una pérdida de proteína por la temperatura que fue sometida por el proceso de extrusión.

Tacora C. *et al* (2010), Evaluaron el efecto que ejerce el proceso de expansión por explosión a presiones de 120, 140 y 160 lb pulg<sup>-2</sup> En la variedad Illpa capacidad antioxidante cañihua cruda 2174±33.32 ug Trolox eq. / g ms, a 120 (Lbf.pulg<sup>-2</sup>) 2537±135.33 ug Trolox eq. / g ms, a 140 (Lbf.pulg<sup>-2</sup>) 2889±22.84 33 ug Trolox eq. / g ms, a 160 (Lbf.pulg<sup>-2</sup>) 3211±9.72 ug Trolox eq. / g ms; Compuestos fenólicos cañihua cruda 87.35±0.88 mg. ácido gálico/100 g ms, a 120 (Lbf.pulg<sup>-2</sup>) 170.1±5.57 mg. ácido gálico/100 g ms, a 140 (Lbf.pulg<sup>-2</sup>) 225.14±14.93 mg. ácido gálico/100 g ms, a 160 (Lbf.pulg<sup>-2</sup>) 293.16±11.25 mg. ácido gálico/100 g ms. dando como resultado que el proceso de expansión por explosión incrementó el contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante a medida que las presiones aumentaron,

Repo-Carrasco *et al* (2011), Evaluaron cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), como fuente de actividad antioxidante obteniendo los siguientes resultados en la variedad Blanca de Juli capacidad antioxidante quinua cruda 2351.9 ug Trolox eq. / g ms., quinua extruida 3960.8 ug Trolox eq. / g ms; en la variedad kancolla antioxidante quinua cruda 2389.9 ug Trolox eq. / g ms., quinua extruida 4095.4 ug Trolox eq. / g ms; en la variedad sajama quinua cruda 2440.3 ug Trolox eq. / g ms., quinua extruida 4118.8 ug Trolox eq. / g ms. en la variedad la molina 89 quinua cruda 3689.5 ug Trolox eq. / g ms., quinua extruida 4165.6 ug Trolox eq. / g ms.

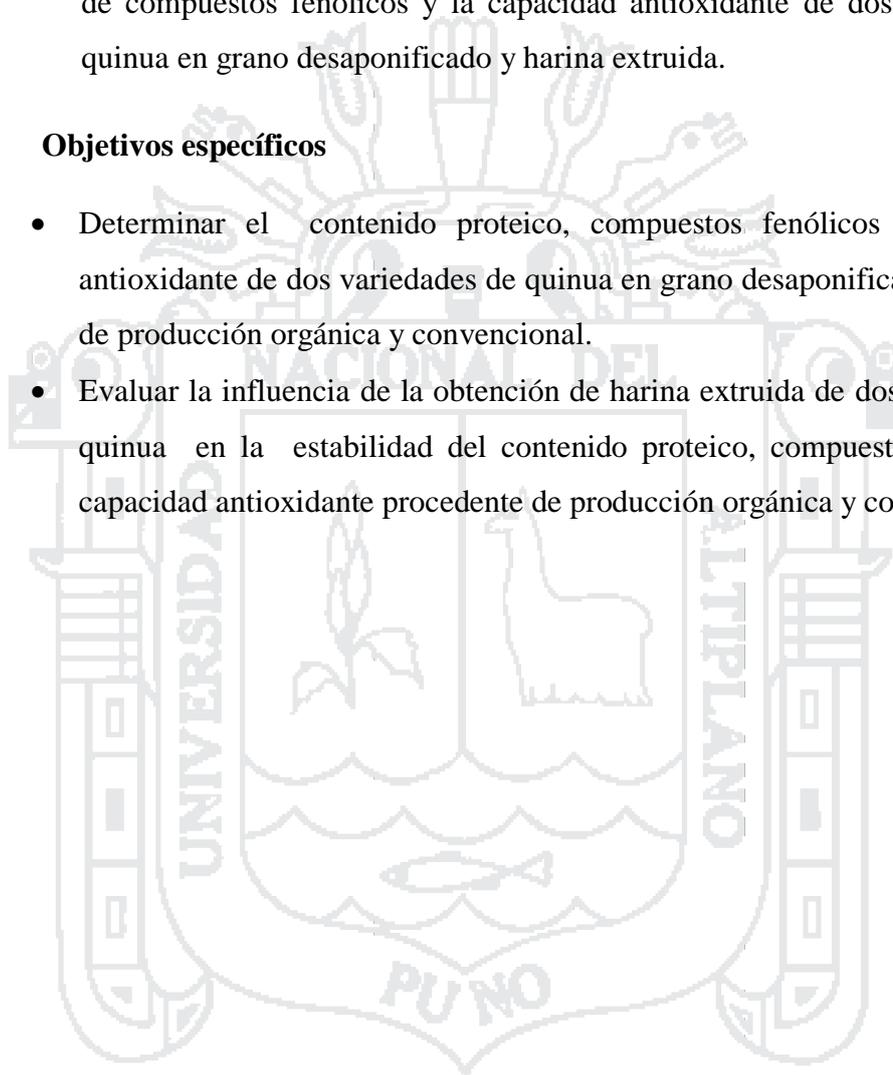
### III. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivos generales

- Evaluar la diferencia de la producción orgánica y convencional (obtenida con fertilización y control de plagas químicas) en el porcentaje proteico, contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de dos variedades de quinua en grano desaponificado y harina extruida.

#### 3.2. Objetivos específicos

- Determinar el contenido proteico, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de dos variedades de quinua en grano desaponificado procedente de producción orgánica y convencional.
- Evaluar la influencia de la obtención de harina extruida de dos variedades de quinua en la estabilidad del contenido proteico, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante procedente de producción orgánica y convencional.



## IV. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 4.1. Quinua

#### 4.1.1 Generalidades

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Es una planta alimenticia nativa de la región andina. La semilla es resistente a la sequía y las heladas y frecuentemente se cultiva en suelos pobres (Miranda. *et al* 2010), esta fue cultivada ampliamente en la región andina por culturas precolombinas hace 500 años, su origen se ubica en la región del lago Titicaca y constituye históricamente uno de los principales alimentos en la dieta de los pobladores andinos.

La zona andina comprende uno de los ocho mayores centros de domesticación de plantas cultivadas del mundo, dando origen a uno de los sistemas agrícolas más sostenibles y con mayor diversidad genética en el mundo es por esto que la quinua Una planta andina, muestra la mayor distribución de formas, diversidad de genotipos y de progenitores silvestres, en los alrededores del lago Titicaca de Perú y Bolivia. (Mujica *et al.*, 2013).

#### 4.1.2 Clasificación taxonómica

La Quinua fue descrita por primera vez por el científico alemán Luis Christian Willdenow (Apaza, Cáceres & Pinedo, 2013).

Clasificación taxonómica de la Quinua

Reino : Vegetal

División : Fanerogamas

Clase : Dicotyledoneas

Subclase : Angiospermas

Orden : Centrospermales

Familia : chepopodiaceae

Género : *Chenopodium*

Sección : Chenopodia

Subsección : Cellulata

Especie : *Chenopodium quinoa* willdenow

### 4.1.3 Variedades

#### 4.1.3.1. Variedad Salcedo INIA

Tabla 1: Descripción general de la quinua Salcedo INIA

Tipo de Crecimiento	: Herbáceo
Hábito de crecimiento	: Simple
Ciclo Vegetativo	: 150 días para el altiplano : 135 días para valles interandinos : 120 días para costa
Altura de planta	: 1,48 a 1,70 m
Rendimiento promedio de grano	: 2,50 t/ha en zona alto andina

Fuente: (Apaza, Cáceres & Pinedo, 2013).

#### 4.1.3.2. Variedad Pasankalla

Tabla 2: Descripción general de la quinua Pasankalla.

Tipo de Crecimiento	: Herbáceo
Hábito de crecimiento	: Simple
Ciclo Vegetativo	: 144 días para el altiplano : 120 días para valles interandinos : 105 días para la costa
Altura de planta	: 1,30 a 1,40 m
Rendimiento promedio de grano	: 3,54 t/ha

Fuente: (Apaza, Cáceres & Pinedo, 2013).

#### 4.1.4 Valor nutricional

La quinua es considerada por la FAO y la OMS como un alimento único debido a su valor nutricional (FAO, 2011). El grano de quinua está conformado mayoritariamente por carbohidratos, seguido de proteína y grasa (GTZ *et al.*, 2001). En la Figura 1, se indica el contenido de los diferentes componentes nutricionales de la quinua.

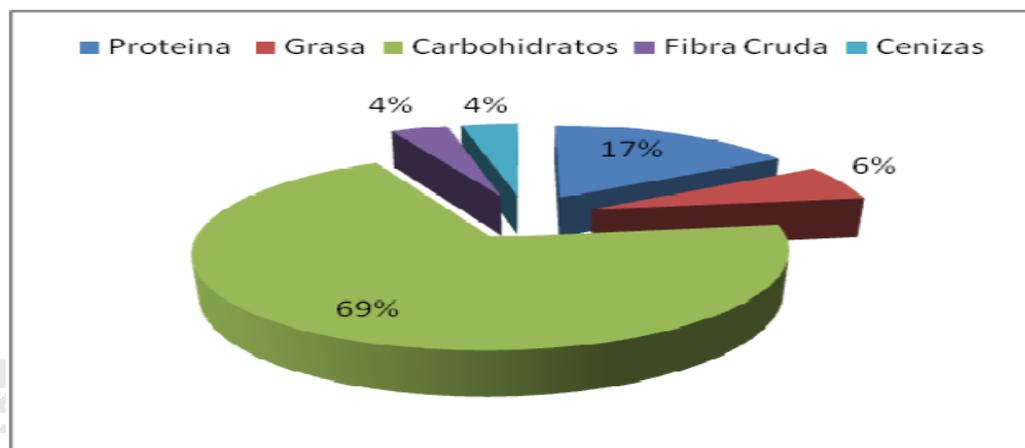


Figura 1: Composición química del grano de quinua en base seca (GTZ *et al.*, 2001).

**En la tabla 3 se muestra la composición proximal de la quinua variedad Salcedo INIA y Pasankalla procedente de producción orgánica (Puno)**

Tabla 3: Composición proximal de quinua variedad Salcedo INIA y Pasankalla.

Componente	Variedad		
	(1) Salcedo INIA	(2) Pasankalla	(3) Rango %
Humedad	13.42 ± 0.30	9.74 ± 0.07	6.80 – 20.70
Proteína	12.46 ± 0.22	14.09 ± 0.11	7.47 – 22.08
Grasa	8.47 ± 0.96	7.05 ± 0.16	1.80 – 9.30
Cenizas	3.71 ± 0.08	3.65 ± 0.20	2.21 – 9.80
Fibra	1.92 ± 0.15	2.86 ± 0.05	1.10 – 16.32
Carbohidratos	60.01 ± 0.99	72.75	38.72 – 71.3

Fuente:

- (1) (Miranda *et al.*, 2010)
- (2) (Repo, Pilco & Zelada, 2011)
- (3) (Repo-Carrasco *et al.*, 2007).

#### 4.1.4.1. Proteínas de quinua

Se componen de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y a menudo azufre y fósforo, la presencia de nitrógeno imparte muchas de las propiedades específicas de las proteínas. (Braverman & Berk, 1980).

Los incas han apreciado el alto valor nutricional de la quinua, y la facilidad de moler estos granos han hecho posible que la población rural tome ventaja de su valor nutricional y el equilibrio excepcional entre el aceite, proteínas y grasas (Repo-Carrasco, Espinoza & Jacobsen, 2003).

Las semillas de quinua han sido reconocidas como un grano extremadamente nutritivo en todo el mundo, debido a tanto en su cantidad relativamente alta ( en comparación con los cereales ) y la calidad de sus proteínas , en cuanto a contenido de aminoácidos esenciales ; las semillas de quinua también contienen ácidos grasos esenciales y minerales (Vega-Gálvez *et al.*, 2010).

La quinua se describe como una semilla con alto contenido de proteína (12 a 23 %) y un balance de aminoácidos altamente recomendable para el consumo humano (Abugoch *et al.*, 2008).

Las concentraciones mayores de proteína del grano de quinua se encuentran en las capas más externas del endospermo, en la aleurona y en el germen. Los diferentes tipos de proteínas, las prolaminas y las glutelinas se encuentran localizadas principalmente en el endospermo; las albúminas y globulinas están en las cubiertas exteriores y en el germen (Primo 1979 Citado por Rivera y Mónica, 2006).

El suministro de nitrógeno tiene un efecto dominante sobre la acumulación de proteínas en la semilla (Hayati *et al.*, Citado por Thanapornpoonpong *et al.*, 2008)

El aumento de la concentración de proteína de la semilla de soja en la planta mejorada con nitrógeno afectó a la calidad de las proteínas de las semillas. El nitrógeno se transloca principalmente a través del floema en forma de aminoácidos. Los altos contenidos de proteína en la semilla están relacionados con el porcentaje de traslocación en el floema (Lohaus & Moellers, 2000).

## 4.2. Tecnología de producción de quinua

En lo referente al suelo la quinua prefiere un suelo franco (terreno cuya composición cuantitativa está en proporción óptima) suelo con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica, con pendientes moderadas y un contenido medio de nutrientes, puesto que la planta es exigente en nitrógeno y calcio, moderadamente en fósforo y poco de potasio. Y puede adaptarse a suelos siempre que se le dote de nutrientes y no haya encharcamientos de agua (Mujica *et al.*, 2013).

### 4.2.1 Producción orgánica de quinua

La agricultura orgánica está basada en el uso mínimo de insumos externos y en métodos que reestablecen, mantienen, e incrementan la armonía ecológica, no utiliza plaguicidas, herbicidas ni fertilizantes químicos sintéticos, y en su lugar, se basa en desarrollar un suelo saludable, fértil y con rotaciones de cultivo apropiadas. (Koechlin y Blueridge2000).

El cultivo orgánico de la quinua ofrece granos de alta calidad, es decir, con cualidades nutricionales, de sanidad (sin plaguicidas ni elementos nocivos), de apariencia física y sabor que hacen que la quinua sea apreciada comercialmente (Proyecto SICA., 2001).

Se le incorpora al suelo materia orgánica y mineral para que los microorganismos presentes en el suelo transformen los nutrientes y de esta manera los nutrientes puedan ser absorbidos por las raíces de la quinua, para propiciar su desarrollo y fructificación (Proyecto SICA., 2001).

#### 4.2.2 Producción convencional de quinua

De acuerdo a la elasticidad genética del cultivo de quinua existen tres zonas potenciales de producción: el altiplano de Puno, que alberga la mayor superficie y volúmenes de producción, los valles interandinos y finalmente la costa peruana donde se han adaptado variedades comerciales procedentes del altiplano (Apaza *et al.* 2005 Citado por Vilca, Espinoza & Vidal, 2015). El bajo contenido de materia orgánica y nutrientes en los suelos de la costa, así como las bajas condiciones de fertilidad de los suelos del altiplano y la poca seguridad de riego limitan fuertemente la producción de quinua, por lo que se deben corregir los suelos desde el punto de vista de la fertilidad con aplicación de materia orgánica y fertilizantes nitrogenados y fosfatados (Delatorre-Herrera *et al.* 2013 Citado por Vilca, Espinoza & Vidal, 2015).

#### 4.3. Antioxidantes

Los antioxidantes son compuestos usados para retardar el inicio o disminuir la velocidad de oxidación. (Alcázar, 2002) La importancia de los antioxidantes presentes en los alimentos radica en que son capaces de preservar a los alimentos que los contiene y en el aporte *in vivo* de antioxidantes esenciales. (Pokorny & Gordon, 2005).

Los antioxidantes son una forma de defensa del cuerpo humano contra los radicales libres. Son agentes que inhiben o neutralizan el daño potencial que los radicales libres pueden ocasionarnos. Nuestro organismo no puede fabricar los antioxidantes, por ello necesitamos consumirlos. Los antioxidantes más conocidos son: vitamina C, vitamina E, Beta-caroteno (una forma de vitamina A) y, Selenio (mineral). (Reardon, 2009.)

##### 4.3.1 Antioxidantes sintéticos

Los antioxidantes sintéticos más usados son los compuestos fenólicos como el hidroxianisol butilado (BHA). el hidroxitolueno butilado (BHT). la butilhidroquinona terciaria (TBHQ) y los esteres del ácido gálico (Pokorny, Yanisleva y Gordon 2004 Citado por Luna, 2015).

Los antioxidantes sintéticos contienen sustituciones alquílicas para mejorar su solubilidad en crasas y aceites. Son muy estables al calor y se usan a menudo para estabilizar las grasas de los productos cocinados y fritos. Pero desde el punto de vista de la seguridad alimentaria están sujetos a constantes cuestionamientos y restricciones dado a que se ha reportado que serían carcinogénicos (Ito *et al.* 1996 Citado por Luna, 2015).

### 4.3.2 Antioxidantes naturales

La mayoría de los antioxidantes naturales son compuestos fenólicos y su eficacia depende de: la reacción del hidrogeno fenólico con los radicales libres, de la estabilidad de los radicales antioxidantes formados durante la reacción con los radicales libres y de las sustituciones químicas presentes en su estructura básica, que probablemente es el factor que contribuye la actividad de los antioxidantes naturales estables (Pokorny *et al.* 2004 citado por De la riva, 2010).

Por lo tanto, la composición nutricional de las semillas de quinua y su bioactivo compuestos como compuestos fenólicos y betalainas, puede variar entre los ecotipos Grupos de cultivares definen de acuerdo con la distribución, ecológico, agronómico y criterios morfológicos (Tang *et al.*, 2015).

Los antioxidantes fenólicos en semillas de quinua pueden estar presentes en forma libre, pero también como forma ligada unida a las estructuras de la pared celular (Abderrahim *et al.*, 2012).

Las semillas de quinua de colores desde el altiplano peruano son una rica fuente de compuestos fenólicos libres, unidos y betalainas. Además estas muestran una capacidad antioxidante muy alta en comparación con otros cereales lo que confirma que la quinua cultivada bajo condiciones extremas en la región del Altiplano es una fuente natural de los ingredientes alimentarios funcionales (Abderrahim *et al.*, 2012).

### 4.3.3 Capacidad antioxidante

Los alimentos de origen vegetal en especial de las frutas y los vegetales presentes en la dieta de acuerdo de estudios epidemiológicos realizados, pueden ejercer un efecto protector contra algunas enfermedades tales como el cáncer y trastornos cardiovasculares por la presencia de compuestos bioactivos con capacidad antioxidante y una mezcla compleja de compuestos fenólicos (Padilla *et al.*, 2008).

Los antioxidantes protegen el organismo de los radicales libres, moléculas altamente reactivas que puedan dañar el organismo a nivel celular, este daño producido por los radicales libres puede aumentar el riesgo al desarrollo de cáncer, enfermedades cardiovasculares y otras enfermedades degenerativas. Los antioxidantes desactivan los radicales libres minimizando el daño y protegiendo el organismo de este tipo de enfermedades (Padilla *et al.*, 2008).

La alta capacidad antioxidante de la quinua está relacionada con su alto contenido fenólico que puede variar dependiendo de la variabilidad genética y las condiciones ambientales (Repo-Carrasco *et al.*, 2010).

#### 4.4. Compuestos fenólicos

Constituyen un amplio grupo de sustancias químicas consideradas metabolitos secundarios de las plantas, con diferentes estructuras químicas y actividad englobando más de 8000 compuestos debido a sus propiedades antioxidantes y sus posibles implicaciones beneficiosas en la salud humana (Martínez *et al.*, 2000).

La distribución de los compuestos fenólicos en los tejidos y células vegetales varía considerablemente de acuerdo al tipo de compuestos químico que se trate, situándose en el interior de las células o en la pared celular (Ojeda 2000 citado por De la riva, 2010).

Los fenoles protegen a las plantas contra los daños oxidativos y llevan a cabo la misma función en el organismo humano, actúa como metabolito esencial para el crecimiento y reproducción de las plantas, dar pigmentación y además actúan como agentes protectores frente a la acción de patógenos, radiación UV y enfermedades, siendo secretados en estos casos como mecanismos de defensa (Bimis *et al.* 2001 citado por Segura, 2004).

Los compuestos fenólicos intervienen como antioxidantes naturales de los alimentos, por lo que la preparación y obtención de los mismos, con alto contenido de estos compuestos supone una reducción en la utilización de aditivos antioxidantes, a la vez que se obtienen alimentos más saludables (Martínez *et al.*, 2000).

#### 4.5. Efecto de algunos tratamientos sobre los compuestos antioxidantes

##### 4.5.1 Laminado

Es el proceso de someter la quinua a presión en una máquina de laminado, con la finalidad de obtener un producto pre cocido llamado también como hojuelas de quinua (Rodríguez, 2001).

##### 4.5.2 Extrusión

El extrusor de tornillo simple se introdujo en la industria de pastas o fideos en los Estados Unidos a mediados de la década de los 30; entre 1950 y 1960 se desarrollan las primeras instalaciones de comida extruida para animales, a partir de 1970 empieza la nueva generación de extrusores, es decir, extrusores de doble tornillo (García, 2008).

El extrusor es una máquina para moldear materiales por el proceso de cambio de presión y calor, un extrusor consta principalmente de un tornillo de Arquímedes con las aletas helicoidales adheridas a su alrededor, con rotación corta, en una estrecha armadura cilíndrica (Mujica *et al.*, 2013).

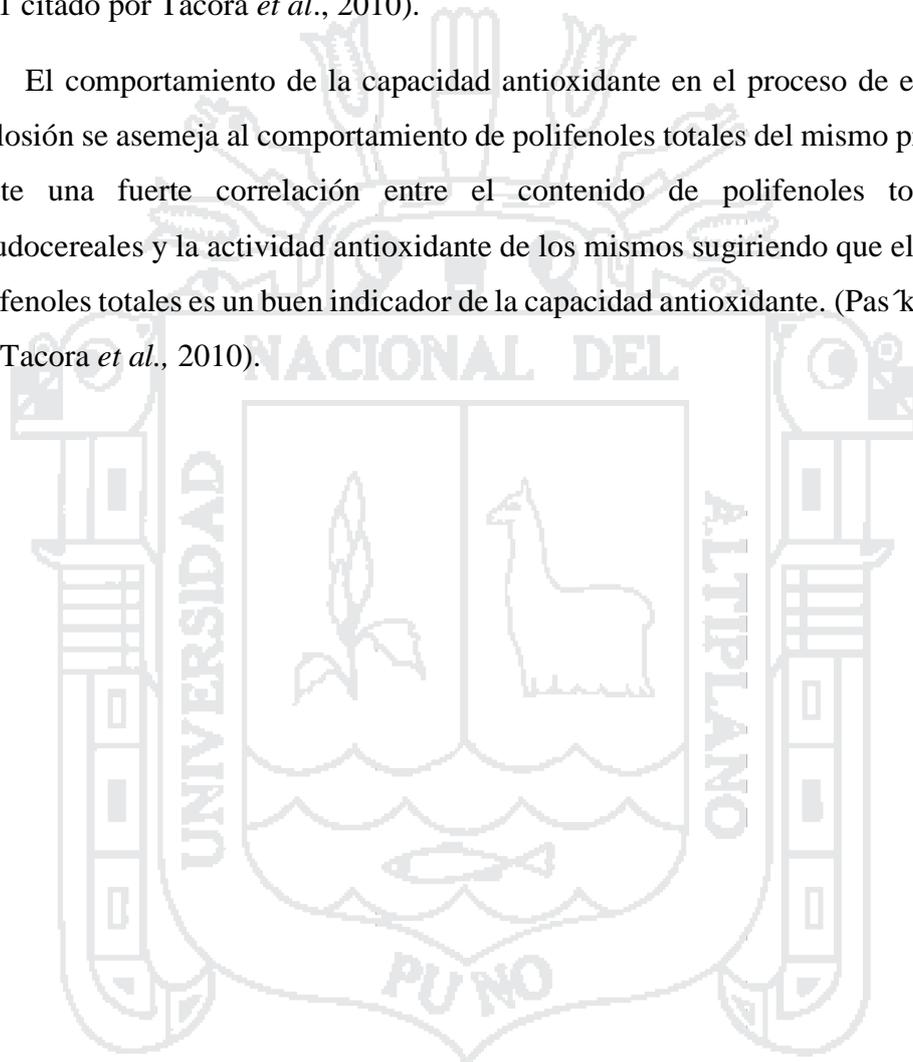
La fuerza mecánica propia del extrusor puede desnaturalizar las proteínas a causa de la elevada fuerza de cizalla. Hay modificación de la red proteica, principalmente por disrupción. de las alfa-helices (Belitz y Grosch 1997 citado por Zea, 2011).

Las reacciones de la proteína durante la extrusión (expansión) son: Reacción de Maillard por la presencia de azúcares reductores, desnaturalización, ruptura y formación de enlaces químicos intermoleculares (peptídico y disulfuro) y la formación de complejos proteínas - proteína. proteína - carbohidratos y proteína - lípido (Cisneros 2000 citado por Zea, 2011).

El calentamiento por extrusión, produce alteraciones químicas de los restos de los aminoácidos (deshidratación de la serina o desaminación del glutamilo e-N-lisina) Estos cambios pueden alterar las propiedades nutritivas y funcionales de las proteínas (Fennema., 1997, citado por Zea., 2011) Condiciones de bajo contenido de humedad tienden a dar un grado de protección a la desnaturalización proteica pero también crean las condiciones apropiadas para la generación de mayor cizalla y altas temperaturas (Van Der Piel 1992 citado por Zea, 2011).

El proceso de expandido por explosión influyen positivamente en el contenido de polifenoles totales de la cañihua, esto debido a que los productos de la reacción de Maillard formados como consecuencia del tratamiento de calor intenso o almacenamiento prolongado, generalmente exhiben fuertes propiedades antioxidantes, generalmente rompiendo la cadena y la actividad secuestrante del oxígeno. Según (Kaur and Kapoor 2001 citado por Tacora *et al.*, 2010).

El comportamiento de la capacidad antioxidante en el proceso de expandido por explosión se asemeja al comportamiento de polifenoles totales del mismo proceso ya que existe una fuerte correlación entre el contenido de polifenoles totales de los pseudocereales y la actividad antioxidante de los mismos sugiriendo que el contenido de polifenoles totales es un buen indicador de la capacidad antioxidante. (Pas'ko 2009 citado por Tacora *et al.*, 2010).



## V. MATERIALES Y METODOS

### 5.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en dos etapas:

Primera etapa: En la que se realizó el procesamiento de harina extruida de quinua orgánica y convencional en las variedades Salcedo INÍA y Pasankalla en la empresa "CORPEX SAC." Ubicado en la ciudad de Juliaca.

Segunda etapa: Se analizaron las muestras en el laboratorio de Evaluación nutricional de alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

### 5.2. Materiales

#### 5.2.1 Materia Prima

- La adquisición de la quinua Salcedo INIA y Pasankalla orgánica fue en el Programa Granos andinos de la Fundación Soler. Mientras que la quinua convencional fue adquirida en Arequipa Majes.

#### 5.2.2 Materiales

- Cronometro Casio Standard Digital, con una precisión de centésimas de segundo y capacidad para cronometrar hasta 24h.
- Tubos de ensayo. de 5 y 7 ml.
- Gradilla plástica para 40 tubos de ensayo.
- Fiolas 5, 10, 25, 50, 500 y 1000ml.
- Erlenmeyer 250ml.
- Soporte Universal En Hierro 13 X 21 Cm Varilla de 70 Cm para titulación.
- Matraces de 250, 500 y 1000ml.
- Pipetas volumétricas de 1, 5, 10 ml.
- Micropipetas de 100 – 1000uL.
- Probetas de 10, 50, 100 y 500ml
- Vasos precipitados de 25, 50, 100, 250 y 500ml.
- Botellas de vidrio color ámbar. (para conservar las muestras)
- Papel aluminio de 8 mts x 0.30 mts. (para conservar las muestras)

### 5.2.3 Equipos

- Espectrofotómetro 4802 – UV/VIS DOUBLE BEAM.
- Equipo de destilación microKjeldahl.
- Agitadores magnéticos Micromix Potencia 12w rango de velocidad 200 – 1500 rpm.
- Balanza analítica electrónica Henkel Serie KG 25550.
- Centrifuga DYNAC 420101, USA.
- Cocina eléctrica PREMIER.
- Mortero de 5 – 20 g.
- Maquina extrusora marca Innova con inyector de agua - Por, temperatura mínima 140°C, presión de 350 lb/pulg<sup>2</sup>, velocidad de 350 rpm y capacidad de 250 a 300 kg/h.
- Maquina Laminadora marca vulcano, de capacidad de 0.08 toneladas por hora.
- Manómetro con capacidad de 750 psi

### 5.2.4 Reactivos

- ABTS (2,2 Azino-bis 3 ethylbezothializones-6-sulfonic acid) Diamonium salt 98% (Sigma Aldrich).
- Agua destilada.
- Persulfato de sodio (MERK)
- Folin Ciocalteau 2N
- Carbonato de sodio
- Metanol al 99.8% de pureza.
- Ácido sulfúrico. (98% de pureza)
- Hidróxido de sodio. 0.05353 N

5.3. Metodología experimental

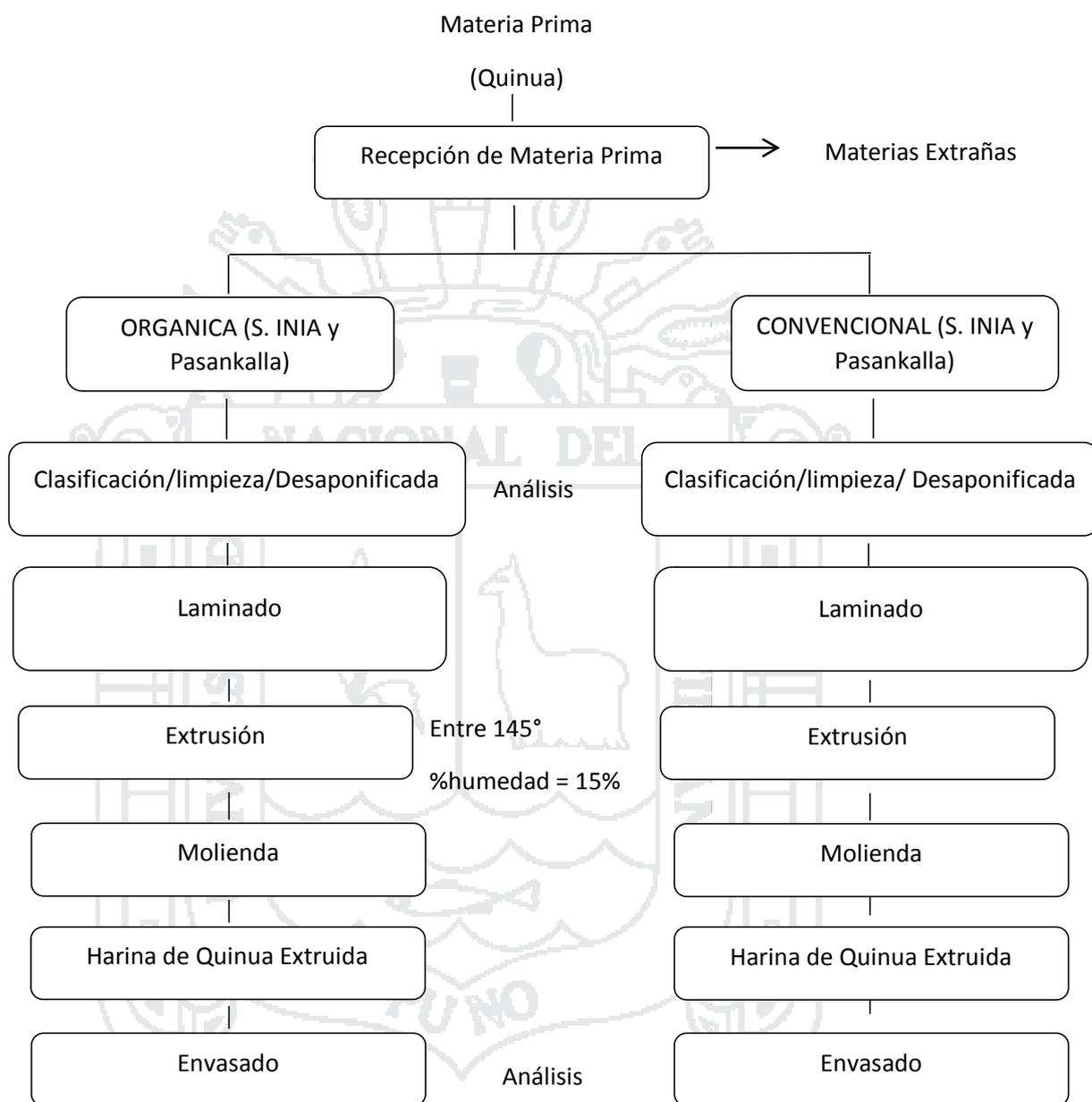


Figura 2: Diagrama de flujo para la elaboración de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) extruida

### 5.3.1 Procedimiento de obtención de muestras de quinua

- **Recepción de materia prima.-** Luego de la cosecha la quinua fue pelada por el método de fricción por rozamiento y lavada, seguidamente se recibió cada materia prima.
- **Clasificación y Limpieza.-** Se clasificó los granos de quinua homogéneamente, descartándose impurezas como piedras, arena y materias extrañas, etc.
- **Laminado.-** Para la extrusión, fue necesario realizar un previo laminado.
- **Extrusión.-** Se utilizó un extrusor eléctrico monotornillo de la marca Innova-Por modelo americano, temperatura mínima 150°C, una presión del extrusor de 350 lb/pulg<sup>2</sup>, velocidad del tornillo de 350 rpm y una capacidad de 250 a 300 kg/h. con inyección de agua.
- **Molienda.-** Se utilizó un molino de martillo marca vulcano.
- **Envasado.-** Se envasó en bolsas de polietileno de baja densidad (PEBD) para el presente trabajo de investigación.

## 5.4. Métodos de análisis

### 5.4.1 Determinación de compuestos fenólicos

Se preparó la muestra para la cuantificación de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu de Swain y Hillis (1959) citado por Repo-Carrasco y Encina (2008), mediante una extracción con metanol, separación por centrifugación.

- Con una micropipeta se tomaron 0,5 ml de la muestra (sobrenadante claro) y 8 ml de agua destilada y se mezcló de esta se tomó 0,5ml para el análisis al cual se añadió 0,5 ml del reactivo Folin-Ciocalteu 0,25 N; se mezcló y dejó de reaccionar por 3 minutos luego se añadió 1 mL de carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 1N con una micropipeta. Seguidamente se mezcló y dejó reaccionar por 10 minutos.
- Al mismo tiempo, se preparó un blanco con 0.5 ml metanol y las mismas cantidades de reactivos.

- Se procedió a centrifugar la muestra y el blanco por 15 minutos a 14000 rpm; Se llevó el espectrofotómetro a una lectura de 725nm y se llevó a "cero" con la solución blanco de metanol.
- Se llevó al espectrofotómetro la muestra a una lectura de 725 nm y se guardaron las lecturas de las absorbancias cada 30 minutos hasta que no existieron cambios significativos en la absorbancia observada.
- Se estimó la cantidad de fenoles totales a partir de la curva estándar desarrollada para ácido gálico. (De la Riva., 2010).

$$Y = 0.001586 + 0.22407447x$$

Dónde: y: mg de ácido gálico/ml muestra

X: Absorbancia a 725nm.

$$\text{Eq. Acido Gal.} = (Y) \left( \frac{\text{ml de extracto total}}{\text{g de muestra}} \right) \left( \frac{0.5 \text{ ml de muestra reactante}}{\text{ml extracto de muestra}} \right) * 100$$

Donde:

Y = mg de ácido gálico/ml de muestra.

#### 5.4.2 Determinación de capacidad antioxidante

Para la determinación de la capacidad antioxidante se utilizó el método ABTS reportada por (Arnao, 2001) citado por (Luna, 2015) para lo cual son los siguientes pasos:

- La solución de ABTS se preparó diluyendo 78.4mg y se enrasó a 10mL de agua destilada en una fiola (reactivo A). Por otro lado, también se preparó una solución de persulfato de potasio (reactivo B). Para lo cual se pesó 26.4mg y se enrasó a 20mL en una fiola con agua destilada. Ambas soluciones se almacenaron a temperatura ambiente en un frasco oscuro.
- Luego se preparó la solución madre de ABTS(2) empleando volúmenes iguales de los reactivos A y B (relación 1:1), se mezclaron bien y se dejaron en reposo en la oscuridad por 12 horas a temperatura ambiente, antes de ser usada. La solución madre solo se utiliza las 4 horas después.

- De la solución madre se preparó una solución diluida de ABTS<sup>+2</sup> y se adiciono 60 ml de metanol al 99%. Esta solución debe de dar una lectura de absorbancia a 734nm de  $1.1 \pm 0.02$ , de lo contrario se debió corregir agregando metanol o solución madre, según sea el caso (se conservó en un frasco ámbar). Se llevó a cero el espectrómetro con metanol.
- Para proceder a la cuantificación de la capacidad de antioxidante se tomó 150µL de los extractos obtenidos, se adiciono 2850 µL de solución de ABTS diluida, se agito por 2 horas y 30 minutos; ya que en este tiempo se mantiene constante a temperatura ambiente. Luego se procedió a realizar la lectura de absorbancia a 734nm. Las lecturas deben estar comprendidas entre 0.1 y 1.05 Se preparó el blanco de la misma manera pero se utilizó en lugar de la muestra metanol.
- La capacidad antioxidante se estimó utilizando un curva estándar teniendo como patrón el Trolox, el cual es una sustancia hidrosoluble análoga de la vitamina E.
- La ecuación de la curva de estándar para la cuantificación de la capacidad antioxidante en metanol es según (Luna, 2015).

Ecuación de la capacidad de antioxidante es:

$$Y = ((0.7836 \times \Delta Abs) - 0.001) \times Fd \times A$$

Dónde:

Y : µmol Trolox equivalente/g de muestra fresca.

ΔAbs : absorbancia del blanco – absorbancia de la muestra (734)

Fd : factor de dilución

A : (volumen (ml) de solvente utilizado + peso de la muestra (g.))/peso de la muestra

### 5.4.3 Determinación de proteína

- Para la determinación del porcentaje de proteínas se realizó con el método Semimicro Kjeldahl recomendado por la (A.O.A.C., 1990) citado por (Luna, 2015).

$$\% \text{ Proteína} = \frac{V * N * \text{meqN} * 100}{\text{Peso de la muestra}} * 6.25$$

Donde:

V = volumen de gasto del ácido clorhídrico.

N = normalidad del ácido.

Meq = mili equivalente

6.25 factor, relación nitrógeno – proteína

## 5.5. Diseño experimental y análisis estadístico

Para la presente investigación de quinua se tomó las muestras de dos tipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) procedentes de producción orgánica (cultivada en Puno) y convencional (cultivada en Arequipa) en la variedad Salcedo INIA y Pasankalla.

Para procesar los datos obtenidos durante la investigación se aplicó el análisis de varianza (ANVA), con un 95% de significancia y el test de Duncan para determinar las posibles diferencias entre las muestras los tratamientos se trabajaron con un programa estadístico.

### 5.5.1 Modelo matemático

El modelo matemático a tomar fue el diseño completo al azar

El modelo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + S_i + e_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, t \quad j = 1, 2, \dots, r$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Es la variable de respuesta de la j-ésima observación, sujeto al i-ésimo tratamiento.

$\mu$  = Constante media de la población a la cual pertenecen las observaciones

$S_i$  = Efecto de i-ésimo tratamiento

$e_{ij}$  = Efecto del error experimental

**5.5.2 Factores de estudio**

Tabla 4: Variables de Estudio

<b>Muestra:</b>	<b>Quinoa procedente de producción:</b>	<b>Variedades</b>	<b>Variables de respuesta</b>
a) Grano desaponificada.	a) Orgánica	a) Salcedo INIA b) Pasankalla	a) Capacidad antioxidante (µmol Trolox equivalente/g) b) Compuestos fenólicos (mg ácido gálico /100g.b.s)
	b) Convencional.	a) Salcedo INIA b) Pasankalla	c) Proteína (%)
b) Harina extruida.	a) Orgánica	a) Salcedo INIA b) Pasankalla	a) Capacidad antioxidante (µmol Trolox equivalente/g) b) Compuestos fenólicos (mg ácido gálico /100g.b.s)
	b) Convencional.	a) Salcedo INIA b) Pasankalla	c) Proteína (%)

5.5.3 Diseño experimental

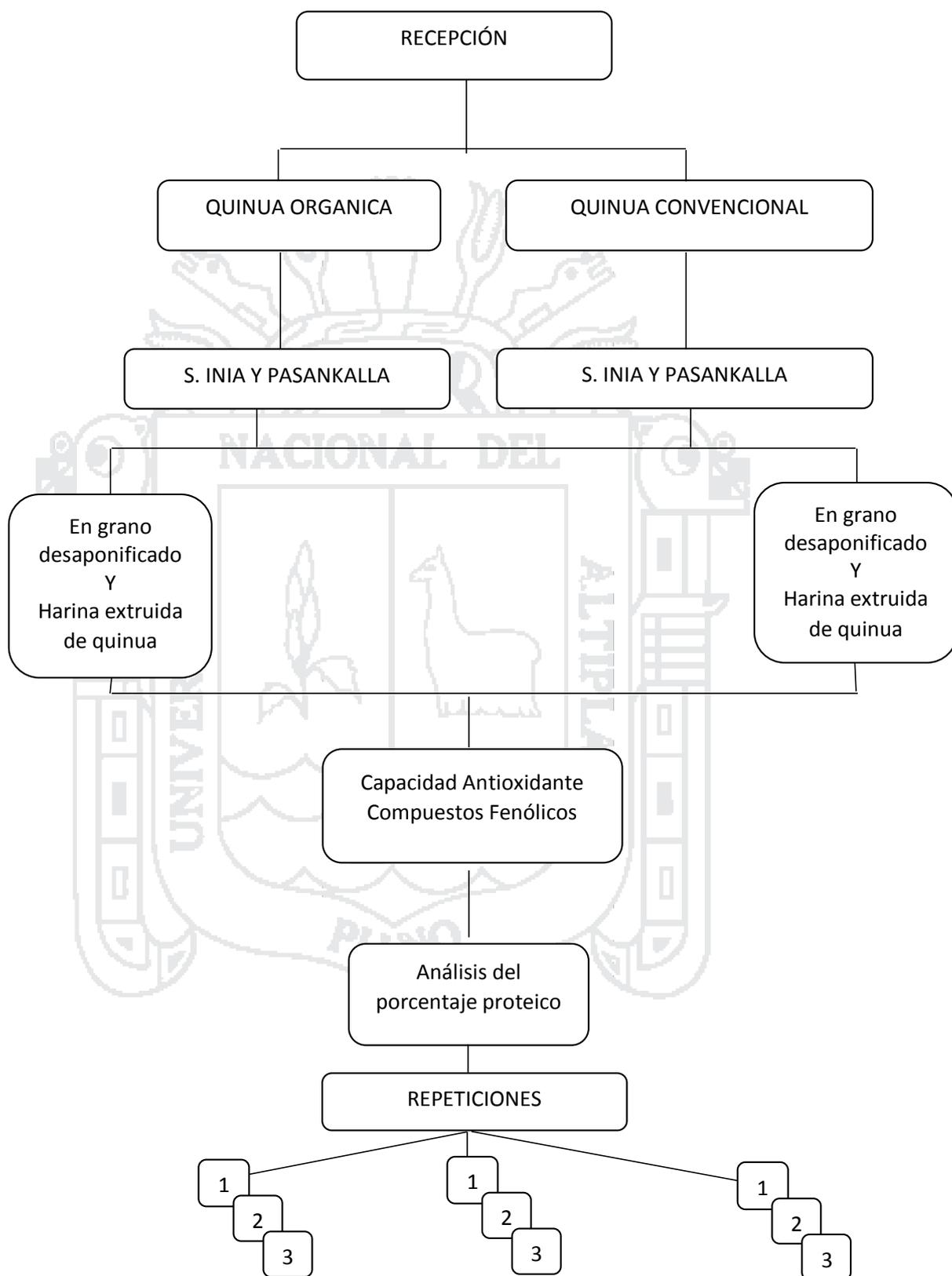


Figura 3: Esquema Del Diseño Experimental

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 6.1. Composición de la quinua cruda desaponificada

La evaluación del contenido proteico, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del grano de quinua cruda y desaponificado es la siguiente:

#### 6.1.1 Evaluación comparativa del contenido proteico

Los resultados de contenido proteico de la quinua cruda desaponificada variedad Salcedo INIA y Pasankalla orgánica (procedente de Puno) y convencional (procedente de Arequipa) se presenta en la tabla N° 5, expresado en % proteico. Estos resultados son el promedio de tres determinaciones. En el anexo 1 se muestran los valores obtenidos.

Tabla 5: Contenido de Proteína del grano de quinua crudo desaponificado.

VARIEDAD Y PROCEDENCIA	%PROTEINA $X \pm S$
Quinoa Salcedo INIA grano - Puno	12.9587 $\pm$ 0.135212
Quinoa Salcedo INIA grano - Arequipa	11.8658 $\pm$ 0.135212
Quinoa Pasankalla grano - Puno	13.7394 $\pm$ 0.135212
Quinoa Pasankalla grano - Arequipa	11.9439 $\pm$ 0.234194

X: promedio de 3 repeticiones.

S: desviación estándar.

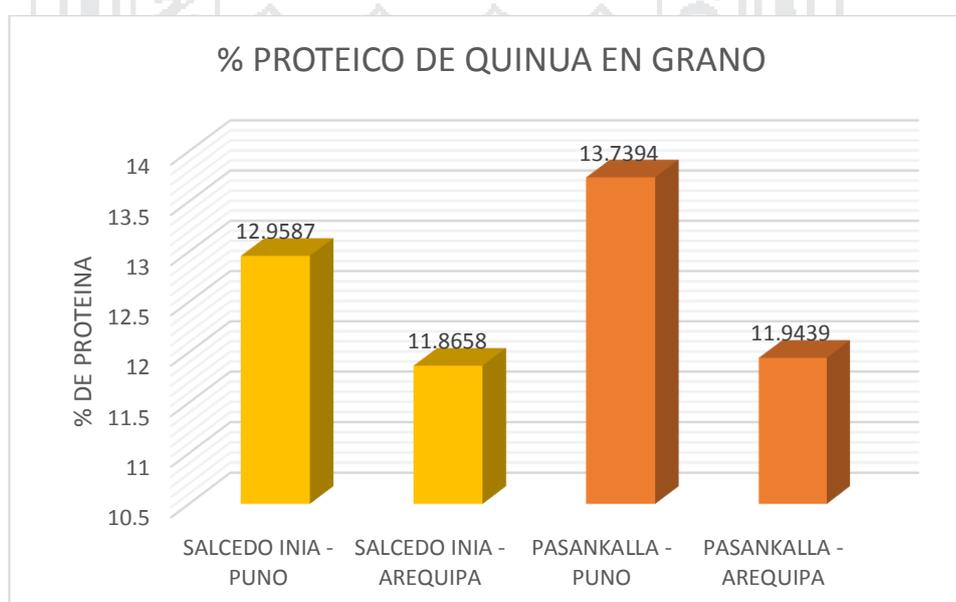


Figura 4: Contenido de Proteína del grano de quinua crudo desaponificado

De los resultados obtenidos se tiene que el porcentaje proteico del grano de quinua desaponificado Salcedo INIA orgánica (procedente de Puno) fue de 12.9587 % y convencional (procedente de Arequipa) 11.8658%, mientras que para la quinua Pasankalla orgánica (procedente de Puno) fue de 13.7394% y convencional (procedente de Arequipa) 11.9439%.

El resultado del porcentaje proteico para el grano de la quinua desaponificada Salcedo INIA procedente de Puno se encuentra muy cercano al valor obtenido por (Antezana *et al.*, 2015) la cual es de 12.72% y por (Miranda *et al.*, 2010) para la misma variedad de 12.46%  $\pm$  0.22. asimismo la quinua Pasankalla procedente de Puno se encuentra muy cercano al valor obtenido para la quinua Pasankalla por (Repo-Carrasco *et al.*, 2011) la cual es de 13.98% a 14.2%, no obstante la quinua Salcedo INIA y Pasankalla procedente de producción convencional se encuentra dentro del rango obtenido por (Repo-Carrasco *et al.*, 2007) que afirma que el contenido de proteína total de las semillas de quinua varía entre 7.47 – 22.08 % ubicándose en un lugar privilegiado en contenido de proteína respecto a otros cereales. Sin embargo su verdadero valor es la mayor proporción de aminoácidos esenciales para la alimentación (FAO, 2011).

Sin embargo de acuerdo al análisis estadístico ANVA (Anexo 2 cuadro 2 y 4), existe diferencia significativa en el contenido proteico entre el grano de quinua Salcedo INIA y Pasankalla desaponificada procedente de producción orgánica y convencional. Además se realizó una comparación Duncan al 95% (Anexo 2 cuadro 3 y 5) la que indica que la quinua orgánica contiene mayor promedio. Esta diferencia se debe a que en algunos granos andinos en las costas de Argentina se observó un incremento altamente significativo en el contenido de proteínas del tallo y las hojas por efecto de la dosis de nitrógeno aplicada mientras que en el grano no (Zubillaga, Quichan & Barrio, 2009), asimismo las mayores concentraciones de proteína de quinua orgánica se encuentran en las capas más externas del endospermo, el germen y en las cubiertas exteriores (Primo, 1979 Citado por Rivera y Mónica, 2006) estos altos contenidos de proteína en la semilla están relacionados con el porcentaje de translocación en el floema ya que el nitrógeno se transloca principalmente a través de este en forma de aminoácidos (Lohaus & Moellers, 2000). Por consiguiente el cultivar y su interacción con el ambiente influye en la expresión final de la cantidad de proteína. (Cuniberti, Mir & Juárez, 2016) mostrando que la quinua orgánica contiene mayor cantidad proteica que la convencional por efecto del clima.

### 6.1.2 Evaluación comparativa del contenido de compuestos fenólicos

Los resultados de contenido de compuestos fenólicos de la quinua cruda desaponificada variedad Salcedo INIA y Pasankalla orgánica (procedente de Puno) y convencional (procedente de Arequipa) se presenta la tabla N° 6, expresado en ácido gálico. Estos resultados son el promedio de tres determinaciones. En el anexo 1 se muestran los valores obtenidos.

Tabla 6: Contenido de compuestos fenólicos del grano de quinua crudo desaponificado.

VARIEDAD Y PROCEDENCIA	mg. ácido gálico/100 g ms $X \pm S$
Quinua Salcedo INIA grano - Puno	67.4639 $\pm$ 1.02684
Quinua Salcedo INIA grano - Arequipa	50.733 $\pm$ 1.8792
Quinua Pasankalla grano - Puno	76.4269 $\pm$ 1.02684
Quinua Pasankalla grano - Arequipa	70.7503 $\pm$ 2.082

X: promedio de 3 repeticiones.

S: desviación estándar.

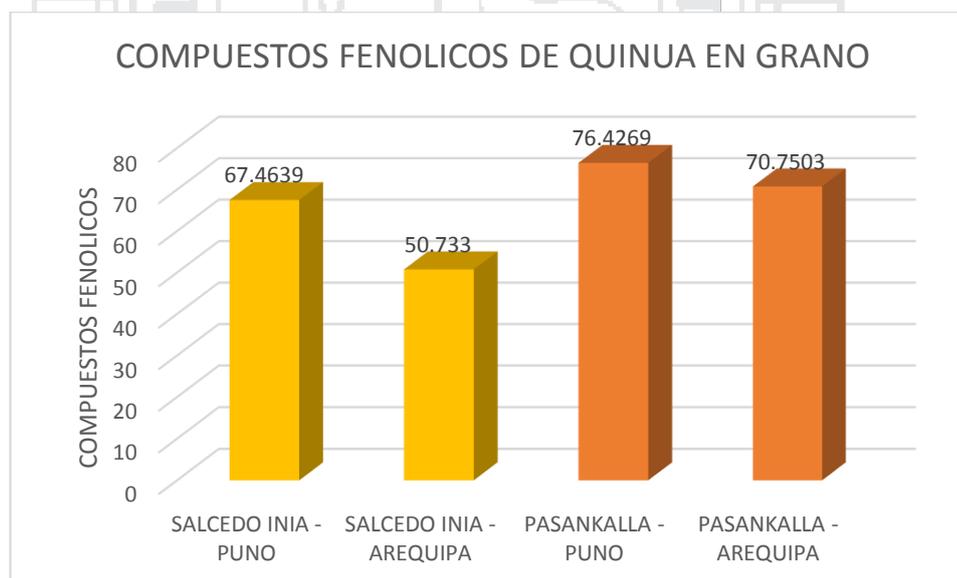


Figura 5: Contenido de compuestos fenólicos del grano de quinua cruda desaponificada.

De los resultados obtenidos se tiene que el contenido de compuestos fenólicos de quinua cruda desaponificada para la variedad Salcedo INIA orgánica fue de 67.4639 mg. ácido gálico/100 g ms y convencional 50.733 mg. ácido gálico/100 g ms. Mientras que para la variedad Pasankalla orgánica fue de 76.4269 mg. ácido gálico/100 g ms y convencional 70.7503 mg. ácido gálico/100 g ms.

El resultado del contenido de compuestos fenólicos para la quinua desaponificada Salcedo INIA procedente de Puno se encuentra muy cercano al valor obtenido por (De la riva, 2010) la cual es de 75.21 mg. ácido gálico/100 g ms. Asimismo para la variedad Pasankalla procedente de Puno el resultado se encuentra muy cercano al valor obtenido por (Repo-Carrasco *et al.*, 2011) para quinua desaponificada la cual es de 76.88 mg. ácido gálico/100 g ms. No obstante la quinua Salcedo INIA y Pasankalla procedente de producción convencional se encuentran dentro del rango hallado por (Repo Carrasco., 2008) que esta entre 35.29 – 139.94 mg. ácido gálico/100g ms.

Sin embargo de acuerdo al análisis estadístico ANVA (Anexo 2 cuadro 6 y 8), existe diferencia significativa en el contenido de compuestos fenólicos entre la quinua Salcedo INIA y Pasankalla en grano desaponificada procedente de producción orgánica y convencional. Además se realizó una comparación Duncan al 95% (Anexo 2 cuadro 7 y 9) la que indica que la quinua orgánica contiene mayor promedio. Dicha diferencia se debe a que la distribución de los compuestos fenólicos en los vegetales varía considerablemente, situándose en el interior de las células o en la pared celular (Ojeda 2000 citado por De la riva, 2010), asimismo los compuestos fenólicos protegen a las plantas contra los daños oxidativos, actúan como metabolito esencial para el crecimiento y reproducción, dándole pigmentación y además actúan como agentes protectores frente a la acción de patógenos, radiación UV y enfermedades, siendo secretados en estos casos como mecanismos de defensa (Bimis *et al.* 2001, citado por Segura, 2004) tal es el caso que en la región Andina y en particular el Altiplano que comparten Perú y Bolivia presentan una de las ecologías más difíciles para la agricultura moderna sin embargo, en ese medio ecológico de escasa interacción biótica pervive la quinua (FAO., 2011) por consiguiente se observa que la producción orgánica de quinua ofrece granos de alta calidad que hacen que la quinua sea apreciada (Proyecto Sica., 2001), No obstante la quinua convencional alcanza una altura de planta 126 a 165 cm (Mujica *et al.*, 2011) en consecuencia la planta no tiene dificultades en su desarrollo por lo que secreta menos compuestos fenólicos ya que estos son secretados como mecanismo de defensa.

### 6.1.3 Evaluación comparativa de la capacidad antioxidante

Los resultados de la capacidad antioxidante de la quinua cruda desaponificada variedad Salcedo INIA y Pasankalla orgánica (procedente de Puno) y convencional (procedente de Arequipa) se presenta en el tabla N° 7, expresado en uMol Trolox eq. / g. Estos resultados son el promedio de tres determinaciones. En el anexo 1 se muestran los valores obtenidos.

Tabla 7: Capacidad antioxidante del grano de quinua crudo desaponificado.

VARIEDAD Y PROCEDENCIA	mm. trolox eq./g ms. X ± S
Quinua Salcedo INIA grano - Puno	5.97439 ± 0.0653033
Quinua Salcedo INIA grano - Arequipa	5.12645 ± 0.1766
Quinua Pasankalla grano - Puno	12.6666 ± 0.14799
Quinua Pasankalla grano - Arequipa	11.9925 ± 0.0692604

X: promedio de 3 repeticiones.  
S: desviación estándar.

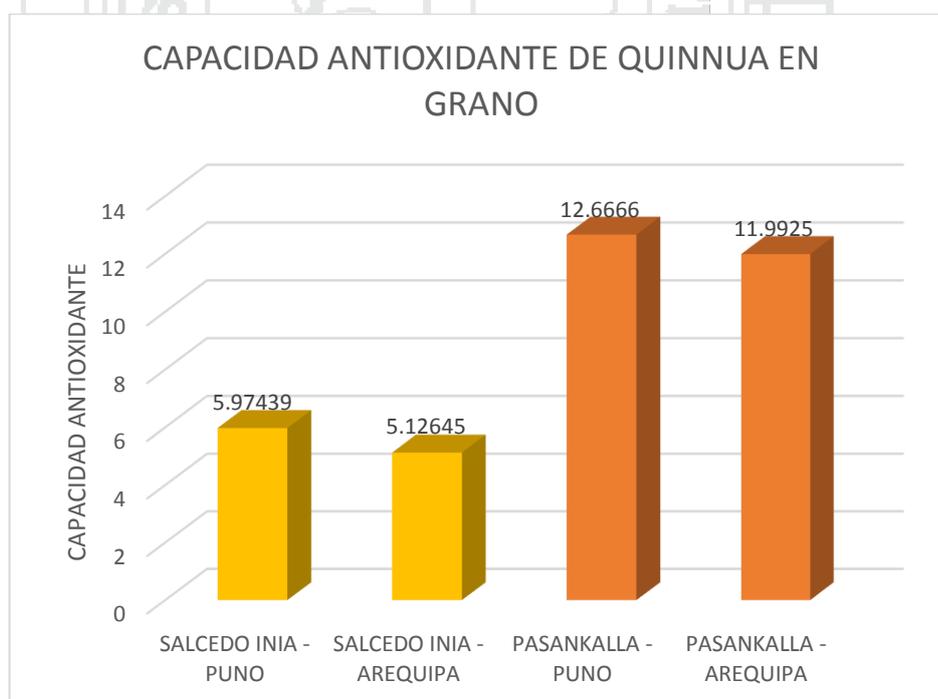


Figura 6: Capacidad antioxidante del grano de quinua cruda desaponificada.

De los resultados obtenidos se tiene que la capacidad antioxidante de quinua cruda desaponificada para la variedad Salcedo INIA orgánica fue de 5.97439 uMol Trolox eq. / g ms. y convencional 5.12645 uMol Trolox eq. / g ms. Mientras que para la variedad Pasankalla orgánica fue de 12.6666 uMol Trolox eq. / g ms. y convencional 11.9925 uMol Trolox eq. / g ms.

El resultado de capacidad antioxidante de la quinua Salcedo INIA procedente de Puno está muy cercano al valor obtenido por (De la riva., 2010) la cual es de 5.95 a 6.03 uMol Trolox eq. / g ms. Mientras que la variedad Pasankalla procedente de Puno se encuentra muy cercano al valor obtenido por (Repo-Carrasco *et al.*, 2011) la cual es de 10.44 a 10.53 mMol trolox eq/g ms. No obstante la quinua Salcedo INIA y Pasankalla procedente de producción convencional se encuentran muy cercano al rango hallado por (Repo Carrasco., 2008) que esta entre 0.47 – 11.59 mMol trolox eq/g ms.

Sin embargo de acuerdo al análisis estadístico ANVA con un nivel de confianza de 95% (Anexo 2 cuadro 10 y 12), existe diferencia significativa en el contenido de capacidad antioxidante entre la quinua Salcedo INIA y Pasankalla en grano procedente de producción orgánica y convencional. Además se realizó una comparación Duncan al 95% (Anexo 2 cuadro 11 y 13) la que indica que la quinua orgánica contiene mayor promedio. La diferencia se debe a que la alta capacidad antioxidante de la quinua está relacionada con su alto contenido fenólico que puede variar dependiendo de la variabilidad genética y las condiciones ambientales (Repo-Carrasco *et al.*, 2010), por lo que la gran adaptación de la quinua a las variaciones climáticas y su eficiente uso de agua la convierten en una excelente alternativa de cultivo frente al cambio climático (FAO., 2011) Sin embargo la composición nutricional de las semillas de quinua y su bioactivo como compuestos fenólicos y betalainas, puede variar entre los ecotipos, grupos de cultivares (Tang *et al.*, 2015), además las semillas de quinua de colores desde el altiplano peruano son una rica fuente de compuestos fenólicos libres con una capacidad antioxidante muy alta lo que confirma que la quinua cultivada bajo condiciones extremas en la región del Altiplano es una fuente natural de los ingredientes alimentarios funcionales (Abderrahim *et al.*, 2012). Mientras que la quinua convencional produce menos antioxidantes por las condiciones ambientales favorables y la aplicación de materia orgánica y fertilizantes nitrogenados y fosfatados aplicados en su cultivo (De la torre *et al.* 2013 Citado por Vilca, Espinoza & Vida, 2015) considerando que estos son producidos por las plantas contra daño molecular (pokorny *et al.*, 2005).

## 6.2. Composición de la quinua procesada (harina extruida de quinua)

La evaluación del contenido proteico, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de la harina extruida de quinua es la siguiente:

### 6.2.1 Evaluación comparativa del contenido proteico

Los resultados de contenido proteico de la Harina extruida de quinua variedad Salcedo INIA y Pasankalla orgánica (procedente de Puno) y convencional (procedente de Arequipa) se presenta en la tabla N° 8, expresado en % proteico.

Tabla 8: Contenido de Proteína de la quinua procesada (harina extruida).

VARIEDAD Y PROCEDENCIA	%PROTEINA X ± S
	HARINA EXTRUIDA
Quinua Salcedo INÍA - Puno	11.7878 ± 0.135212
Quinua Salcedo INÍA - Arequipa	10.3045 ± 0.234194
Quinua Pasankalla - Puno	13.1929 ± 0.135212
Quinua Pasankalla - Arequipa	11.3194 ± 0.135212

X: promedio de 3 repeticiones.  
S: desviación estándar.

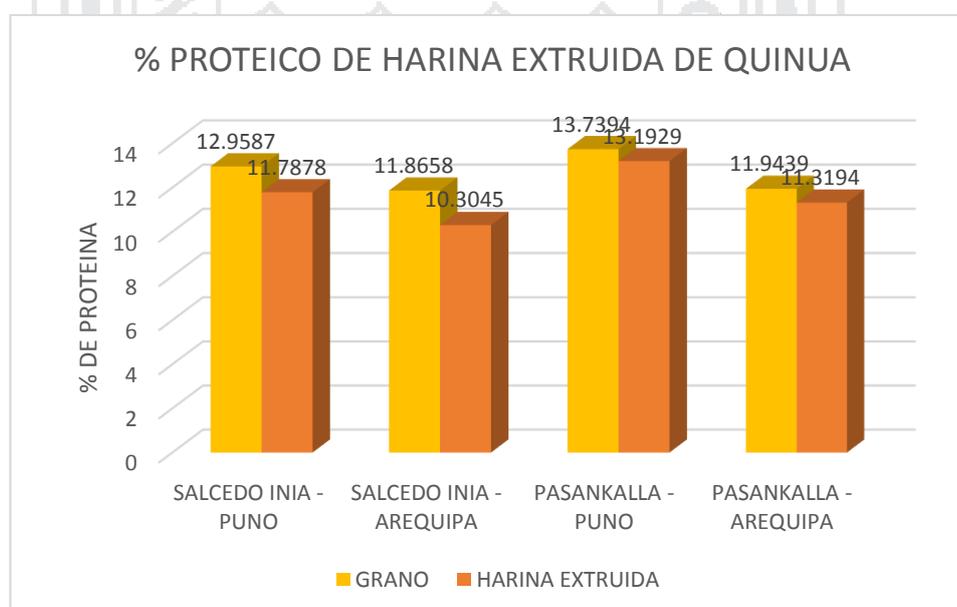


Figura 7: Contenido de proteína de la quinua procesada (harina extruida de quinua).

De los resultados obtenidos se tiene que el porcentaje proteico la harina extruida de quinua Salcedo INIA orgánica (procedente de Puno) fue de 11.7878 % y convencional (procedente de Arequipa) 10.3045%, mientras que la quinua Pasankalla orgánica (procedente de Puno) fue de 13.1929% y convencional (procedente de Arequipa) 11.3194%.

Por lo tanto se sostiene que la proteína de harina extruida de quinua Salcedo INIA orgánica (Puno) disminuye en un 9%, en la variedad salcedo INIA convencional (Arequipa) disminuye en un 13%, en la variedad Pasankalla orgánica disminuye en un 4% y en la variedad Pasankalla convencional disminuye en un 5%. Lo que indica que la quinua Salcedo INIA y Pasankalla procedente de producción orgánica tiene más estabilidad que la procedente de producción convencional.

Sin embargo de acuerdo al análisis estadístico ANVA (Anexo 3 cuadro 14 y 16) se puede afirmar que existen diferencia significativa en el contenido proteico de la harina extruida de quinua Salcedo INIA y Pasankalla procedente de producción orgánica y convencional, y según la comparación de medias Duncan con un nivel de confianza del 95% (Anexo 3 cuadro 15 y 17) indica que la quinua orgánica contiene mayor promedio, La disminución proteica de la quinua ante un tratamiento térmico indica la posibilidad de que se produjo la reacción de Maillard durante el proceso, lo que podría reducir la disponibilidad de la lisina, este aminoácido sirve como un indicador del daño proteico durante el procesamiento debido a que es el aminoácido esencial limitante en la mayoría de cereales. (Tacora, 2010), esto en consecuencia de la presencia de azúcares reductores, desnaturalización, ruptura y formación de enlaces químicos intermoleculares (peptídico y disulfuro) y la formación de complejos proteínas - proteína. Proteína - carbohidratos y proteína - lípido en la Reacción de Maillard (Cisneros 2000 citado por Zea, 2011). Asimismo las concentraciones mayores de proteína de quinua orgánica se encuentran en las capas más externas del endospermo, en la aleurona y en el germen (Primo 1979 Citado por Rivera, 2006) no obstante como la quinua convencional en grano contiene menor cantidad proteica debido a que esta estaría en mayor concentración en sus tallos y hojas (Zubillaga, Quichan & Barrio, 2009) por lo que sería más afectada por el proceso de extrusión y molienda por consiguiente el cultivar y su interacción con el ambiente influye en la expresión final de la cantidad y calidad de la proteína (Cuniberti, Mir & Inta, 2016).

### 6.2.2 Evaluación comparativa del contenido de compuestos fenólicos

Los resultados de contenido de compuestos fenólicos de la Harina extruida de quinua variedad Salcedo INIA y Pasankalla orgánica (procedente de Puno) y convencional (procedente de Arequipa) se presenta en la tabla N° 9, expresado en ácido gálico.

Tabla 9: Contenido de compuestos fenólicos de la quinua procesada (harina extruida).

VARIEDAD Y PROCEDENCIA	mg. acido gálico/100 g ms X ± S
	HARINA EXTRUIDA
Quinua Salcedo INIA - Puno	83.5226 ± 0.932896
Quinua Salcedo INIA - Arequipa	59.9947 ± 0.563908
Quinua Pasankalla - Puno	96.5936 ± 0.807912
Quinua Pasankalla - Arequipa	88.6763 ± 0.466448

X: promedio de 3 repeticiones.  
S: desviación estándar.

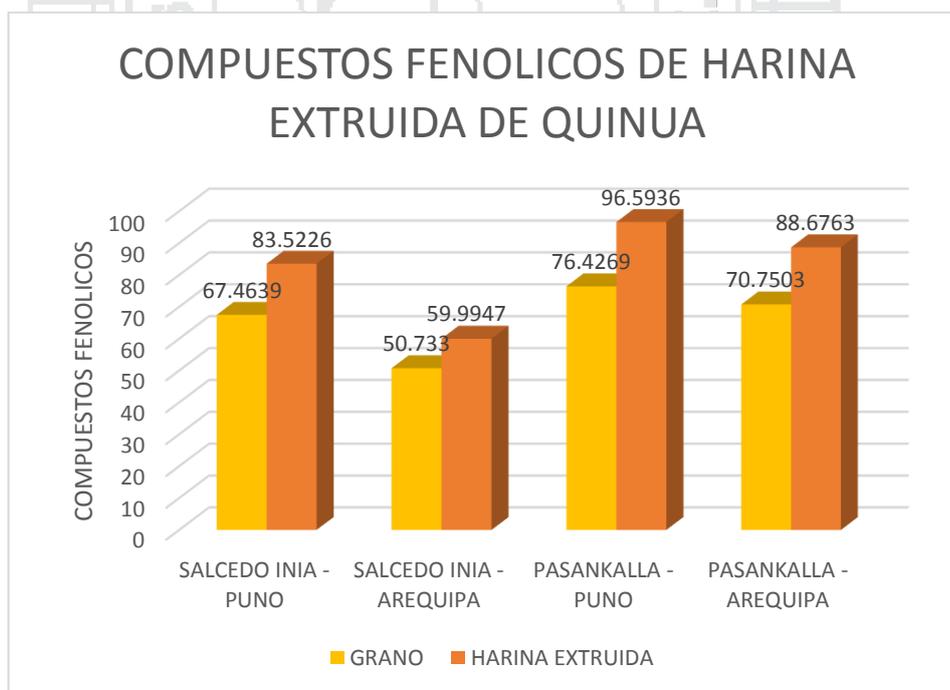


Figura 8: Contenido de compuestos fenólicos de la quinua procesada (harina extruida de quinua).

Según los resultados el contenido de compuestos fenólicos de la harina extruida de quinua Salcedo INIA orgánica fue de 83.5226 mg. ácido gálico/100 g y convencional 59.9947 mg. ácido gálico/100 g. mientras que la quinua Pasankalla orgánica fue de 96.5936 mg. ácido gálico/100 g y convencional 88.6763 mg. ácido gálico/100 g.

Por lo tanto se sostiene que el contenido de compuestos fenólicos de la quinua ante el proceso de obtención de harina extruida en la variedad Salcedo INIA procedente de producción orgánica incrementa en 24%, mientras que la convencional en 18 %, asimismo la variedad Pasankalla procedente de producción orgánica incrementa en 26% y mientras que la convencional en 25%. Lo que indica que la quinua Salcedo INIA y Pasankalla procedente de producción orgánica incrementa en un mayor porcentaje su contenido de compuestos fenólicos ante el proceso de obtención de harina extruida.

Sin embargo de acuerdo al análisis estadístico ANVA (Anexo 3 cuadro 18 y 20) se puede afirmar que existen diferencia significativa en el contenido de compuestos fenólicos de la harina extruida de quinua Salcedo INIA y Pasankalla procedente de producción orgánica (Puno) y convencional (Arequipa) además la comparación de medias Duncan con un nivel de confianza del 95% (Anexo 3 cuadro 19 y 21) indica que la quinua orgánica contiene mayor promedio. El proceso de expandido por explosión influyen positivamente en el contenido de compuestos fenólicos de la cañihua, esto debido a que la reacción de Maillard formado como consecuencia del tratamiento de calor intenso, generalmente exhibe fuertes propiedades antioxidantes rompiendo la cadena y la actividad secuestrante del oxígeno. (Kaur and Kapoor., 2001) además los antioxidantes fenólicos en semillas de quinua pueden estar presentes en forma libre, pero también como forma ligada unida a las estructuras de la pared celular (Abderrahim *et al.*, 2012) se observa también que en la región Andina y en particular el Altiplano que comparten Perú y Bolivia presentan una de las ecologías más difíciles para la agricultura moderna sin embargo, en ese medio ecológico de escasa interacción biótica pervive la quinua (FAO., 2011) y como los compuestos fenólicos protegen a las plantas contra los daños oxidativos y además actúan como agentes protectores frente a la acción de patógenos, radiación UV y enfermedades, siendo secretados en estos casos como mecanismos de defensa (Bimis *et al.*, 2001, citado por Segura., 2004) no obstante la quinua convencional alcanza una altura de 126 a 165 cm (Mujica *et al.*, 2011) por consiguiente la planta no tiene dificultades en su desarrollo por lo que los compuestos fenólicos estarían en menor cantidad.

### 6.2.3 Evaluación comparativa de la capacidad antioxidante

Los resultados de la capacidad antioxidante de la Harina extruida de quinua variedad Salcedo INIA y Pasankalla orgánica (procedente de Puno) y convencional (procedente de Arequipa) se presenta en la tabla N° 10, expresado en uMol Trolox eq. / g. de muestra.

Tabla 10: Capacidad antioxidante de la quinua procesada (harina extruida).

VARIEDAD Y PROCEDENCIA	uMol. trolox eq./g ms. X ± S
	HARINA EXTRUIDA
Quinua Salcedo INIA - Puno	11.7913 ± 0.227972
Quinua Salcedo INIA - Arequipa	9.67539 ± 0.0516633
Quinua Pasankalla - Puno	24.5097 ± 0.0907544
Quinua Pasankalla - Arequipa	21.153 ± 0.295159

X: promedio de 3 repeticiones.  
S: desviación estándar.

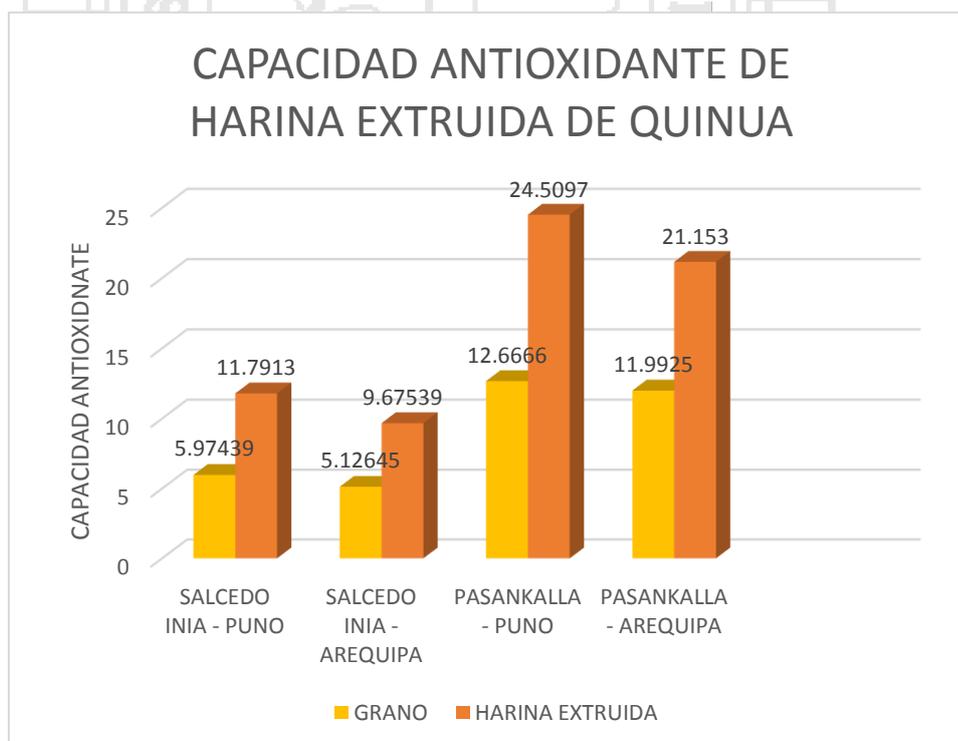


Figura 9: Capacidad antioxidante de la quinua procesada (harina extruida de quinua).

De los resultados obtenidos se tiene que la capacidad antioxidante de la harina extruida Salcedo INIA orgánica fue de 11.7913 uMol. trolox eq./g ms. Mientras que la convencional 9.67539 uMol. trolox eq./g ms. asimismo la quinua Pasankalla orgánica fue 24.5097 uMol. trolox eq./g ms. Mientras que la convencional 21.153 uMol. trolox eq./g ms.

Por lo tanto se sostiene que la capacidad antioxidante de la quinua ante un proceso de obtención de harina extruida en la variedad Salcedo INIA procedente de producción orgánica ocasiona un incremento del 97%, mientras que la convencional un 89%, asimismo en la variedad Pasankalla procedente de producción orgánica un incremento del 93% mientras que en la convencional un 76%. Lo que indica que la capacidad antioxidante de la quinua Salcedo INIA y Pasankalla procedente de producción orgánica aumenta en un porcentaje más elevado que la procedente de producción convencional.

Sin embargo de acuerdo al análisis estadístico ANVA (Anexo 3 cuadro 22 y 24) se puede afirmar que existen diferencia significativa en la capacidad antioxidante de la harina extruida de quinua Salcedo INIA y Pasankalla procedente de producción orgánica (Puno) y convencional (Arequipa), además la comparación de medias Duncan con un nivel de confianza del 95% (Anexo 3 cuadro 23 y 25) indica que la quinua orgánica contiene mayor promedio. El comportamiento de la capacidad antioxidante en el proceso de expandido por explosión se asemeja al comportamiento de polifenoles totales del mismo proceso ya que existe una fuerte correlación entre el contenido de polifenoles totales de los pseudocereales y la actividad antioxidante. (Pas'ko 2009 citado por Tacora *et al.*, 2010). Este incremento se debe probablemente a que en la extrusión se utiliza temperaturas altas, altas presiones en tiempos breves (Pokorny *et al.*, 2005) mientras que recientes estudios llevados a cabo en tomate, café y té mostraron que un prolongado tiempo de calentamiento aumenta la capacidad antioxidante de estos alimentos induciendo la formación de componentes con esta actividad por ejemplo productos de la reacción de Maillard (Arena *et al.* 2001) debe señalarse que la quinua cultivada bajo condiciones extremas en la región del Altiplano es una fuente natural de los ingredientes alimentarios funcionales (Abderrahim *et al.*, 2012). No obstante la quinua convencional produce menos antioxidantes por las condiciones ambientales y la aplicación de materia orgánica y fertilizantes nitrogenados y fosfatados (De la torre *et al.* 2013 Citado por Vilca, Espinoza & Vida, 2015). Por consiguiente contiene menos capacidad antioxidante.

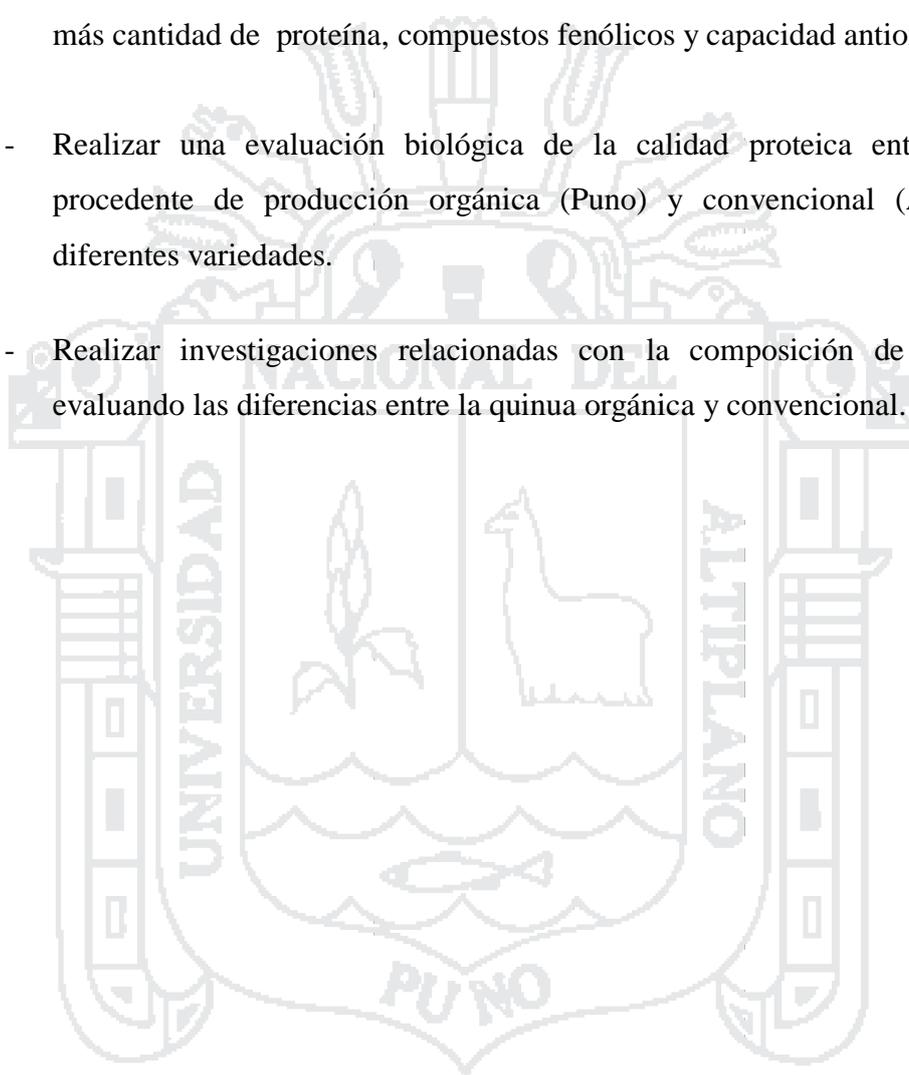
## CONCLUSIONES

La quinua en grano procedente de producción orgánica conserva mayor contenido proteico que las convencional en la variedad Salcedo INIA y Pasankalla con 1.09% y 1.79% más respectivamente, también conserva mayor cantidad de compuestos fenólicos en la variedad Salcedo INIA y Pasankalla con 16.73 mg. ácido gálico/100 g y 5.68 mg. ácido gálico/100 g más respectivamente asimismo conserva una mayor capacidad antioxidante en la variedad Salcedo INIA y Pasankalla con 0.85 uMol Trolox eq./g ms. y 0.67 uMol Trolox eq./g ms más respectivamente.

La harina extruida de quinua procedente de producción orgánica disminuye el porcentaje proteico en la variedad Salcedo INIA 0.3904% y Pasankalla 0.078% menos en comparación con la harina extruida de quinua convencional, sin embargo los compuestos fenólicos incrementa en mayor cantidad en la variedad Salcedo INIA 6.797 mg. ácido gálico/100 g. y Pasankalla 2.24 mg. ácido gálico/100 g ms más en comparación con la harina extruida de quinua convencional, asimismo la capacidad antioxidante incrementa en la variedad Salcedo INIA 1.27uMol. trolox eq./g ms y Pasankalla 2.68 uMol. trolox eq./g ms más en comparación con la harina extruida de quinua convencional. Concluyendo así que el proceso de obtención de harina extruida es desfavorable para el contenido proteico y beneficioso para el contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante.

## RECOMENDACIONES

- Realizar una investigación para las demás variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) dando prioridad a las variedades de colores ya que estos contienen más cantidad de proteína, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante.
- Realizar una evaluación biológica de la calidad proteica entre la quinua procedente de producción orgánica (Puno) y convencional (Arequipa) en diferentes variedades.
- Realizar investigaciones relacionadas con la composición de aminoácidos evaluando las diferencias entre la quinua orgánica y convencional.



**BIBLIOGRAFIA**

- Abderrahim, F., Huanatico, E., Repo-Carrasco-Valencia, R., Arribas, S. M., Gonzalez, M. C., & Condezo-Hoyos, L. (2012). Effect of germination on total phenolic compounds, total antioxidant capacity, Maillard reaction products and oxidative stress markers in canihua (*Chenopodium pallidicaule*). *Journal of Cereal Science*, 56(2), 410-417. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2012.04.013>
- Abugoch, L. E., Romero, N., Tapia, C. A., Silva, J., & Rivera, M. (2008). Study of some physicochemical and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) protein isolates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(12), 4745-4750.
- Alcazar del Castillo, J. (2002). Diccionario Técnico de Industrias Alimentarias. Peru.
- Antezana, R., Ticona, G., Yucra, F., Cayllahua, D., Alejo, R., & Churqui, U. (2015). Efecto de la germinación y cocción en las propiedades nutricionales de tres variedades de quinua (*Chenopodium quínoa* Willd.). *Revista Investigaciones Altoandinas-Journal of High Andean Research*, 17(2), 169-172.
- Apaza, V., Cáceres, G., & Pinedo, R. (2013). Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú: Ministerio de Agricultura y Riego (Perú) Instituto Nacional de Innovación Agraria Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Arena, E., Fallico, B., & Maccarone, E. (2001). Evaluation of antioxidant capacity of blood orange juices as influenced by constituents, concentration process and storage. *Food Chemistry*, 74(4), 423-427.
- Braverman, J. B. S., & Berk, Z. (1980). Introducción a la Bioquímica de Alimentos. Mexico.
- Cuniberti, M., Mir, L., & Juárez, M. (2016). Proteínas del trigo. Factores que influyen en su expresión. *Evaluación de cultivares de trigo en la EEA Marcos Juárez Actualización campaña 2016*, 105. Argentina.
- De La Riva, D. F. (2010). Comparacion del contenido de fitatos, polifenoles y capacidad antioxidante de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) cruda y procesada variedad Salcedo INIA. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Agroindustrial Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- FAO. (2011). La Quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial.

- García M. (2008) “Aperitivos Obtenidos a partir de cereales” <http://www.ugr.es/~mgroman/materiales/18.pdf>.
- GTZ, I., INIAP, ERPE. (2001). Manual de Producción de Quinoa de Calidad en el Ecuador”.
- Kaur, C., & Kapoor, H. (2001). Antioxidants in fruits and vegetables—the millennium’s health. *International journal of food science & technology*, 36(7), 703-725.
- Koechlin, F., & Blueridge-Institute. (2000). Ingeniería genética versus agricultura orgánica” Federación internacional de movimientos de agricultura orgánica
- Lohaus, G., & Moellers, C. (2000). Phloem transport of amino acids in two *Brassica napus* L. genotypes and one *B. carinata* genotype in relation to their seed protein content. *Planta*, 211(6), 833-840.
- lopez, A., El-Naggar, T., Dueñas, M., Ortega, T., Estrella, I., hernandez, T., Carretero, E. (2013). Efecto de la coccion y la germinacion de la composicion fenolica y propiedades biologicas de los granos oscuros.
- Luna, E. (2015). Influencia del germinado y coccion humeda en compuestos bioactivos de dos accesiones de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). (Ingeniero agroindustrial), Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Martínez – Valverde, I., Periago, M. J., & Ros, G. (2000). Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Arch. Latinoam. Nutr.*, 50(1), 5-18.
- Miranda, M., Vega-Gálvez, A., López, J., Parada, G., Sanders, M., Aranda, M., Di Scala, K. (2010). Impact of air-drying temperature on nutritional properties, total phenolic content and antioxidant capacity of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Industrial Crops and Products*, 32(3), 258-263. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.04.019>
- Mujica, A., Suquilanda, M., Chura, E., Ruiz, E., Leon, A., Cutipa, S., & Ponce, C. (2013). Producción Orgánica de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) (Vol. 1).
- Padilla F. C., Rincon A. M., & L., B.-R. (2008). contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 58(3), 303.
- Pokorny, J. N. & Gordon, M. (2005). Antioxidantes de los Alimentos. Aplicación y Prácticas. Zaragoza, Ed. Acribia SA, 364p

- Reardon, J. W. (2009). Importancia de los Antioxidantes en Nuestra Alimentación. *Food and Drug Protection Division. North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services*.
- Repo-Carrasco, R., Cortez, G., Montes, R. O., & Villalpando, L. Q. (2007). Cultivos andinos. De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. 1° ed. Córdoba: Hugo Báez Editor. *pág*, 243-294.
- Repo-Carrasco, R., & Encina Zelada, C. R. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de cereales andinos: quinua (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 74, 85-99.
- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., & Jacobsen, S.-E. (2003). Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food reviews international*, 19(1-2), 179-189.
- Repo-Carrasco, R., Pilco, J. J., & Zelada, C. R. E. (2011). Desarrollo y elaboración de un snack extruido a partir de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y maíz (*Zea mays* L.). *Ingeniería Industrial* (29), 209-224.
- Repo-Carrasco-Valencia, R., Hellström, J. K., Pihlava, J.-M., & Mattila, P. H. (2010). Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Food Chemistry*, 120(1), 128-133. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.087>
- Repo-Carrasco-Valencia, R., Ann-Mari., & Serna, L. A. (2011). Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. *Food Science and Technology (Campinas)*, 31, 225-230.
- Rivera, F., & Mónica, M. (2006). Obtención, caracterización estructural y determinación de las propiedades funcionales de un aislado proteico de quinua orgánica (*Chenopodium quinoa*). Para optar el título profesional de Ingeniero de Alimentos, Universidad de Chile, Santiago Chile.
- Rodríguez, H. (2001). Agroindustria de la quinua. *Instituto Nacional de Cultivos Andinos. Oficina central del Instituto con sede en Lima-Perú*.
- Segura Peña, D. (2004). Evaluación de la potencialidad funcional en 15 genotipos de papa nativa (*Solanum* sp.): Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Peru). Facultad de Industrias Alimentarias.

- SICA., P. (2001). Producción Orgánica de Quinoa” Quito, Ecuador. Servicio de información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. *Cultivos controlados*.
- Tacora Cauna, R. L., Luna Mercado, G. I., Bravo Portocarrero, R., Mayta Hanco, J., Choque Yucra, M., & Ibañez Quispe, V. (2010). Efecto de la presión de expansión por explosión y temperatura de tostado en algunas características funcionales y fisicoquímicas de dos variedades de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *JOURNAL de CIENCIA y TECNOLOGIA AGRARIA*, 2, 188-198.
- Tang, Y., Li, X., Zhang, B., Chen, P. X., Liu, R., & Tsao, R. (2015). Characterisation of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes. *Food Chemistry*, 166, 380-388.
- Thanapornpoonpong, S.-n., Vearasilp, S., Pawelzik, E., & Gorinstein, S. (2008). Influence of various nitrogen applications on protein and amino acid profiles of amaranth and quinoa. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(23), 11464-11470.
- Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., & Martínez, E. A. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), an ancient Andean grain: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(15), 2541-2547.
- Vilca, S. M., Espinoza, E., & Vidal, A. P. (2015). Multiplicación de semilla de variedades y ecotipos de quinua en valle de majes-Arequipa. *Revista Investigaciones Altoandinas-Journal of High Andean Research*, 17(3).
- Zea, C. (2011). Determinación biológica de la calidad proteica en la harina de quinua extruida de la variedad negra collana. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional del altiplano, Puno.
- Zubillaga, M., Quichán, S., & Barrio, D. (2009). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento, la fenología y la calidad nutricional de *Amarantus cruentus* en el Valle Inferior del Río Negro. Universidad Nacional de Río Negro, Argentina.

ANEXOS

Anexo 1

**Cuadro 1: Resultados de proteína, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de quinua orgánica y convencional en dos variedades**

			PROTEINA	COMPUESTOS FENOLICOS	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	
ORGANICA	SALCEDO INIA - PUNO	GRANO	R1	12.88065625	67.68796865	6.04948168
			R2	13.11485	66.34352183	5.94283372
			R3	12.88065625	68.36019206	5.930864392
			PROM.	12.9587	67.4639	5.9744
			DS	0.135212	1.02684	0.0653033
		HARINA EXTRUIDA	R1	11.94388125	83.82133049	11.72817408
			R2	11.7096875	82.47688367	12.0441216
			R3	11.7096875	84.26947943	11.60146071
			PROM.	11.7878	83.5226	11.7913
			DS	0.135212	0.932896	0.227972
	PASANKALLA - PUNO	GRANO	R1	13.5832375	75.30650063	12.83738476
			R2	13.81743125	76.65094745	12.57668104
			R3	13.81743125	77.32317086	12.58567133
			PROM.	13.7394	76.4269	12.6666
			DS	0.135212	1.02684	0.14799
		HARINA EXTRUIDA	R1	13.34904375	95.92135187	24.41309408
			R2	13.34904375	96.36950081	24.59316536
			R3	13.11485	97.48987316	24.5228742
PROM.			13.2710	96.5936	24.5097	
DS			0.135212	0.807912	0.0907544	
CONVENCIONAL	SALCEDO INIA - AREQUIPA	GRANO	R1	11.7096875	52.89905363	5.024488
			R2	11.94388125	49.53793658	5.024488
			R3	11.94388125	49.76201105	5.330367686
			PROM.	11.8658	50.7330	5.1264
			DS	0.135212	1.8792	0.1766
		HARINA EXTRUIDA	R1	10.07033125	60.06943667	9.72286104
			R2	10.304525	60.51758561	9.62036616
			R3	10.53871875	59.39721326	9.682944471
			PROM.	10.3045	59.9947	9.6754
			DS	0.234194	0.563908	0.0516633
	PASANKALLA - AREQUIPA	GRANO	R1	11.94388125	72.16945805	12.010128
			R2	11.7096875	68.36019206	11.916096
			R3	12.178075	71.72130911	12.0512
			PROM.	11.9439	70.7503	11.9925
			DS	0.234194	2.082	0.0692604
		HARINA EXTRUIDA	R1	11.2413	88.52689436	21.47048632
			R2	11.47549375	89.19911777	20.8869394
			R3	11.2413	88.30281989	21.10150592
PROM.			11.3194	88.6763	21.1530	
DS			0.135212	0.466448	0.295159	

## Anexo 2

**Resultados de la caracterización del grano de dos variedades de quinua procedente de producción orgánica y convencional**

**Cuadro 2: ANVA para el contenido proteico de quinua en grano Salcedo INIA**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Significancia</i>
Entre grupos	1.79166	1	1.79166	98.00	0.0006	*
Total (Corr.)	1.86479	5				

CV: 4.92015%

**Cuadro 3: Prueba múltiple de rango DUNCAN con un nivel de confianza 95% para el contenido proteico de quinua en grano Salcedo INIA**

<i>PROCEDENCIA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CONVENCIONAL	3	11.8658	X
ORGANICA	3	12.9587	X

**Cuadro 4: ANVA para el contenido proteico de quinua en grano Pasankalla**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Significancia</i>
Entre grupos	4.83565	1	4.83565	132.25	0.0003	*
Total (Corr.)	4.98191	5				

CV: 7.77308%

**Cuadro 5: Prueba múltiple de rango DUNCAN con un nivel de confianza 95% para el contenido proteico de quinua en grano Pasankalla**

<i>PROCEDENCIA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CONVENCIONAL	3	11.9439	X
ORGANICA	3	13.7394	X

**Cuadro 6: ANVA para el contenido de compuestos fenólicos de quinua en grano Salcedo INIA**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Significancia</i>
Entre grupos	419.884	1	419.884	183.12	0.0002	*
Total (Corr.)	429.056	5				

CV: 15.6746%

**Cuadro 7: Prueba múltiple de rango DUNCAN con un nivel de confianza 95% para el contenido de compuestos fenólicos de quinua en grano Salcedo INIA**

<i>PROCEDENCIA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CONVENCIONAL	3	50.733	X
ORGANICA	3	67.4639	X

**Cuadro 8: ANVA para el contenido de compuestos fenólicos de quinua en grano Pasankalla**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Significancia</i>
Entre grupos	48.3349	1	48.3349	17.94	0.0133	*
Total (Corr.)	59.1132	5				

CV: 4.67247%

**Cuadro 9: Prueba múltiple de rango DUNCAN con un nivel de confianza 95% para el contenido de compuestos fenólicos de quinua en grano Pasankalla**

<i>PROCEDENCIA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CONVENCIONAL	3	70.7503	X
ORGANICA	3	76.4269	X

**Cuadro 10: ANVA para la capacidad antioxidante de quinua en grano Salcedo INIA**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Significancia</i>
Entre grupos	1.07852	1	1.07852	60.84	0.0015	*
Total (Corr.)	1.14942	5				

CV: 8.63831%

**Cuadro 11: Prueba múltiple de rango DUNCAN con un nivel de confianza 95% para la capacidad antioxidante de quinua en grano Salcedo INIA**

<i>PROCEDENCIA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CONVENCIONAL	3	5.12645	X
ORGANICA	3	5.97439	X

**Cuadro 12: ANVA para la capacidad antioxidante de quinua en grano Pasankalla**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Significancia</i>
Entre grupos	0.681625	1	0.681625	51.06	0.0020	*
Total (Corr.)	0.735021	5				

CV: 3.1097%

**Cuadro 13: Prueba múltiple de rango DUNCAN con un nivel de confianza 95% para la capacidad antioxidante de quinua en grano Pasankalla**

<i>PROCEDENCIA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CONVENCIONAL	3	11.9925	X
ORGANICA	3	12.6666	X

### Anexo 3

**Resultados de la caracterización de la harina extruida de dos variedades de quinua procedente de producción orgánica y convencional**

**Cuadro 14: ANVA para el contenido proteico de harina extruida de quinua Salcedo INIA**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Significancia</i>
Entre grupos	3.29994	1	3.29994	90.25	0.0007	*
Total (Corr.)	3.4462	5				

CV: 7.51579%

**Cuadro 15: Prueba múltiple de rango DUNCAN con un nivel de confianza 95% para el contenido proteico de harina extruida de quinua Salcedo INIA**

<i>PROCEDENCIA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CONVENCIONAL	3	10.3045	X
ORGANICA	3	11.7878	X

**Cuadro 16: ANVA para el contenido proteico de harina extruida de quinua Pasankalla**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Significancia</i>
Entre grupos	5.26528	1	5.26528	288.00	0.0001	*
Total (Corr.)	5.33841	5				

CV: 8.43077%

**Cuadro 17: Prueba múltiple de rango DUNCAN con un nivel de confianza 95% para el contenido proteico de harina extruida de quinua Pasankalla**

<i>PROCEDENCIA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CONVENCIONAL	3	11.3194	X
ORGANICA	3	13.1929	X

**Cuadro 18: ANVA para el contenido de compuestos fenólicos de harina extruida de quinua Salcedo INIA**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Significancia</i>
Entre grupos	830.337	1	830.337	1397.54	0.0000	*
Total (Corr.)	832.714	5				

CV: 17.9841%

**Cuadro 19: Prueba múltiple de rango DUNCAN con un nivel de confianza 95% para el contenido de compuestos fenólicos de harina extruida de quinua Salcedo INIA**

<i>PROCEDENCIA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CONVENCIONAL	3	59.9947	X
ORGANICA	3	83.5226	X

**Cuadro 20: ANVA para el contenido de compuestos fenólicos de harina extruida de quinua Pasankalla**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Significancia</i>
Entre grupos	94.0254	1	94.0254	216.08	0.0001	*
Total (Corr.)	95.766	5				

CV: 4.72439%

**Cuadro 21: Prueba múltiple de rango DUNCAN con un nivel de confianza 95% para el contenido de compuestos fenólicos de harina extruida de quinua Pasankalla**

<i>PROCEDENCIA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CONVENCIONAL	3	88.6763	X
ORGANICA	3	96.5936	X

**Cuadro 22: ANVA para la capacidad antioxidante de harina extruida de quinua Salcedo INIA**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Significancia</i>
Entre grupos	6.71531	1	6.71531	245.80	0.0001	*
Total (Corr.)	6.82459	5				

CV: 10.8848%

**Cuadro 23: Prueba múltiple de rango DUNCAN con un nivel de confianza 95% para la capacidad antioxidante de harina extruida de quinua Salcedo INIA**

<i>PROCEDENCIA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CONVENCIONAL	3	9.67539	X
ORGANICA	3	11.7913	X

**Cuadro 24: ANVA para la capacidad antioxidante de harina extruida de quinua Pasankalla**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Significancia</i>
Entre grupos	16.9015	1	16.9015	354.50	0.0000	*
Total (Corr.)	17.0922	5				

CV: 8.09809%

**Cuadro 25: Prueba múltiple de rango DUNCAN con un nivel de confianza 95% para la capacidad antioxidante de harina extruida de quinua Pasankalla**

<i>PROCEDENCIA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CONVENCIONAL	3	21.153	X
ORGANICA	3	24.5097	X



**Anexo 4**

**Fotografías de la muestra de quinua convencional Majes – Arequipa**



Cosecha de quinua Salcedo INIA Majes - Arequipa



Cosecha de quinua Pasankalla Majes - Arequipa

Anexo 5

Fotografías del procesamiento de las muestras en CORPEX



Laminado de las muestras.



Proceso de extrusión.



Proceso de extrusión.



Proceso de molienda

Anexo 6

Fotografías del análisis de Proteína, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de las muestras



Preparación de muestra.



Proceso de Digestion.



Proceso de destilación.



Proceso de titulación.

Anexo 6

Fotografías del análisis de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de las muestras



Preparacion de muestra



Preparacion de muestra



Análisis de compuestos fenólicos



Análisis de compuestos fenólicos



Análisis de capacidad antioxidante



Análisis de capacidad antioxidante

Anexo 7  
Certificados de la investigación



**PERÚ** Ministerio de Agricultura y Riego Instituto Nacional de Innovación Agraria Estación Experimental Santa Rita Arequipa

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS , AGUAS Y SEMILLAS  
ESTACION EXPERIMENTAL - AREQUIPA INIA

NOMBRE O RAZON SOCIAL DEL SOLICITANTE	RELLY ESCARSA MERCADO
PROCEDENCIA	IRRIGACION DE MAJES
MUESTRA	SUELO

CODIGO DE LABORATORIO	FECHA DE INGRESO	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	LOTE	TIPO DE ANALISIS	N° DE INFORME
4944	28/08/2014	IRRIG. MAJES	1	CARACTERIZACION	4927

ANALISIS FISICO

ARENA (%)	LIMO (%)	ARCILLA(%)	TEXTURA	POROSIDAD (%)	CAPACIDAD DE CAMPO(%)	AGUA DISPONIBLE (%)	PUNTO MARCHITEZ PERMANENTE (%)
67.4	16.6	16.0	FRANCO ARENOSO	38.0	11.3	7.9	3.4

ANALISIS QUIMICO

ELEMENTO	UNIDAD	VALOR	DEFICIENTE	BAJO	NORMAL	ALTO	EXCESIVO	
Materia Organica	%	1.88	[Barra]					
Nitrogeno : C/N	%	0.09	[Barra]					
Fosforo : P	ppm	9.61	[Barra]					
Potasio : K	ppm	399.96	[Barra]					
CO3Ca	%	2.38	[Barra]					
			NO SALINO	DEBILMENTE SALINO	MODERAD. SALINO	SALINO	MUY SALINO	
C.E	dS/m extr. 1:2.5	0.40	[Barra]					
			ACIDO	MODERAD ACIDO	NEUTRO	MODERAD ALCALINO	ALCALINO	
pH	EXTR. 1:2:5	6.85	[Barra]					
BORO	mg/Kg							

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (meq/100gr de suelo)

Calcio(Ca)	Magnesio(Mg)	Sodio(Na)	Potasio(k)	CIC	suma de bases	PSI	Interpretacion CIC
10.400	1.200	0.739	1.026	13.365	13.365	5.529	medio

ANALISIS FISICO : INTERPRETACION

CULTIVO	TIPO DE SUELO REQUERIDO	INTERPRETACION
		Suelo de textura moderadamentegruesa, deficiente en retencion de humedad, buena capacidad de aireacion del suelo; para mejorar la calidad de suelo agricola incorporar materia organica al suelo de acuerdo al cultivo a instalar.

ANALISIS QUIMICO : INTERPRETACIONES

CULTIVO	VALORES OPTIMOS	INTERPRETACION
		Es un suelo con reacción ligeramente neutro en pH, no salino en conductividad eléctrica, bajo en contenido de materia orgánica y nitrógeno, normal en concentración de fósforo y alto en potasio respectivamente; para efectuar la recomendación de nutrientes, considerar la incorporación de materia orgánica y fertilizantes de acuerdo a los resultados de análisis; con referencia a la capacidad de intercambio catiónico CIC, la interpretación es medio.

MINISTERIO DE AGRICULTURA  
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA  
ENC. LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS  
E.E. AREQUIPA - INIA

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA  
ING. JAVIER JAIME RAMOS TELLO  
CONDUCTOR Y SUPERVISOR  
E.E.A. SANTA RITA - AREQUIPA

CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE CORDINADORA DEL PROGRAMA GRANOS ANDINOS DE LA FUNDACION SOLER.

Hace constar:

Que el **Sr. Wilmer Edy Quispe Colquehuanca**, identificado con DNI N° 45013661, Bachiller en ciencias agroindustriales de la Universidad Nacional del Altiplano "UNA-PUNO", obtuvo muestras de quinua orgánica con fines de estudio en la variedad Salcedo Inía de la **Sra. Candy Condori Mamani** una de nuestras productoras de la comunidad de Vizallani Distrito de Cabana Provincia de San Román identificada con código 840104 y en la variedad Pasankalla **del Sr. Felix Ivan Otazu Vilca** uno de nuestros productores de la comunidad de Machamarca distrito de Vilque provincia de Puno identificado con código 151521. Los cuales fueron calificados como productores 100% orgánicos en el certificado N°24229 emitida por la certificadora CERES, dichas muestras serán de utilidad en la ejecución del proyecto de investigación "EVALUACION COMPARATIVA DEL CONTENIDO PROTEICO, COMPUESTOS FENOLICOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE QUINUA (*Chenopodium quinoa willd*) ORGANICA Y CONVENCIONAL".

Se le expide la presente constancia a solicitud del interesado.

Puno, 3 de febrero del 2014

FUNDACION SOLER  
PROGRAMA GRANOS ANDINOS

  
Lic. Maria E. Miranda F.  
DIRECTORA GENERAL DEL PROGRAMA-PERU

Calle. Independencia 120-Of. 203  
Miraflores, Lima - Perú  
Telf.: 444-4167

2961 W. MacArthur Blvd.  
Suite # 126  
Santa Ana CA 92704 USA  
Phone (714) 5168115



# Certificate

of compliance with production rules equivalent to Regulations (EC) 834/2007 and (EC) 889/2008

Certificate N°: 24229

issued by CERES to:

**MARKETING AND TRADING COMPANY S.A.C./FUNDACION SOLER**  
**Jr. Lima 815 - Puno- Perú**

This certificate covers the following products and activities:

Product	Grower	Area (ha)	Quantity (Estimate) (t)	Status
Quinoa	72	50.04	40.66	Organic
Cañihua	14	4.23	3.38	Organic

**Activities:**

- Agricultural production (See annex)
- Export/Trading

Ursula Schulz, CERES GmbH

Happurg, July 23, 2014

Inspection date: March 24-27 and May 05, 2014      Certificate expires for all activities: May 31, 2015

The CERES certifier code **PE-BIO-140** must be used on all labels, delivery notes, invoices and other relevant documents related to organic sales.

Note that this certificate only refers to the organic mode of production according to Art. 29(1) of Reg. (EC) 834/07, not to any other aspect of food quality. CERES authorises the above mentioned operator to use the CERES seal on the organic products specified above, but not on products "in conversion". The CERES Seal is property of CERES GmbH, Happurg, Germany. (4.8.1e v 22.06.12)

CERES GmbH  
 Vorderhaslach 1  
 91230 Happurg  
 Germany

Phone: +49-9158-92829  
 Fax: +49-9158-9289862  
 E-mail: [ceres@ceres-cert.com](mailto:ceres@ceres-cert.com)  
[www.ceres-cert.com](http://www.ceres-cert.com)  
 Trade Register: HRB 21261

ISO/IEC Guide-65 accredited  
 for product certification by:





CORPORACIÓN EXPORTADORA DE ALIMENTOS PROCESADOS S.A.C.

## CONSTANCIA

**QUIEN SUSCRIBE:** GERENTE DE ADMINISTRACION DE CORPORACION  
EXPORTADORA DE ALIMENTOS PROCESADOS S.A.C. "CORPEX SAC." CON RUC  
N° 20405610729.

### CERTIFICA:

Que el Sr. **WILMER EDY QUISPE COLQUEHUANCA** Bachiller en Ciencias Agroindustriales de la Universidad Nacional del Altiplano, identificado con DNI 45013661 y código de alumno 061163; ha procesado sus muestras de harina extruida de Quinoa orgánica y convencional en dos variedades Pasankalla y Salcedo INIA en nuestra Planta de Alimentos para su utilización en la tesis denominada "EVALUACION COMPARATIVA DEL CONTENIDO PROTEICO, COMPUESTOS FENOLICOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*), ORGANICA Y CONVENCIONAL" dichas muestras fueron realizadas en el periodo de Julio a Agosto del 2015.

Se expide el presente documento a solicitud del interesado para los fines que crea conveniente.

Juliaca, 13 de Agosto del 2015

Atentamente



CORPORACIÓN EXPORTADORA  
ALIMENTOS PROCESADOS S.A.C.  
CORPEX

.....  
Julber Julia Chipu Ticona  
GERENTE DE ADMINISTRACION

Parque Industrial Taparachi A - 18 Sub Lote B - 1  
Juliaca - San Román - Puno  
FONO: 051 324292  
EMAIL: corpexsac@hotmail.com



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Av. Floral 1153, C.U. Telf. (051) 366080 IP. 20102 Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Nro. 0185-2015-LENA-EPIA

SOLICITANTE : WILMER EDY QUISPE COLQUEHUANCA  
 TITULO DE TESIS : "EVALUACION COMPARATIVA DEL CONTENIDO PROTEICO, COMPUESTOS FENOLICOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE QUINUA (Chenopodium quinoa Willd) ORGANICA Y CONVENCIONAL"  
 PRODUCTOS : HARINA DE QUINUA  
 ENSAYO SOLICITADO : PROTEINA  
 FECHA DE RECEPCION : 03 de Diciembre del 2015  
 FECHA DE ENSAYO : 03 de Diciembre del 2015  
 FECHA DE EMISION : 24 de Diciembre del 2015

RESULTADOS:

De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

REPT.	MUESTRA	Gasto HCl	% NITROGENO	%PROTEINA
1ra	M1 S. INIA grano – Puno	5,5	2,060905	12,88
	M2 S. INIA grano – Puno	5	1,87355	11,71
	M3 Pasankalla grano – Puno	5,8	2,173318	13,58
	M4 Pasankalla grano – Arequipa	5,1	1,911021	11,94
	M5 S. INIA harina extruida – Puno	5,1	1,911021	11,94
	M6 S. INIA harina extruida – Arequipa	4,3	1,611253	10,07
	M7 Pasankalla harina extruida – Puno	5,70	2,135847	13,35
	M8 Pasankalla harina extruida – Arequipa	4,80	1,798608	11,24
2da	M1 S. INIA grano – Puno	5,6	2,098376	13,11
	M2 S. INIA grano – Puno	5,1	1,911021	11,94
	M3 Pasankalla grano – Puno	5,9	2,210789	13,82
	M4 Pasankalla grano – Arequipa	5	1,87355	11,71
	M5 S. INIA harina extruida – Puno	5	1,87355	11,71
	M6 S. INIA harina extruida – Arequipa	4,4	1,648724	10,30
	M7 Pasankalla harina extruida – Puno	5,6	2,098376	13,11
	M8 Pasankalla harina extruida – Arequipa	4,9	1,836079	11,48
3ra	M1 S. INIA grano – Puno	5,5	2,060905	12,88
	M2 S. INIA grano – Puno	5,1	1,911021	11,94
	M3 Pasankalla grano – Puno	5,9	2,210789	13,82
	M4 Pasankalla grano – Arequipa	5,2	1,948492	12,18
	M5 S. INIA harina extruida – Puno	5	1,87355	11,71
	M6 S. INIA harina extruida – Arequipa	4,5	1,686195	10,54
	M7 Pasankalla harina extruida – Puno	5,6	2,098376	13,11
	M8 Pasankalla harina extruida – Arequipa	4,8	1,798608	11,24

METODOS UTILIZADOS EN LABORATORIO:

AOAC. 1990

CONCLUSIÓN : Los resultados de Proteína están conformes.

Puno, C.U. 24 de Diciembre del 2015



Ing<sup>o</sup> OSWALDO VASAS ALCA  
 Control de Calidad de Alimentos  
 LABORATORIO  
 C.I.P. 160625

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

Luis Alberto Jimenez Montroy  
 M.Sc. AGROINDUSTRIAL  
 C.I.P. 19612  
 JEFE DE LABORATORIO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

Ciudad Universitaria, Av. Sesquicentenario N° 1150, Telf.: (051)599430 / IP. 10301 / (051) 366080



CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE, JEFE DEL LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS EPIA-FCA-UNA-PUNO

Hace constar:

Que el Bach. **Wilmer Edy Quispe Colquehuanca** egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNA – PUNO. quien ha desarrollado y caracterizado la quinua como parte de su trabajo de tesis titulado “**Evaluación comparativa del contenido proteico, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de quinua (*Chenopodium Quinoa willd*) orgánica y convencional**” efectuando los siguientes análisis:

Características funcionales determinación del contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante. Análisis realizados en las instalaciones del Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos iniciando su trabajo el 05 de octubre al 27 de noviembre del 2015 tiempo en el cual realizo los análisis descritos.

Por lo cual se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines pertinentes.

Puno 24 de diciembre del 2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial  
*Luis Alberto Jiménez Montroy*  
**Luis Alberto Jiménez Montroy**  
M.Sc. AGROINDUSTRIAL  
CIP. 19812  
JEFE DE LABORATORIO

E-mail: [direccion.epiai@unap.edu.pe](mailto:direccion.epiai@unap.edu.pe)