

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

AGROINDUSTRIAL



TESIS

**“INFLUENCIA DEL GERMINADO Y COCCION HUMEDA EN
COMPUESTOS BIOACTIVOS DE DOS ACCESIONES DE CAÑIHUA
(*Chenopodium pallidicaule* Aellen)”**

PRESENTADA POR:

ELIZABETH LUNA MAMANI

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO - PERÚ

2015

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

TESIS

“INFLUENCIA DEL GERMINADO Y COCCION HUMEDA EN
COMPUESTOS BIOACTIVOS DE DOS ACCESIONES DE CAÑIHUA
(*Chenopodium pallidicaule* Aellen)”

PRESENTADA POR:

ELIZABETH LUNA MAMANI

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:

Ph. D. Juan Marcos Aro Aro

PRIMER MIEMBRO

:

Mg. Sc. Genny Isabel Luna Mercado

SEGUNDO MIEMBRO

:

Ing. Whany Quispe Chambi

DIRECTOR DE TESIS

:

Mg. Sc. Florentino Víctor Choquehuanca Caceres

ASESOR DE TESIS

:

Ing. Marienela Calsín Cutimbo

PUNO - PERÚ

2015

ÁREA: Ingeniería y tecnología

TEMA: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles
y eficientes

DEDICATORIA

A mis padres, Genaro y Albina (†) con todo mi cariño y afecto, por su gran amor, sacrificio, comprensión y confianza durante toda mi formación.



A mis hermanas Nery, Lucy y Karina por su amor y constante apoyo.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi profundo agradecimiento:

A la Facultad de Ciencias Agrarias en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Altiplano Puno por abrirme sus puertas y sus docentes por las enseñanzas y formación profesional impartida.

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria. Por brindarme la materia prima.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Por permitirme ejecutar mi proyecto de tesis.

A mi Director de tesis Ing. Mg. Sc. Florentino Víctor Choquehuanca Cáceres por haber confiado en mi persona, por su disposición y apoyo incondicional brindado y a mi Asesora Ing. Marienela Calsín Cutimbo, por su cooperación, paciencia, comprensión y sobre todo su amistad, durante todo el proceso y que posibilitó la conclusión de este trabajo.

A todos mis familiares por cada palabra de aliento y apoyo constante.

A mis amigas (os) por su compañía y los grandes momentos compartidos.

Y finalmente agradecer a todas las personas que de alguna manera estuvieron involucradas durante el desarrollo de la presente investigación.

INDICE GENERAL

Pág.

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

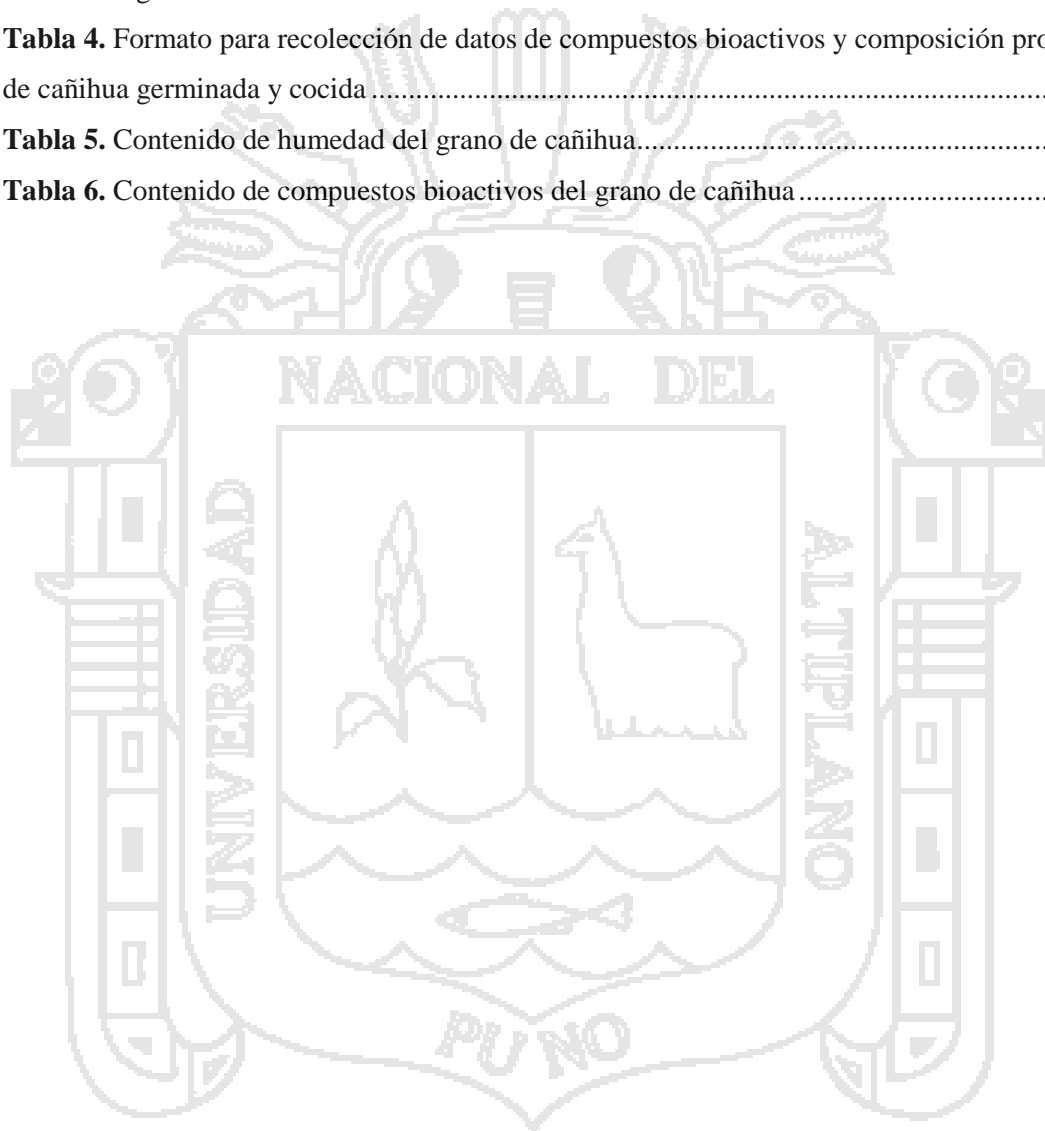
RESUMEN.....	11
I. INTRODUCCIÓN	12
II. REVISION BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. Cañihua	14
2.1.1. Origen.....	14
2.1.2. Accesiones	14
2.1.3. Clasificacion taxonomica.....	14
2.1.4. Composicion fisico-quimica y valor nutricional.....	15
2.2. Compuestos bioactivos.....	16
2.2.1. Antioxidantes	17
2.2.1.1. Antioxidantes naturales.....	18
2.2.1.2. Antioxidantes sintéticos	18
2.2.2. Eficacia de los antioxidantes	19
2.2.3. Compuestos fenólicos	19
2.2.4. Capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos	20
2.3. Efectos de algunos tratamientos sobre los compuestos bioactivos	21
2.3.1. Germinación.....	21
2.3.2. Cocción	22
III. MATERIALES Y METODOS	23
3.1. Lugar de ejecución	23
3.2. Materia prima	23
3.3. Equipos, materiales y reactivos	23
3.3.1. Materiales de laboratorio.....	23
3.3.2. Equipos.....	23

3.3.3. Reactivos	24
3.4. Metodología experimental.....	24
3.4.1. Evaluación de los compuestos bioactivos y composición proximal en el germinado de dos accesiones de cañihua.....	24
3.4.2. Evaluación de la influencia del germinado y cocción húmeda en los compuestos bioactivos y composición proximal de dos accesiones de cañihua	24
3.5. Métodos de análisis	26
3.5.1. Determinación de compuestos fenólicos.....	26
3.5.2. Determinación de la capacidad antioxidante.....	27
3.5.3. Determinación de la composición proximal.....	28
3.5.3.1. Humedad	28
3.5.3.2. Cenizas	29
3.5.3.3. Proteína	29
3.5.3.4. Grasa	29
3.5.3.5. Fibra	29
3.5.3.6. Carbohidratos	30
3.6. Análisis estadístico.....	30
3.6.1. Evaluación de los compuestos bioactivos y composición proximal en el germinado de dos accesiones de cañihua	30
3.6.2. Evaluación de la influencia del germinado y cocción húmeda en los compuestos bioactivos y composición proximal de dos accesiones de cañihua	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	33
4.1. Características del grano de cañihua	33
4.1.1. Humedad	33
4.1.2. Compuestos bioactivos.....	33
4.2. Evaluación de los compuestos bioactivos y composición proximal en el germinado de dos accesiones de cañihua.....	34
4.2.1. Compuestos bioactivos.....	34
4.2.1.1. Compuestos fenólicos	34
4.2.1.2. Capacidad antioxidante	36

4.2.2. Composición proximal	39
4.2.2.1. Ceniza.....	39
4.2.2.2. Grasa	41
4.2.2.3. Proteína	43
4.2.2.4. Fibra	45
4.2.2.5. Carbohidratos	47
4.3. Evaluación de los compuestos bioactivos y composición proximal en el germinado y cocción húmeda de dos accesiones de cañihua	49
4.3.1. Compuestos bioactivos.....	49
4.3.1.1. Compuestos fenólicos totales	49
4.3.1.2. Capacidad antioxidante	50
4.3.2. Composición proximal	51
4.3.2.1. Ceniza.....	51
4.3.2.2. Grasa	52
4.3.2.3. Proteína	53
4.3.2.4. Fibra	54
4.3.2.5. Carbohidratos	55
V. CONCLUSIONES	57
VI. RECOMENDACIONES	58
VII. BIBLIOGRAFIA.....	59
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

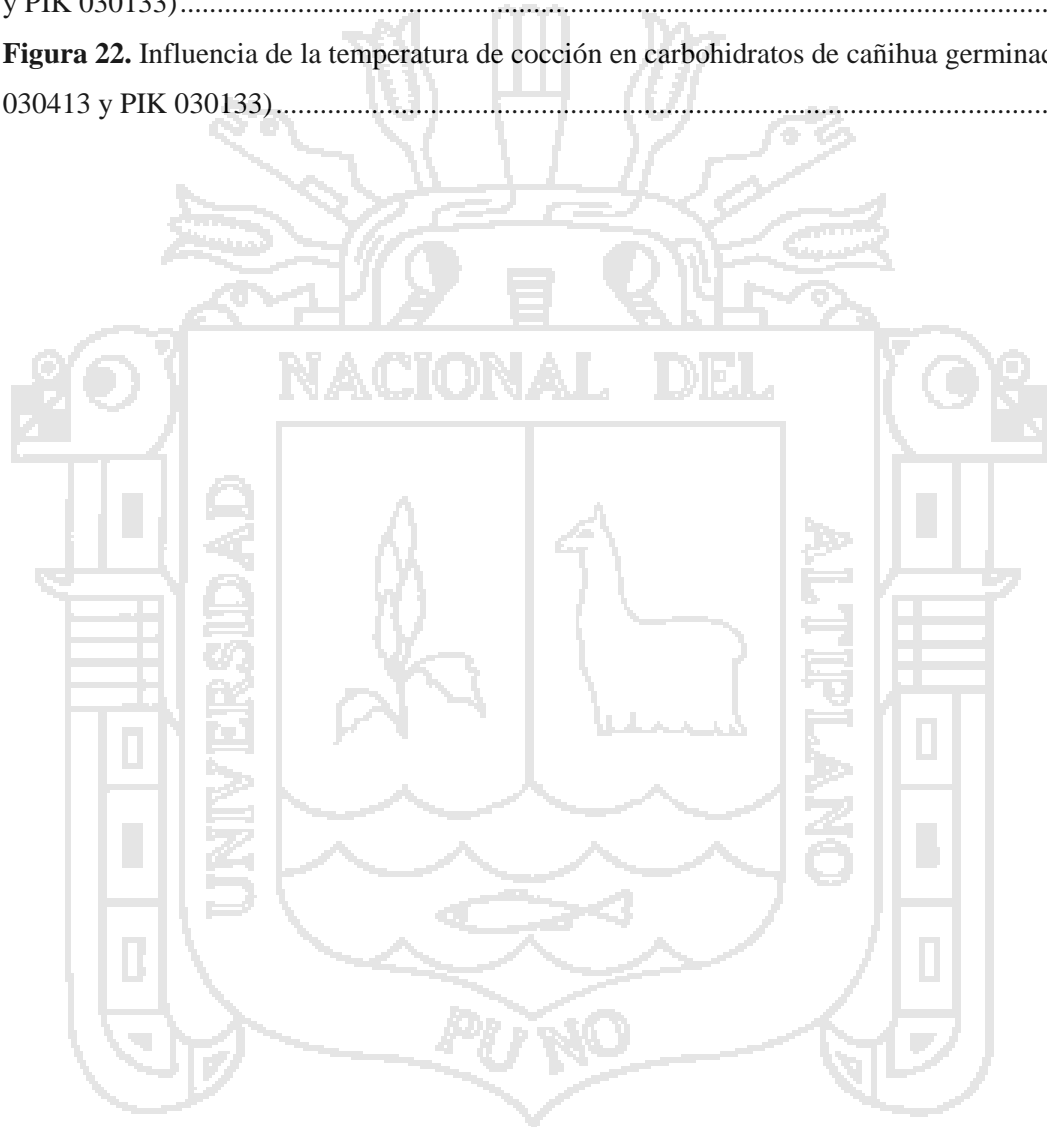
	Pág.
Tabla 1. Características de valor nutritivo-agroindustrial simples de 90 accesiones de cañihua	15
Tabla 2. Composición químico proximal del grano de cañihua y de cañihua germinada en la variedad Cupi	15
Tabla 3. Formato para recolección de datos de compuestos bioactivos y composición proximal de cañihua germinada.....	31
Tabla 4. Formato para recolección de datos de compuestos bioactivos y composición proximal de cañihua germinada y cocida	32
Tabla 5. Contenido de humedad del grano de cañihua.....	33
Tabla 6. Contenido de compuestos bioactivos del grano de cañihua	34



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de flujo para la obtención de harina de cañihua germinada y cocida.....	25
Figura 2. Influencia del tiempo de germinación en compuestos fenólicos de cañihua en la accesión PIK 030413	35
Figura 3. Influencia del tiempo de germinación en compuestos fenólicos de cañihua en la accesión PIK 030133	35
Figura 4. Influencia del tiempo de germinación en capacidad antioxidante de cañihua en la accesión PIK 030413	37
Figura 5. Influencia del tiempo de germinación en capacidad antioxidante de cañihua en la accesión PIK 030133	37
Figura 6. Influencia del tiempo de germinación en ceniza de cañihua en la accesión PIK 030413.....	40
Figura 7. Influencia del tiempo de germinación en ceniza de cañihua en la accesión PIK 030133.....	40
Figura 8. Influencia del tiempo de germinación en grasa de cañihua en la accesión PIK 030413.....	42
Figura 9. Influencia del tiempo de germinación en grasa de cañihua en la accesión PIK 030133.....	42
Figura 10. Influencia del tiempo de germinación en proteína de cañihua en la accesión PIK 030413.....	44
Figura 11. Influencia del tiempo de germinación en proteína de cañihua en la accesión PIK 030133.....	44
Figura 12. Influencia del tiempo de germinación en fibra de cañihua en la accesión PIK 030413.....	46
Figura 13. Influencia del tiempo de germinación en fibra de cañihua en la accesión PIK 030133.....	46
Figura 14. Influencia del tiempo de germinación en carbohidratos de cañihua en la accesión PIK 030413	48
Figura 15. Influencia del tiempo de germinación en carbohidratos de cañihua en la accesión PIK 030133	48
Figura 16. Influencia de la temperatura de cocción en los compuestos fenólicos de dos accesiones de cañihua germinada (PIK030413 y PIK 030133)	49
Figura 17. Influencia de la temperatura de cocción en la capacidad antioxidante de cañihua germinada en las accesiones PIK 030413 y PIK 030133	51

Figura 18. Influencia de la temperatura de cocción en ceniza de cañihua germinada (PIK 030413 y PIK 030133).....	52
Figura 19. Influencia de la temperatura de cocción en grasa de cañihua germinada (PIK 030413 y PIK 030133).....	53
Figura 20. Influencia de la temperatura de cocción en proteína de cañihua germinada (PIK 030413 y PIK 030133).....	54
Figura 21. Influencia de la temperatura de cocción en fibra de cañihua germinada (PIK 030413 y PIK 030133).....	55
Figura 22. Influencia de la temperatura de cocción en carbohidratos de cañihua germinada (PIK 030413 y PIK 030133).....	56



RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo evaluar la influencia del germinado y cocción húmeda en compuestos bioactivos de dos accesiones de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Para lo cual el grano de cañihua fue sometido a un acondicionamiento antes de la evaluación, que consistió en las operaciones de limpieza y selección (eliminación de impurezas) obteniéndose así para el germinado a 72 y 96 horas, luego se realizó el proceso de cocción húmeda a temperaturas de 65 y 85°C a presión atmosférica. De los análisis realizados, para el grano de cañihua germinada se muestra un mayor incremento a 72 horas en compuestos fenólicos con un valor de 95.29 mg. ácido gálico/100 g de materia seca, mientras que la capacidad antioxidante incremento a 96 horas con un de valor de 181.84 μmol . Trolox eq/g de materia seca, mostrando mejores resultados la accesión PIK 030133 y la composición proximal son variables, resaltando que el contenido proteico aumenta durante el proceso de germinación a medida que el tiempo incrementa. Para la cañihua procesada (germinada y cocida), se observa con mejor resultado en compuestos fenólicos y capacidad antioxidante (en granos germinados a 96 horas), cocida a una temperatura de 65°C presentando un valor de 81.80 mg. ácido gálico/100 g de materia seca y 129.84 μmol . Trolox eq/g de materia seca, teniendo mejores resultados la accesión PIK 030133 y la composición proximal presenta resultados ligeramente bajos en ambas accesiones. Concluyéndose que los compuestos fenólicos aumentan conforme se incrementa el tiempo de germinación hasta lograr una estabilidad y por el proceso de cocción húmeda disminuye ligeramente a medida que la temperatura aumenta. La capacidad antioxidante aumenta con el tiempo de germinado y disminuye a mayor temperatura de cocción, esto se debería a que durante la germinación existe una actividad enzimática y mientras que en la cocción disminuye, porque los antioxidantes se degradan a mayor temperatura, la composición proximal durante la germinación es favorable y en la cocción es afectado ocasionando una disminución.

I. INTRODUCCIÓN

La cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) es un pseudocereal que ha atraído mucho interés en los últimos años, esto debido a su excelente perfil de nutrientes. Además de ser una de las fuentes de energía, esto debido a su alto contenido de almidón (Repo-Carrasco *et al.*, 2010). Además este pseudocereal proporciona proteínas de buena calidad (Berganza *et al.*, 2003) también contiene niveles adecuados de micronutrientes importantes tales como los minerales vitaminas y otros componentes bioactivos tales como los polifenoles. Además son libres de gluten y pueden ser utilizados por personas que sufren de la enfermedad celiaca.

En los últimos diez años se han llevado muchas investigaciones en la composición de polifenoles de los alimentos y también sobre la biodisponibilidad de polifenoles, metabolismo y efectos biológicos, este interés en polifenoles 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 (López *et al.*, 2013). Los polifenoles son metabolitos secundarios de las plantas que juegan un papel en la protección de estas contra la radiación ultravioleta, agentes patógenos y herbívoros. Los polifenoles se han identificado en plantas comestibles, las principales fuentes de polifenoles son las frutas y bebidas, sin embargo las verduras, cereales y leguminosas son también buenas fuentes. Actualmente la ingesta estimada de polifenoles es mayor a 100mg/día. Esto sugiere que estos compuestos representan una parte importante de la ingesta dietética total de compuestos biológicamente activos (Rodríguez *et al.*, 2008; Alvarez-Jubetea *et al.*, 2010).

El procesamiento puede modificar el contenido de polifenoles de los alimentos de varias maneras. No obstante, la presencia de ciertos factores anti nutricionales en los granos hace que sea necesario ir a través de cualquier proceso de cocción antes de su consumo, solo para eliminar o al menos minimizar su contenido. Entre ellos el más largo método de procesamiento incluyen cocinar, germinar o fermentar (Dueñas *et al.*, 2009). En particular, la germinación generalmente mejora la calidad nutricional, no solo por la disminución de los componentes anti nutricionales, también mediante el aumento de los niveles de aminoácidos libres, hidratos de carbono, fibra dietética, así como la funcionalidad de semillas debido al aumento en compuestos bioactivos.

Teniendo en cuenta la importancia de la cañihua en la dieta humana, se tiene por objetivo determinar la influencia del germinado y cocción húmeda en los componentes bioactivos de dos accesiones de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), con la premisa mencionada los objetivos específicos son:

1. Evaluar los compuestos bioactivos y composición proximal en el germinado de dos accesiones de cañihua.
2. Evaluar la influencia del germinado y cocción húmeda en los compuestos bioactivos y composición proximal de dos accesiones de cañihua.



II. REVISION BIBLIOGRÁFICA

2.1. CAÑIHUA

2.1.1. ORIGEN

La Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) es propio de la altiplanicie andina, en el cual antiguamente en esta parte del territorio se desarrolló la cultura de Tiahuanaco. Durante la época de los incas la cañihua era un alimento exclusivo del Inca y su corte, (Hernandez y Leon, 1992).

Es una planta anual que pertenece a la misma familia que la quinua. Chenopodiaceae se parece a este cultivo y se le ha confundido mucho tiempo con esta planta hasta que Aellen lo clasificó en 1929 como una especie propia (Repo-Carrasco, 1992; Mujica *et al.*, 2002).

La Cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) es una planta que se llega a desarrollar hasta en alturas de 4000 m.s.n.m. debido fundamentalmente a su alta resistencia a las bajas temperaturas y precocidad de desarrollo (Repo-Carrasco *et al.*, 2010). El mismo autor indica que un factor negativo puede ser considerado el tamaño del grano, el mismo que casi nunca ha sobrepasado un milímetro de diámetro con un alto porcentaje de granos negros, lo que hace necesario hacer uso de técnicas para superar este inconveniente.

En nuestro país, la producción de Cañihua se encuentra principalmente en el departamento de Puno, donde se cultivan anualmente 5,638 y 5,594 hectáreas según datos del MINAG, (2013).

2.1.2. ACCESIONES

INIA-Puno (Instituto Nacional de Investigación Agraria) ha logrado recolectar 374 accesiones de cañihua (INIA-Puno, 2008).

2.1.3. CLASIFICACION TAXONOMICA

Según Mamani, (1994); Mujica *et al.*, (2002) plantean que la cañihua corresponde a la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	: Vegetal
Subreino	: Embryobionta
División	: Magnoliophyta
Subdivisión	: Angiospermas
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Caryophyllidae
Orden	: Caryophyllales
Familia	: Chenopodiaceae
Genero	: Chenopodium
Especie	: <i>Chenopodium pallidicaule</i>
Nombre común	: Cañahua, kañihua, cañihua, etc

2.1.4. COMPOSICION FISICO-QUIMICA Y VALOR NUTRICIONAL

La cañihua se caracteriza por un alto contenido de proteínas llegando a superar el 18%, con respecto a la variación de la composición química de la cañihua, esta depende de la variabilidad genética material, edad de maduración de la planta, localización, cultivo y fertilidad del suelo (Tapia, 1990). En cuanto a la calidad nutritiva de una proteína es determinada por su contenido en aminoácidos esenciales. Estos compuestos necesarios para mantener el equilibrio metabólico en el hombre pero además de estos aminoácidos esenciales, la Cañihua contiene varios aminoácidos que la destacan como fuente proteica vegetal superando a otros cereales y comparándose a otros alimentos de primer orden (Rojas *et al.*, 2008).

Tabla 1. Características de valor nutritivo-agroindustrial simples de 90 accesiones de cañihua

Componentes	Mínimo	Máximo	Media	SD
Proteínas (%)	12,76	19,00	16,12	1,55
Grasa (%)	2,11	14,50	7,46	1,96
Fibra (%)	5,45	11,12	8,41	1,16
Ceniza (%)	3,12	5,77	4,29	0,58
Carbohidratos (%)	45,72	67,70	56,91	5,33
Humedad (%)	4,68	14,70	10,37	1,76
Energía (Kcal/100g)	324,54	396,42	358,92	20,52
Granulo almidón (μ)	5,50	38,0	18,98	6,96
Azúcar invertido (%)	5,00	35,00	15,33	7,55
Agua empaste (%)	9,00	39,00	20,18	6.21

Fuente: (Rojas *et al.*, 2008).

Tabla 2. Composición químico proximal del grano de cañihua y de cañihua germinada en la variedad Cupi

Componentes (%)	Grano	CG1	CG2	CG3
Humedad	11.00	7.50	5.00	4.00
Lípidos	6.50	10.00	10.00	9.00
Proteína	16.80	17.30	17.50	17.70
Ceniza	5.10	2.64	2.60	2.89
Fibra	5.40	5.20	5.10	3.80
Carbohidratos	55.20	57.36	59.80	62.61

Fuente: (Castillo, 2010)

CG1: Cañihua germinada durante 48 horas

CG2: Cañihua germinada durante 72 horas

CG3: Cañihua germinada durante 96 horas

2.2. COMPUESTOS BIOACTIVOS

Se considera “componentes bioactivos” de un alimento a aquel que aporta un beneficio para la salud más allá de las consideraciones propias de la nutrición básica. Estos componentes se encuentran en general en pequeñas cantidades en los productos de origen vegetal. Se puede considerar como componentes bioactivos, tanto a algunas vitaminas y minerales, como a otros compuestos no nutrientes presentes fundamentalmente en plantas (fitoquímicos) que inducen efectos metabólicos derivados de su actividad biológica constatada en modelos de laboratorio y asociada a efectos beneficiosos sobre la salud humana, como ejemplo la mejoría de funciones fisiológicas o reducción de riesgo de padecer enfermedades (Olmedilla y Granado, 2007).

En el reino vegetal, se pueden distinguir 4 grandes grupos de compuestos bioactivos, entre los que se incluyen sustancias de diversas familias químicas, como son las sustancias nitrogenadas, las azufradas, las terpénicas y las más ampliamente estudiadas, las fenólicas. Muchos compuestos fenólicos tienen un impacto directo en la calidad de los productos que los contienen, pues en parte se encargan de sus propiedades sensoriales. Así, entre estos compuestos se encuentran pigmentos como las antocianinas (encargados de los tonos rojizos-azulados) o los flavonoles (tonos amarillentos), son susceptibles de ser oxidados por las enzimas presentes en los tejidos vegetales, y dar lugar a productos pardos (Martínez – Navarrete, Del Mar y Martínez, 2008).

Estos compuestos varían ampliamente en estructura química y función por ende se agrupan. Dentro de los compuestos fitoquímicos beneficiosos para la salud humana se podrían a las vitaminas C, E, K, vitaminas del grupo B, el ácido fólico; minerales, como el hierro, zinc, calcio, selenio; carotenoides (tanto los que poseen actividad provitamínica A como los que no la poseen); compuestos fenólicos (flavonoides, cinamatos y taninos), glucosinolatos y fitoesteroles, etc. Muchos de los compuestos mencionados son capaces de actuar por diversos

mecanismos (quizás el más conocido sea el antioxidante), así como interactuar de forma sinérgica o antagónica entre sí (Olmedilla, Granado y Herrero, 2001).

2.2.1. ANTIOXIDANTES

Los antioxidantes son ingredientes importantes que protegen la calidad de los alimentos retardando la oxidación. Los antioxidantes son moléculas que tienen la propiedad de evitar o prevenir la oxidación con otras moléculas (Helliwell, 1990).

Se producen reacciones de oxidación cuando un átomo o grupos de átomos ceden electrones, y para cada oxidación existe la correspondiente reducción que conlleva la adición de electrones. La actividad antioxidante es aquella que permite neutralizar los átomos de oxígeno. El átomo de oxígeno en estado libre tiene 4 pares de electrones y se torna inestable cuando pierde un electrón. Los radicales libres, son moléculas cuyos átomos carecen un electrón, esto hace que sean muy reactivos porque toman el electrón que les falta de una molécula vecina provocando así la oxidación de ésta última, que a su vez, al quedarse sin un electrón, se convierte en un radical libre con la capacidad de oxidar a otra molécula cercana, induciendo una reacción en cadena (Delgado, Betanzos y Sumaya, 2010; Escobar, 2010).

Almajano, (2009) menciona que las células, como parte de su propio metabolismo, producen radicales libres y especies reactivas del oxígeno (ROS). Estos radicales libres, son bloqueados por un complejo de sistema antioxidante de enzimas como la catalasa, superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa y un continuo de antioxidantes no enzimáticos, como las vitaminas A, E y C, glutatión, ubiquinona o flavonoides. Los seres vivos, tienen un complejo sistema, para hacer frente a esta oxidación y en especial, los vegetales, por estar expuestos a la radiación solar. Ciertas sustancias, llamadas antioxidantes, desde vitaminas hasta polifenoles, bloquean la acción de estos radicales libres (Alvarez-Jubetea *et al.*, 2010).

Cabe señalar que si se produce un desequilibrio entre los prooxidantes y los antioxidantes, se llega a un estado de estrés oxidativo, que puede ser producido por una excesiva producción de radicales libre. La dieta juega un papel importante en la prevención de las enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, fundamentalmente a través de la ingestión de compuestos bioactivos de origen vegetal (Franco y Moure, 2010).

Los polifenoles son los antioxidantes más abundantes en la dieta, ya que la ingesta media está estimada en alrededor de 1g, lo cual supone 10 veces más que la ingesta de vitamina C, 100 veces más que vitamina E y 500 la de carotenoides (Rodríguez *et al.*, 2008).

2.2.1.1. ANTIOXIDANTES NATURALES

Es muy difícil intentar definir los antioxidantes naturales, pero en general el término alude a aquellas sustancias que se presentan o pueden ser extraídas de los tejidos de las plantas, animales y aquellos que se forman durante el cocinado o el procesado de compuestos alimenticios de origen vegetal y animal. 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, Yanisleva y Gordon, 2004; Porras-Loaiza y Lopez-Malo, 2009).

Entretanto investigaciones de la actividad antioxidante de varias fuentes naturales demuestran que son eficaces y seguros, así extractos vegetales ricos en compuestos fenólicos despiertan un interés en la agroindustria porque retardan la degradación oxidativa de lípidos y mejoran las cualidades de los alimentos. Además se están estableciendo metodologías de extracción, identificación de compuestos activos, y evaluación de su eficacia de estos compuestos activos en la oxidación de aceites y alimentos, constatándose que la actividad antioxidante de una fuente natural es influenciada por diferentes factores como: región en donde la planta es cultivada, el solvente o técnica de extracción empleados, o el sustrato lipídico utilizado en el ensayo (Frankel, 1996).

2.2.1.2. 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).

Los antioxidantes sintéticos contienen sustituciones alquílicas para mejorar su solubilidad en grasas 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). La toxicología de los antioxidantes sintéticos se ha estudiado con gran profundidad, aconsejan mantener cierta precaución. En este caso los antioxidantes naturales se presentan como sustancias más saludables.

2.2.2. EFICACIA DE LOS ANTIOXIDANTES

El grado de polimerización tiene un marcado efecto en la eficacia de los antioxidantes. Así los compuestos poliméricos son más potentes como antioxidantes que los monoméricos. La eficacia antioxidante varía además en función a la solubilidad relativa en fase acuosa o lipofílica, que afecta a la accesibilidad de los radicales peroxi y a la volatilidad de su persistencia a lo largo del almacenamiento o tratamiento térmico. La unión de azúcares hace a los compuestos fenólicos más hidrosolubles pero disminuye su actividad antioxidante (Rice-Evans, Millar y Paganga, 1996). Así mismo Torres *et al.*, (2002), sugiere que la eficacia se puede relacionar con interacciones hidrofóbicas e hidrofílicas dependiendo de su estructura. Por otro lado Pazos *et al.* (2004), menciona que los antioxidantes hidrofílicos son menos activos puesto que se diluyen en fase acuosa. Chen y Ho, (1997) menciona que algunos polifenoles podrían inducir la generación del peróxido de hidrógeno en soluciones acuosas, que entonces promueven la oxidación de las emulsiones.

2.2.3. COMPUESTOS FENÓLICOS

Los compuestos fenólicos o polifenoles se caracterizan por ser uno de los grupos de compuestos presentes en el reino vegetal, siendo parte importante de la dieta tanto humana como animal. Álvarez-Jubetea *et al.*, (2010) menciona que los polifenoles son metabolitos secundarios de las plantas que juegan un papel en la protección de las plantas contra la radiación ultravioleta, agentes patógenos y herbívoros. Con diferentes estructuras químicas y actividad, englobando más de 8000 compuestos distintos. Actualmente, este grupo de compuestos presentan un gran interés nutricional por su contribución al mantenimiento de la salud humana. De este modo, muchas de las propiedades beneficiosas descritas en los alimentos de origen vegetal, asociados principalmente a la actividad antioxidante de estos compuestos, están relacionadas con la presencia y el contenido de compuestos fenólicos (Martínez-Valverde, Periago y Ros, 2000).

Los flavonoides es el grupo más ampliamente distribuido (flavonoles, flavonas, isoflavonas, flavanonas, antocianinas y flavanonas) estos son constituyentes naturales de los alimentos vegetales y proporcionan, en gran medida, el sabor, color y textura de estos alimentos. Los flavonoides más abundantes en los vegetales son los flavonoles y las flavonas (un subgrupo de flavonoles) y los glucosidos de ambos. Los flavonoles poseen una coloración amarillenta, estos compuestos pueden ser identificados claramente por la existencia de un grupo carbonilo en C4. Según el grado de oxidación de la molécula pueden distinguirse diferentes tipos de compuestos (Porrás-Loaiza y López-Malo, 2009).

Los flavonoides son la clase predominantemente descrita de los fenoles presentes en los alimentos, porque son aproximadamente 2/3 de los fenoles consumidos en la dieta humana. Debido a su presencia ubicua en los alimentos de origen vegetal, los humanos consumen compuestos fenólicos a diario. El rango de consumo es de 25 mg a 1g por día dependiendo del tipo de dieta (frutas, vegetales, granos, té, especias) (Robbins, 2003). Esto sugiere que estos compuestos representan una parte importante de la ingesta dietética total de compuestos biológicamente activos (Hooper y Cassidy, 2006).

2.2.4. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS

La capacidad antioxidante de un alimento depende de la naturaleza y concentración de los antioxidantes presentes en él. Existen investigaciones que verifican la actividad antioxidante e identifican los compuestos activos. Constatando también que la actividad antioxidante es influenciada por diversos factores como: la región donde es cultivada, el solvente o técnica de extracción empleados, sustratos lipídicos utilizados en el ensayo (Frankel, 1998).

La actividad antioxidante corresponde a la razón constante de un solo antioxidante en contra de un radical libre dado. La capacidad antioxidante es la medida de las moles de un radical dado, reduciendo por la solución prueba independientemente de la actividad antioxidante de cualquier antioxidante presente en la mezcla (Zheng y Wang, 2001). Calsin, (2007) menciona que el radical libre (RL) es cualquier especie química capaz de existir de forma independiente y que presenta uno o más electrones desapareados en su estructura. Como consecuencia, son altamente reactivos lo que hace que tengan una vida media del orden de milisegundos, aunque varía según el tipo de radical libre (Franco y Moure, 2010). Además a bajas concentraciones los radicales libres son necesarios para el buen funcionamiento celular pudiendo actuar como segundos mensajeros estimulando la proliferación celular y/o actuando como mediadores para la activación de las células. Sin embargo, un exceso de los mismos puede acumularse hasta niveles tóxicos dando como resultado que se produzcan diversas acciones sobre el metabolismo de los principios inmediatos, que pueden ser origen del daño celular (García, 2005).

2.3. EFECTOS DE ALGUNOS TRATAMIENTOS SOBRE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS

2.3.1. GERMINACIÓN

Matilla, (2003) define la germinación como el conjunto de procesos metabólicos y morfogénicos que tienen como resultado la transformación de un embrión en una plántula capaz de valerse por sí misma y transformarse en una planta fotosintéticamente competente. Cuando las semillas viables en estado de quiescencia se embeben con agua, comienzan una serie de eventos que culminan con la emergencia de la radícula por fuera de las envolturas seminales o del fruto. Esto significa que el proceso de la germinación se cumplió exitosamente. (Lallana, Elizalde y García, 2005).

La germinación de cereales es importante en la industria del malteado, que depende de un cierto grado de degradación del almidón. El malteo es el proceso de germinación controlada que libera una dotación de enzimas capaces de convertir el almidón del cereal en azúcares fermentables (Tian *et al.*, 2010), cabe señalar también que la germinación se produce como un proceso biológico complejo que implica naturalmente reacciones catabólicas, tales como la hidrólisis de sustancias de reserva y las reacciones anabólicas, tales como la síntesis de la enzima y la reparación de los componentes celulares para producir nuevas células del embrión (Dueñas *et al.*, 2009). Este proceso se puede utilizar para mejorar la calidad sensorial

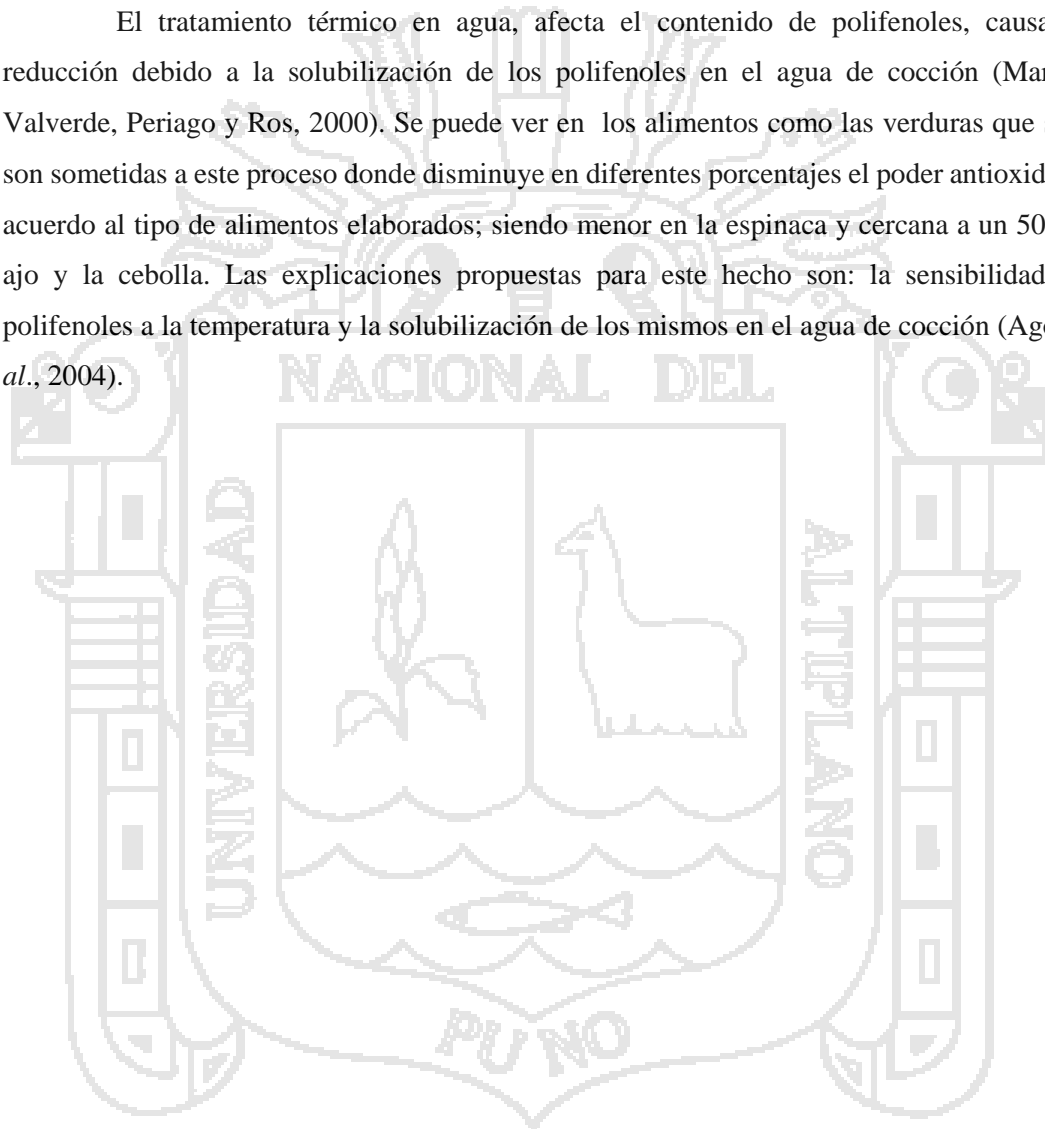
La cañihua con el proceso de germinación incrementa la capacidad antioxidante, compuestos fenólicos y productos de reacción de maillard, incluyendo productos finales glicosilada avanzada mientras que disminuyó marcadores de estrés oxidativo. Todos los parámetros mostraron un patrón de tiempo similar, con un máximo de 72 h (Abderrahim *et al.*, 2012).

Estudios realizados por Pasko *et al.*, (2009) en germinación de algunos cereales como la quinua y amaranto, dependía de la longitud de su crecimiento, y se alcanzaron los valores de pico en el cuarto día en el caso de amaranto y en el sexto día en el caso de la quinua para ambos realizados con las metodologías del ABTS y DPPH. Los datos obtenidos por ambos métodos mostraron correlación significativa entre el contenido de polifenoles totales en las semillas germinadas. Los granos germinados que crecen en la luz del día y en la oscuridad observamos algunos cambios significativos de contenido de polifenoles totales (PT), contenido de antocianinas (ANT) y la actividad antioxidante.

2.3.2. COCCIÓN

Las frutas y vegetales después de ser procesados sufren cambios físicos y químicos, que podrían afectar el contenido de sus fitonutrientes y sus antioxidantes, generalmente son consumidos después de una cocción, varias son las formas de procesamiento con fines de comercialización entre ellos, deshidratados y congelados (De La Riva, 2010).

El tratamiento térmico en agua, afecta el contenido de polifenoles, causando su reducción debido a la solubilización de los polifenoles en el agua de cocción (Martínez – Valverde, Periago y Ros, 2000). Se puede ver en los alimentos como las verduras que siempre son sometidas a este proceso donde disminuye en diferentes porcentajes el poder antioxidante, de acuerdo al tipo de alimentos elaborados; siendo menor en la espinaca y cercana a un 50% en el ajo y la cebolla. Las explicaciones propuestas para este hecho son: la sensibilidad de los polifenoles a la temperatura y la solubilización de los mismos en el agua de cocción (Agostini *et al.*, 2004).



III. MATERIALES Y METODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo en el departamento de Puno en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno.

3.2. MATERIA PRIMA

Se trabajó con las accesiones PIK 030413 y PIK 030133 adquiridas del Instituto Nacional de Investigación Agraria INIA – Puno.

3.3. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

3.3.1. MATERIALES DE LABORATORIO

- ✓ Cronometro.
- ✓ Erlenmeyer de 250 ml.
- ✓ Fiolas de 5, 10, 25, 50, 500 y 1000 ml.
- ✓ Matraces de 250, 500 y 1000ml.
- ✓ Micropipetas de 5-50, 20-200 y 100-1000 μ L como tips.
- ✓ Pipetas volumétricas de 5, 10ml.
- ✓ Probetas de 10, 50 y 500ml.
- ✓ Soportes.
- ✓ Tubos de ensayo de 5 y 7ml.
- ✓ Vasos precipitados de 25, 50, 100, 250 y 500ml.

3.3.2. EQUIPOS

- ✓ Agitadores magnéticos MicroMix Potencia 12 W. Rango de velocidad 200-1500 rpm.
- ✓ Balanza electrónica Henkel Serie KG 25550.
- ✓ Centrifugadora DYNAC 420101, USA.
- ✓ Cocina eléctrica PREMIER.
- ✓ Espectrofotómetro 4802- UV/VIS DOUBLE BEAM.
- ✓ Estufa marca MEMMET.
- ✓ Mortero de 5 – 20g.
- ✓ Rotavapor lavorota 4000 HEIDOLPH.
- ✓ Termómetro IR FLUKE MINI 62.

3.3.3. REACTIVOS

- ✓ ABTS (2,2 Azino-bis 3 Ethylbenzothializone-6-sulfonic Acid Diamonium Salt 98%) (SIGMA ALDRICH).
- ✓ Acido galico (acido 3,4,5- trihidroxibenzoico) (MERK).
- ✓ Agua destilada (MERCK).
- ✓ Carbonato de sodio Na_2SO_3 (MERK).
- ✓ Folin Ciocalteau 2N (MERCK).
- ✓ Metanol CH_3OH 99.8% (SIGMA ALDRICH).
- ✓ Persulfato de Sodio (MERCK).

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

El presente proyecto de investigación se ha realizado de acuerdo a los objetivos planteados.

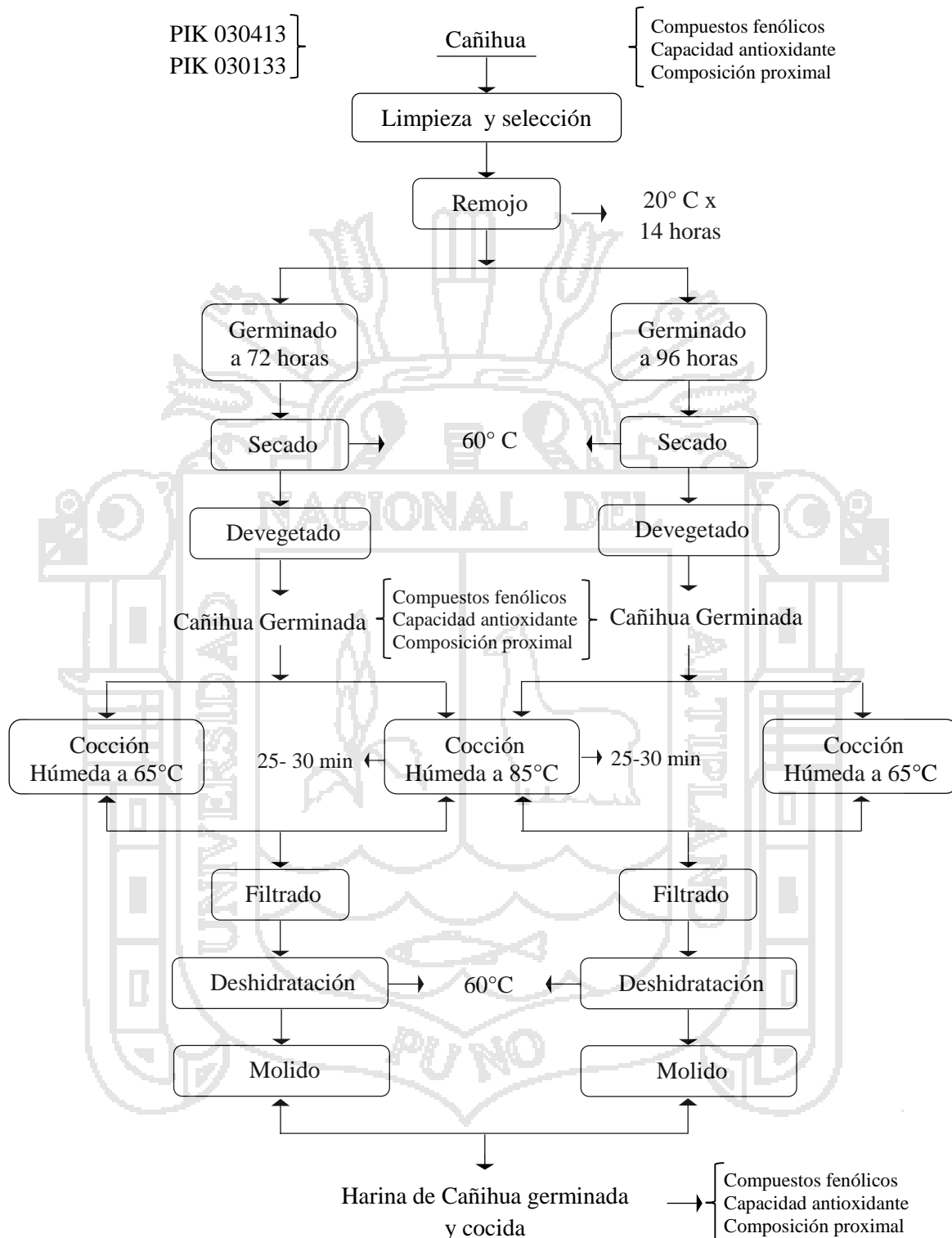
3.4.1. EVALUACIÓN DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS Y COMPOSICIÓN PROXIMAL EN EL GERMINADO DE DOS ACCESIONES DE CAÑIHUA

Se trabajó con las accesiones promisorias PIK 030413 y PIK 030133 en dos tiempos de germinación de 72 y 96 horas luego del geminado se evaluó los compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y composición proximal. El diseño experimental se muestra en la primera parte de la Figura 1.

3.4.2. EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL GERMINADO Y COCCIÓN HÚMEDA EN LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS Y COMPOSICIÓN PROXIMAL DE DOS ACCESIONES DE CAÑIHUA

Se trabajó con las accesiones promisorias PIK 030413 y PIK 030133 en dos tiempos de germinación de 72 y 96 horas y dos temperaturas de cocción de 65 y 85°C luego se evaluó en la harina de cañihua los compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y composición proximal como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Diagrama de flujo para la obtención de harina de cañihua germinada y cocida



Fuente: Dueñas *et al.*, (2009); Castillo, (2010); Abderrahim *et al.*, (2012)

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EXPERIMENTAL

Limpieza. Los granos de cañihua se sometieron a limpieza y selección, para eliminar partículas extrañas, con la finalidad de obtener y trabajar en condiciones de pureza y calidad.

Remojo. Proceso por el cual el grano de cañihua se sometió en un recipiente por un tiempo de 14 horas a una temperatura de 20°C.

Germinado. Las muestras después del remojo se colocan en los germinadores a una temperatura de 20° C por 72 y 96 horas. La germinación o malteado, se realizaron con el objetivo de transformar los almidones en azúcares reductores por acción de las amilasas.

Secado. Los granos germinados se secaron en un secador de bandejas por un tiempo de 12 horas a 60°C, con la finalidad de inhibir su evolución biológica.

Devegetado. Luego del secado los granos secos se eliminan las raicillas y cascarillas en forma manual, con la finalidad de evitar la absorción de agua.

Cocción Húmeda. Se cocinó el grano de cañihua en agua a temperaturas de 65°C y 85°C por un periodo de tiempo de 20-35 minutos.

Filtrado. Este proceso unitario de separación de sólidos en suspensión en un líquido mediante un medio poroso, que retiene los sólidos se realiza con el fin de separar completamente.

Deshidratación. Consiste en que el grano pierda agua a través de un horno con aire a 60°C. Una vez seca (10% humedad).

Molido. Proceso por el cual la muestra se muele para obtener harina en un molino casero.

3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.5.1. DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS

Se utilizó la metodología reportado por Singleton y Rossi, (1965), el cual se basa en la cuantificación espectrofotométría del complejo coloreado formado por la reacción entre los compuestos fenólicos y el reactivo Folin - Cicocalteau. El procedimiento es el siguiente:

Se preparó soluciones de carbonato de sodio y Folin - Cicocalteau 1N. Para cuantificar los compuestos fenólicos totales, luego se deposita en tubos de prueba de 500µl de los extractos obtenidos, a ello se le añade 250 µl del reactivo Folin – Cicocalteau 1N y se adiciona 1250 µl de la solución de carbonato de sodio, se homogeniza el conjunto y se deja reposar por 30 minutos a temperatura ambiente, luego se realiza la lectura a la longitud de onda de 755nm. Paralelamente se preparó un blanco con metanol en lugar de extracto y se trabajó bajo las mismas condiciones, el blanco sirve para llevar a cero el espectrofotómetro.

Tomando como referencia la curva estándar reportada por Aguilar, (2002) que se muestra en la siguiente ecuación. Los resultados se expresan como mg. ácido gálico/100g de Cañihua.

La ecuación para la cuantificación de compuestos fenólicos fue la siguiente:

$$Y = 0.22407447 x Abs - 0.001586$$

Donde Y, es el contenido en mg ácido gálico/ml

El contenido de compuestos fenólicos totales se calculó con la siguiente ecuación:

$$mg. \text{ácido} \frac{gálico}{100g} = ((0.22407447 x Abs) - 0.001586) x Fd x A x 100$$

Dónde:

Abs : Absorbancia de la muestra medidas a 755nm

Fd : Factor de dilución

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

3.5.2. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Se utilizó la metodología reportado por Arnao, (2001). El método permite evaluar la capacidad antioxidante debido a la decoloración de un radical libre preformado por la acción del compuesto antioxidante. Es aplicable para antioxidantes hidrofílicos, así como también para los lipofílicos. El procedimiento es el siguiente:

La solución de ABTS se preparó diluyendo 78.4 mg. Luego se enrasa 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 pesa 26.4mg. Y se enrasa 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), luego se mezclaron bien y se dejó reposar en oscuridad por 12 horas a temperatura ambiente, antes de ser usada. La solución madre sirve para las 4 horas siguientes.

De la solución madre se preparó una solución diluida de ABTS⁺² y se le adiciono 60mL de metanol al 96%, esta solución debe dar una lectura de absorbancia a 734 nm de 1,1±0.02, de lo contrario debe corregirse agregando metanol o solución madre, según sea el caso (conservar en un frasco ambar). Se llevó previamente a cero el espectrofotómetro con metanol.

Para proceder a la cuantificación de la capacidad antioxidante se toma 15 µl de los extractos obtenidos, se adicionan 2850 µl de solución de ABTS diluida, luego se agito por 2 horas y 30 minutos ya que en este tiempo se mantiene constante, a temperatura ambiente. Luego se procede a realizar las lecturas de absorbancia a 734 nm. Las lecturas deben estar comprendidas entre 0.1 y 1.05. Para preparar el blanco se procede de la misma manera pero se utiliza en lugar de la muestra metanol. La actividad antioxidante se estima usando una curva estándar teniendo como patrón el trolox, el cual es una sustancia hidrosoluble análoga de la vitamina E. los resultados se expresan como µmol trolox equivalente/g. de Cañihua.

Tomando como referencia la curva estándar reportada por Calsín (2007) para la cuantificación de la capacidad antioxidante que se muestra en la siguiente ecuación:

$$\mu\text{mol trolox equivalente/ml} = 0.7836 \times \text{Abs} - 0.001$$

Y la capacidad antioxidante se calculara con la ecuación:

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

Dónde:

Y: µmol trolox equivalente/g. de muestra fresca

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

Fd: factor de dilución

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

3.5.3. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN PROXIMAL

La determinación del contenido de humedad, ceniza, proteínas, grasa, fibra y carbohidratos se realizó de acuerdo a los métodos citados por A.O.A.C, (1990).

3.5.3.1. Humedad

Para la determinación de humedad se utilizó el método gravimétrico por la pérdida de peso de la muestra al someterse a calentamiento en estufa, hasta peso constante, método 925.23 de la A.O.A.C, (1990). Los cálculos se hicieron como sigue:

$$\% \text{Humedad} = \frac{(P1 - P2) * 100}{P}$$

3.5.3.2. Cenizas

Para la determinación de cenizas se utilizó el método gravimétrico, basado en la incineración de la materia orgánica y obtención de residuos a una temperatura de 600°C, hasta peso constante, método 942.05 de la A.O.A.C, (1990). Los cálculos se hicieron como sigue:

$$\%Ceniza = \frac{Peso\ de\ ceniza * 100}{Peso\ de\ la\ muestra}$$

3.5.3.3. Proteína

Para la determinación de proteína se realizó con el método de la transformación de los compuestos nitrogenados presentes en la muestra, en amonio por digestión con ácido sulfúrico concentrado en presencia de oxidantes. Método recomendado por la A.O.A.C, (1990).

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

Dónde:

V = volumen de gasto del ácido clorhídrico

N = normalidad del ácido

Meq = mili equivalente 14/1000

6.25 factor, relación nitrógeno-proteína 100/16

3.5.3.4. Grasa

La determinación de grasa se realizó por el método de Soxhlet, de extracción de grasas, para lo cual se hidroliza la muestra con ácido clorhídrico diluido. La masa obtenida, conteniendo las materias grasas se extrae con el éter, el solvente se evapora y el residuo se pesa, método 963.1 de la A.O.A.C, (1990). Los cálculos se hicieron como sigue:

$$\%Grasa = \frac{(Peso\ de\ la\ materia\ con\ grasa - Peso\ matraz\ vacio) * 100}{Peso\ de\ la\ muestra}$$

3.5.3.5. Fibra

La determinación de la fibra cruda, la muestra exenta de grasa se trata con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de potasio de concentraciones conocidas. El residuo se separa por filtración, lavar, desecar y pesar el residuo insoluble, determinando posteriormente su pérdida de masa por calcinación a 550°C, método 962.09 de la A.O.A.C, (1990). Los cálculos se hicieron como sigue:

$$\%Fibra = \{[(M1 - Mf) - M2]/M\} * 100$$

3.5.3.6. Carbohidratos

Por diferencia de 100 y la suma de los otros componentes.

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El presente trabajo de investigación, se utilizó un diseño DCA bajo el experimento factorial, con tres repeticiones por tratamiento y su variabilidad mediante la desviación estándar. Así mismo se realiza un análisis de varianza con la finalidad de determinar si existe una diferencia significativa entre los procesos y el efecto de ellos, como variables de respuesta se tiene los compuestos bioactivos (compuestos fenólicos y capacidad antioxidante) y la composición proximal (cenizas, proteínas, grasa, fibra y carbohidratos), que se realizó con el software Statgraphics plus 16.1.

3.6.1. EVALUACIÓN DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS Y COMPOSICIÓN PROXIMAL EN EL GERMINADO DE DOS ACCESIONES DE CAÑIHUA

Se evaluó los compuestos bioactivos (compuestos fenólicos y capacidad antioxidante) y la composición proximal como variables de respuesta en la evaluación del germinado de dos accesiones promisorias de cañihua, usando un diseño completamente al azar de A x 3B donde los niveles fueron, realizado para cada accesión:

Factor A

- Accesiones de cañihua (PIK 030413, PIK 030133)

Factor B

- Tiempo de Germinado (0, 72, 96 horas)

Para la comparación se utiliza la prueba de Tukey, realizando una clasificación de los diferentes tratamientos, encontrándose el mejor.

Tabla 3. Formato para recolección de datos de compuestos bioactivos y composición proximal de cañihua germinada

ACCESION (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	TRATAMIENTO Germinacion (horas)	EVALUACIONES		
		Compuestos fenólicos	Capacidad antioxidante	Composición Proximal
PIK 030413 PIK 030133	0 horas	_____	_____	_____
	72 horas	_____	_____	_____
	96 horas	_____	_____	_____

3.6.2. EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL GERMINADO Y COCCIÓN HÚMEDA EN LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS Y COMPOSICIÓN PROXIMAL DE DOS ACCESIONES DE CAÑIHUA

Se evaluó la influencia de dos tiempos de germinación (72 y 96 horas) y dos temperaturas de cocción (65 y 85 ° C) en los compuestos bioactivos (compuestos fenólicos y capacidad antioxidante) y composición proximal de las muestras obtenidas, usando un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 4x2x2 realizado para cada accesión:

Factor A

- ✓ PIK 030413 – Germinado a 72 horas
- ✓ PIK 030413 – Germinado a 96 horas
- ✓ PIK 030413 – Germinado a 96 horas
- ✓ PIK 030413 – Germinado a 96 horas

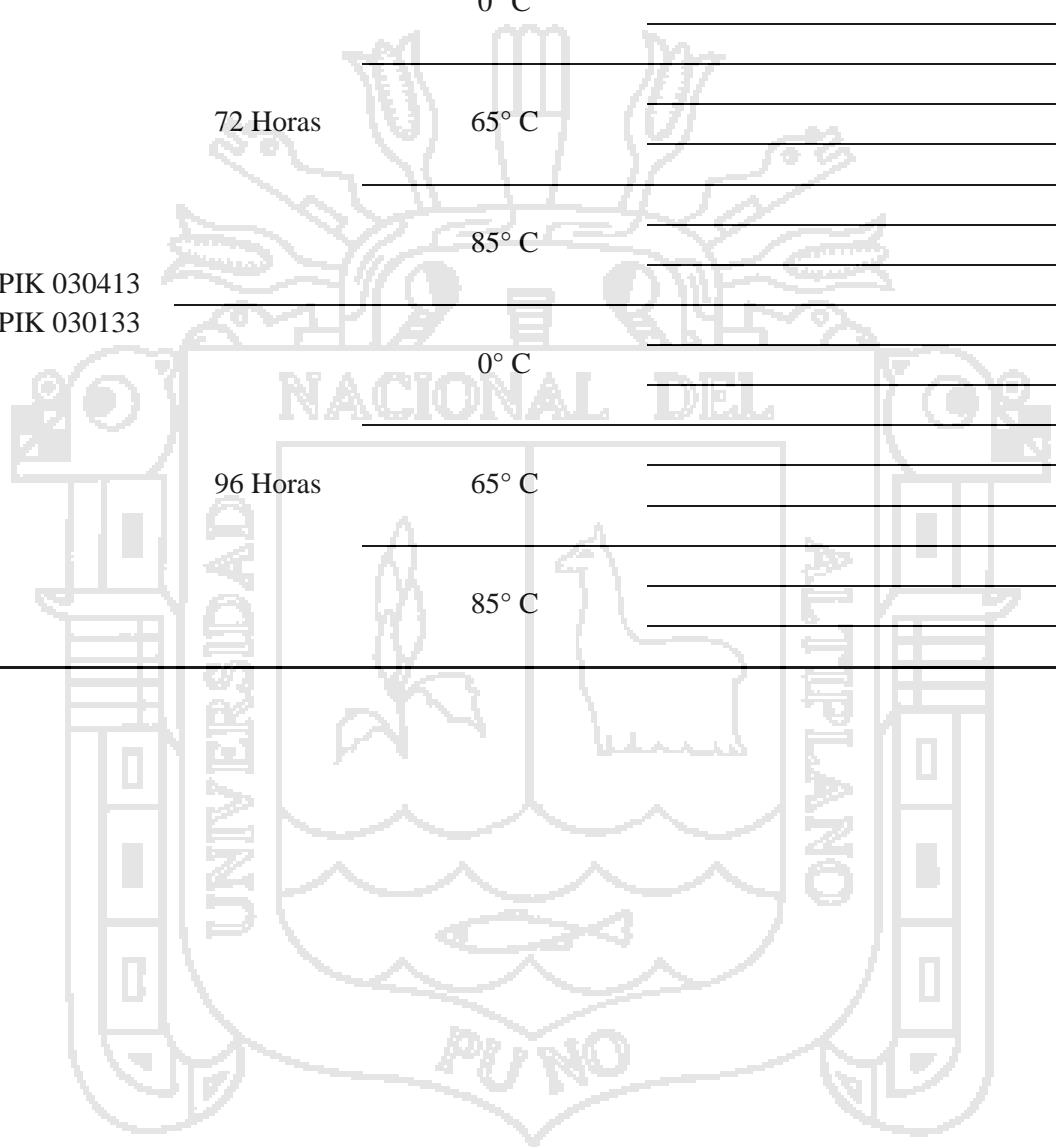
Factor B

- ✓ Temperatura de cocción (65 y 85 °C)

Para la comparación se utiliza la prueba de Tukey, realizando una clasificación de los diferentes tratamientos, encontrándose el mejor.

Tabla 4. Formato para recolección de datos de compuestos bioactivos y composición proximal de cañihua germinada y cocida

ACCESION (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	TRATAMIENTOS		EVALUACIONES		
	Germinación (Tiempo)	Cocción Húmeda (Temperatura)	Compuestos Fenólicos	Capacidad Antioxidante	Composición proximal
PIK 030413 PIK 030133	72 Horas	0° C	_____	_____	_____
		65° C	_____	_____	_____
		85° C	_____	_____	_____
	96 Horas	0° C	_____	_____	_____
		65° C	_____	_____	_____
		85° C	_____	_____	_____



IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. CARACTERISTICAS DEL GRANO DE CAÑIHUA

4.1.1. Humedad

Se trabajó con dos accesiones promisorias, que fueron elegidos por su color, Dentro de los cuales son el PIK 030413 y PIK 030133, los resultados de dichas accesiones promisorias se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Contenido de humedad del grano de cañihua

Accesión	Humedad (%)
PIK 030413	8.78 ± 0.020 ^b
PIK 030133	10.81 ± 0.015 ^a

Fuente: Elaboración Propia (2015), n= 3

El contenido de humedad de los granos de cañihua están dentro de los reportes por Repo-Carrasco *et al.*, (2010) en 4 ecotipos de 9.61 – 10.39% y Tacora, (2010) reporta en la variedad ILLPA INIA 406 y cupi de 7.50-8.26%. Los resultados obtenidos están dentro del rango. La variación de los resultados son mínimas en el grano de cañihua. Mediante el ANVA y comparación múltiple de Tukey (descritas en el Anexo 1. Cuadros 2 y 3) donde se observa que los contenidos de humedad son diferentes con respecto a las accesiones. Esto se debe a varios factores como al tipo de variedad, así como por las condiciones ambientales y de manejo en cañihua.

4.1.2. Compuestos bioactivos

Se trabajó con dos accesiones de cañihua, que fueron elegidos en base al color del grano, ya que presentan un alto contenido de antioxidantes. Dentro de los cuales el PIK 030413 y PIK 030133, tienen una coloración del grano amarillo y purpura.

Los compuestos bioactivos estudiados en la cañihua se presentan en la Tabla 6. Donde la accesión PIK 030413 presenta un mayor contenido de compuestos fenólicos totales, mediante el ANVA y comparación múltiple de Tukey (descritas en el Anexo 1. Cuadro 5) se observa que los compuestos fenólicos son diferentes en las accesiones. Mientras que la capacidad antioxidante tuvo mejores resultados en la accesión PIK 030133 mediante el ANVA y comparación múltiple de Tukey (descritas en el Anexo 1. Cuadro 6) se observa que la capacidad antioxidante es diferente para cada accesión.

Tabla 6. Contenido de compuestos bioactivos del grano de cañihua

Accesión	Compuestos fenólicos (mg. ácido gálico/100g ms)	Capacidad antioxidante (μmol . Trolox eq/g ms)
PIK 030413	70.18 \pm 0.41 ^a	75.90 \pm 2.91 ^b
PIK 030133	63.25 \pm 0.92 ^b	110.35 \pm 1.91 ^a

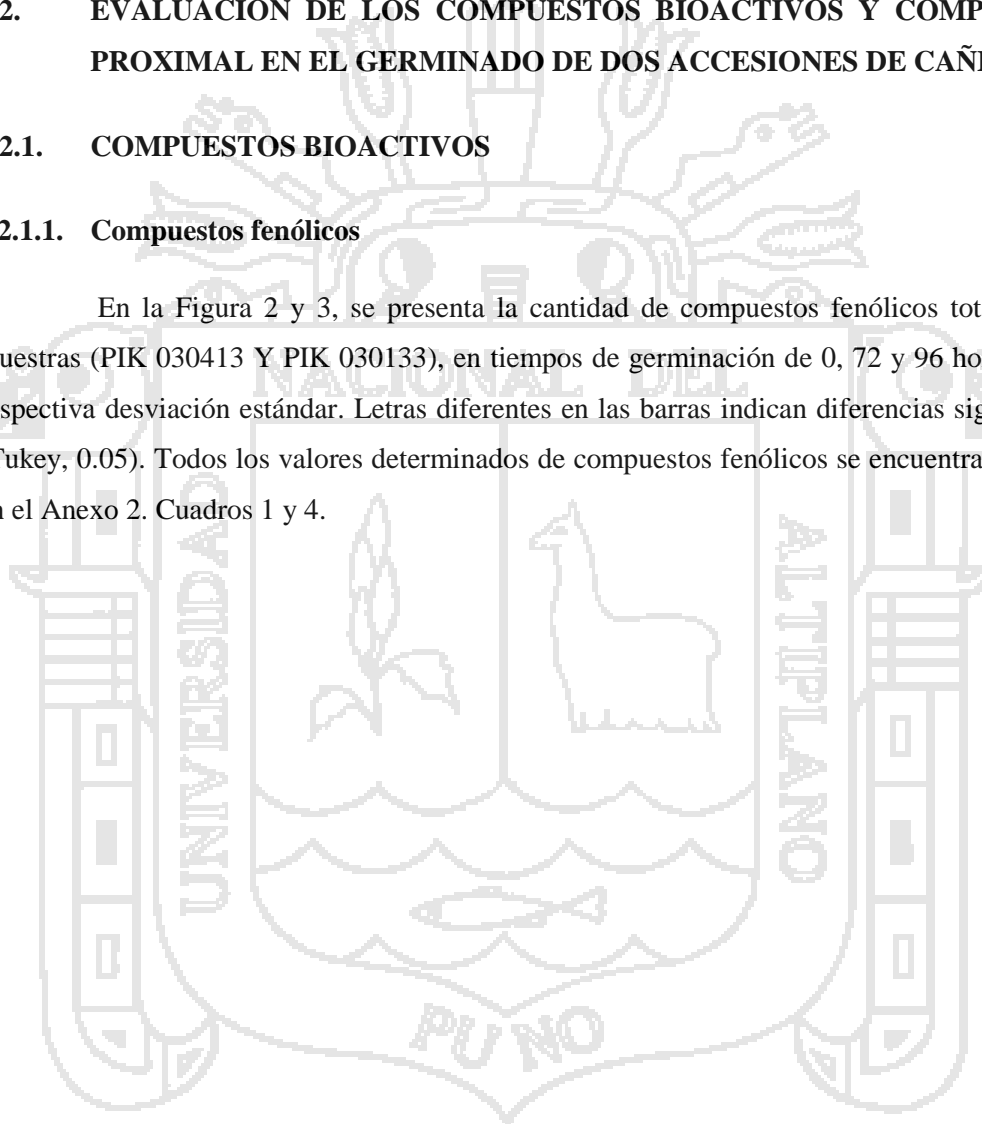
Fuente: Elaboración Propia (2015), n=3

4.2. EVALUACIÓN DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS Y COMPOSICIÓN PROXIMAL EN EL GERMINADO DE DOS ACCESIONES DE CAÑIHUA

4.2.1. COMPUESTOS BIOACTIVOS

4.2.1.1. Compuestos fenólicos

En la Figura 2 y 3, se presenta la cantidad de compuestos fenólicos totales de las muestras (PIK 030413 Y PIK 030133), en tiempos de germinación de 0, 72 y 96 horas, con su respectiva desviación estándar. Letras diferentes en las barras indican diferencias significativas (Tukey, 0.05). Todos los valores determinados de compuestos fenólicos se encuentran descritos en el Anexo 2. Cuadros 1 y 4.



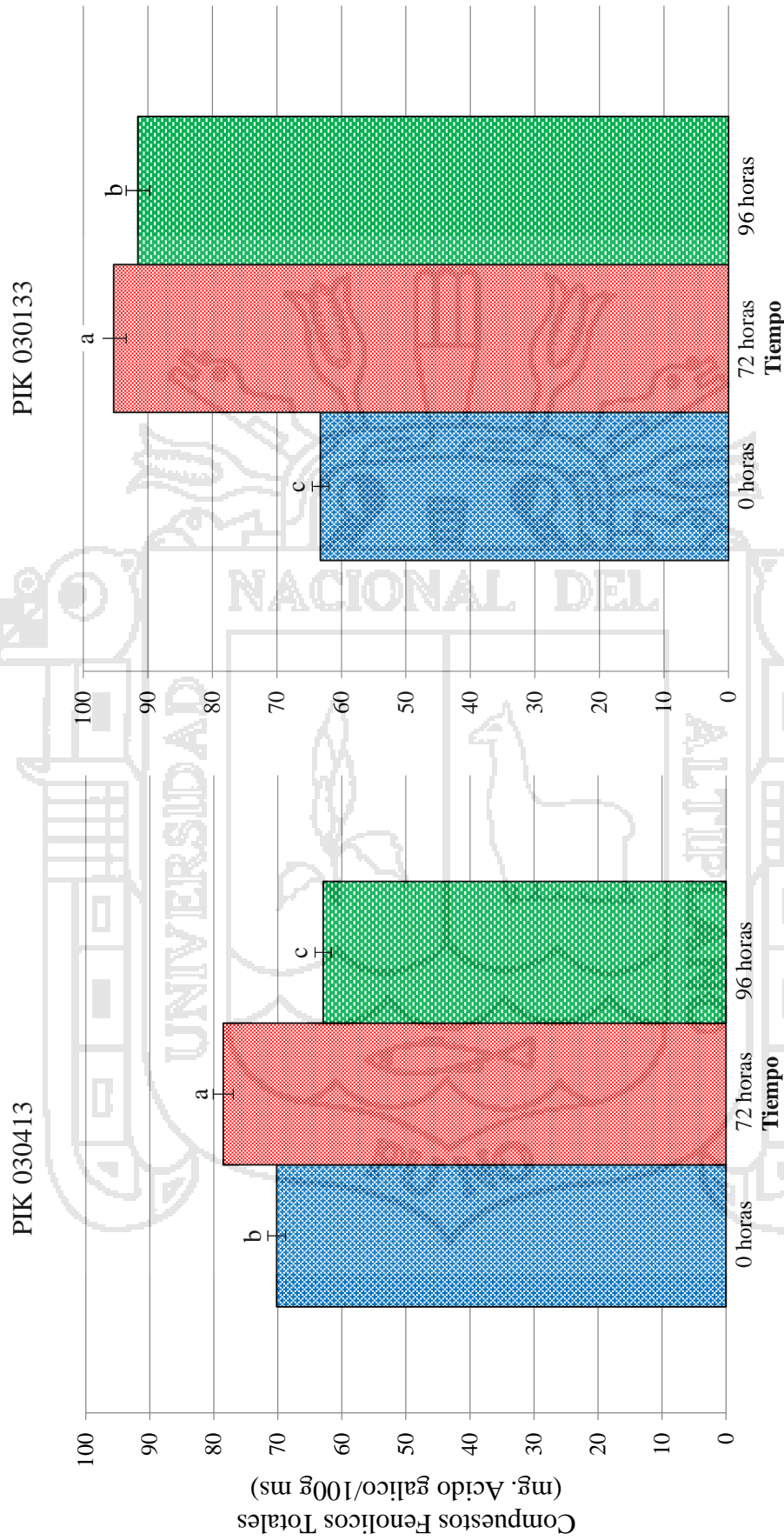


Figura 2. Influencia del tiempo de germinación en compuestos fenólicos de cañihua en la accesión PIK 030413

Figura 3. Influencia del tiempo de germinación en compuestos fenólicos de cañihua en la accesión PIK 030133

En la Figura 2, se observa que la cantidad de compuestos fenólicos totales de la cañihua (PIK 030413) germinada a 72 horas (78.53 mg. ácido gálico/100g de materia seca) incrementa con respecto al contenido inicial (70.18 mg. ácido gálico/100g de materia seca), esto debido a la activación de los sistemas enzimáticos, mientras que a 96 horas de germinación disminuye (62.94 mg. ácido gálico/100g de materia seca), debido a otros compuestos diferentes de los compuestos fenólicos, (Dueñas *et al.*, 2009).

En la Figura 3, se observa que la cantidad de compuestos fenólicos totales de la cañihua (PIK 030133) germinada a 72 horas (95.29 mg. ácido gálico/100g de materia seca) incrementa con respecto al contenido inicial (63.25 mg. ácido gálico/100g de materia seca), y disminuye ligeramente el grano a 96 horas de germinación (91.54 mg. ácido gálico/100g de materia seca).

El análisis de varianza y prueba múltiple de Tukey (descritas en el Anexo 2. Cuadros 2, 3, 5 y 6) indican que existe diferencia significativa donde se observa que los contenidos de compuestos fenólicos son diferentes en el tiempo de germinación.

En comparación a los resultados de compuestos fenólicos de la cañihua obtenidos en el presente trabajo y los reportados por Abderrahim *et al.*, (2012) donde trabajo con cañihua, se encuentra el mismo comportamiento debido a que obtuvo un incremento de 48 y 72 horas de germinación con respecto al contenido inicial y disminuye a 96 horas de germinación. Así mismo Dueñas *et al.*, (2009), trabajo con semillas de altramuz, donde encuentra un comportamiento ondeado, presenta incrementos a los días 2, 3, 4, 6 y 9 días de germinación y viendo una disminución en el quinto día de germinación. Sharma y Singh, (2010) trabajó con cebada donde obtiene incremento en los compuestos fenólicos germinado a 12 y 24 horas. En general, estos cambios debido a la germinación, son deseables desde el punto de vista nutricional y las semillas germinadas son nutricionalmente superior en comparación con las semillas no germinadas (Kim *et al.*, 2012). Por lo tanto, representan ingredientes atractivos en la formulación de alimentos con un mayor perfil de nutrientes y antioxidante.

4.2.1.2. Capacidad antioxidante

En la Figura 4 y 5, se presenta la capacidad antioxidante de las muestras (PIK 030413 Y PIK 030133), en tiempos de germinación de 0, 72 y 96 horas, con su respectiva desviación estándar. Letras diferentes en las barras indican diferencias significativas (Tukey, 0.05). Todos los valores determinados de compuestos fenólicos se encuentran descritos en el Anexo 2. Cuadros 7 y 10.

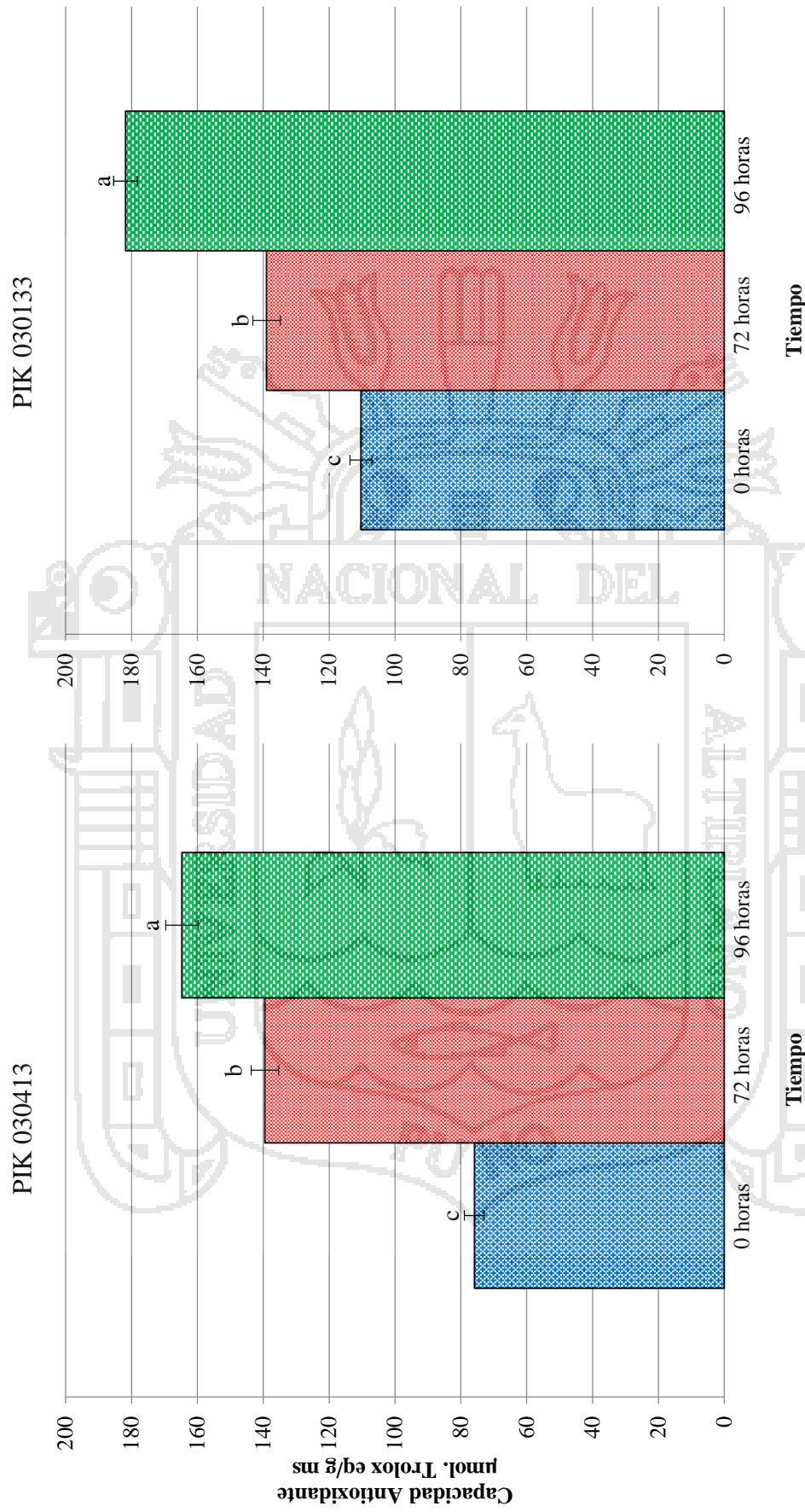


Figura 4. Influencia del tiempo de germinación en capacidad antioxidante de cañihua en la accesión PIK 030413

Figura 5. Influencia del tiempo de germinación en capacidad antioxidante de cañihua en la accesión PIK 030133

En la Figura 4, se observa que la capacidad antioxidante de la cañihua (PIK 030413) germinada a 72 horas (139.50 μmol . Trolox eq/g de materia seca) y 96 horas de germinación (164.69 μmol . Trolox eq/g de materia seca) incrementaron con respecto al contenido inicial (75.90 μmol . Trolox eq/g de materia seca).

En la Figura 5, se observa que la capacidad antioxidante de la cañihua (PIK 030133) germinada a 72 horas (138.99 μmol . Trolox eq/g de materia seca) y 96 horas de germinación (181.84 μmol . Trolox eq/g de materia seca) incrementaron con respecto al contenido inicial (110.35 μmol . Trolox eq/g de materia seca).

En ambas accesiones los resultados de la capacidad antioxidante incrementaron a medida que el tiempo aumenta, esto debido a la activación enzimática, como también se debe a la pigmentación del grano. El análisis de varianza y prueba múltiple de Tukey (descritas en el Anexo 2. Cuadros 8, 9, 11 y 12) indican que existe diferencia significativa donde se observa que la capacidad antioxidante es diferente en cuanto al tiempo de germinación.

En comparación a los resultados de la capacidad antioxidante de la cañihua obtenidos en el presente trabajo y los reportados por Abderrahim *et al.*, (2012) que trabajo con cañihua, donde obtuvo como resultados un incremento de 48 y 72 horas de germinación con respecto al contenido inicial y disminuye a 96 horas de germinación. Así mismo Dueñas *et al.*, (2009), trabajo con semillas de altramuz, encontrándose un comportamiento ondeado, presentándose incrementos a los días 2, 3, 6 y 9 días de germinación y viendo una disminución en los días 4 y 5 de germinación. Sharma y Singh, (2010), trabajo con cebada donde obtiene incremento en la capacidad antioxidante germinada a 12 y 24 horas, Pasko *et al.*, (2009) observo en germinación de amaranto y quinua teniendo mejores resultados en el cuarto y sexto día. Tian *et al.*, (2010) también observaron que la germinación en avena de 24 a 144 horas aumentaron progresivamente en casi 4 veces, esto le atribuye a la mejor capacidad de extracción de compuestos fenólicos.

Wu *et al.*, (2011) sugiere que la germinación podría regular vías relacionadas con la biosíntesis de compuestos antioxidantes, el aumento de la actividad antioxidante en el grano germinado como respuesta a condiciones de estrés. Además la germinación de cereales y pseudocereales se puede utilizar en los alimentos, ya que es una buena fuente de antioxidantes con alta capacidad antioxidante.

En los ítems 4.2.1.1 y 4.2.1.2 se observa que la capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos no siempre tienen el mismo comportamiento, esto no solamente se debe a la cantidad de compuestos fenólicos si no al potencial de la composición fenólica

4.2.2. COMPOSICIÓN PROXIMAL

4.2.2.1. Ceniza

En la Figura 6 y 7, se presenta la ceniza de las muestras (PIK 030413 Y PIK 030133), en tiempos de germinación de 0, 72 y 96 horas, con su respectiva desviación estándar. Letras diferentes en las barras indican diferencias significativas (Tukey, 0.05). Todos los valores determinados de compuestos fenólicos se encuentran descritos en el Anexo 3. Cuadros 1 y 12.

La ceniza presenta valores, en el rango de 2.79 a 3.12% donde se observa un aumento en comparación al grano sin procesar (2.71%) de la accesión PIK 030413 y de 2.43 a 2.54% presenta una disminución al grano sin procesar de la accesión PIK 030133 que fue de 2.96%, estos valores presentan la misma tendencia que lo reportado por Castillo, (2010), donde muestra que la cañihua al ser germinada a 48, 72 y 96 horas reduce de 5.1 a 2.64, 2.6 y 2.89%. Colmenares, (2015), indica que el amaranto al ser germinado a 0, 24, 48 y 72 horas no existe cambios. Sin embargo según datos reportados por Chahuan *et al.*, (2015) obtiene resultados de un incremento de 2.91 a 3.4g/100g a diferencia de un grano sin procesar en el amaranto, esta diferencia es debido posiblemente al tipo, variedad o ecotipo del grano. El análisis de varianza para ceniza, indica que existe diferencia significativa en las accesiones promisorias ($p < 0.05$) y tiempo ($p < 0.05$) como se muestra en los Anexo 3 (Cuadros 2, 3, 13 y 14). Luego se comparó, mostrando resultados a 72 y 96 horas de germinación.

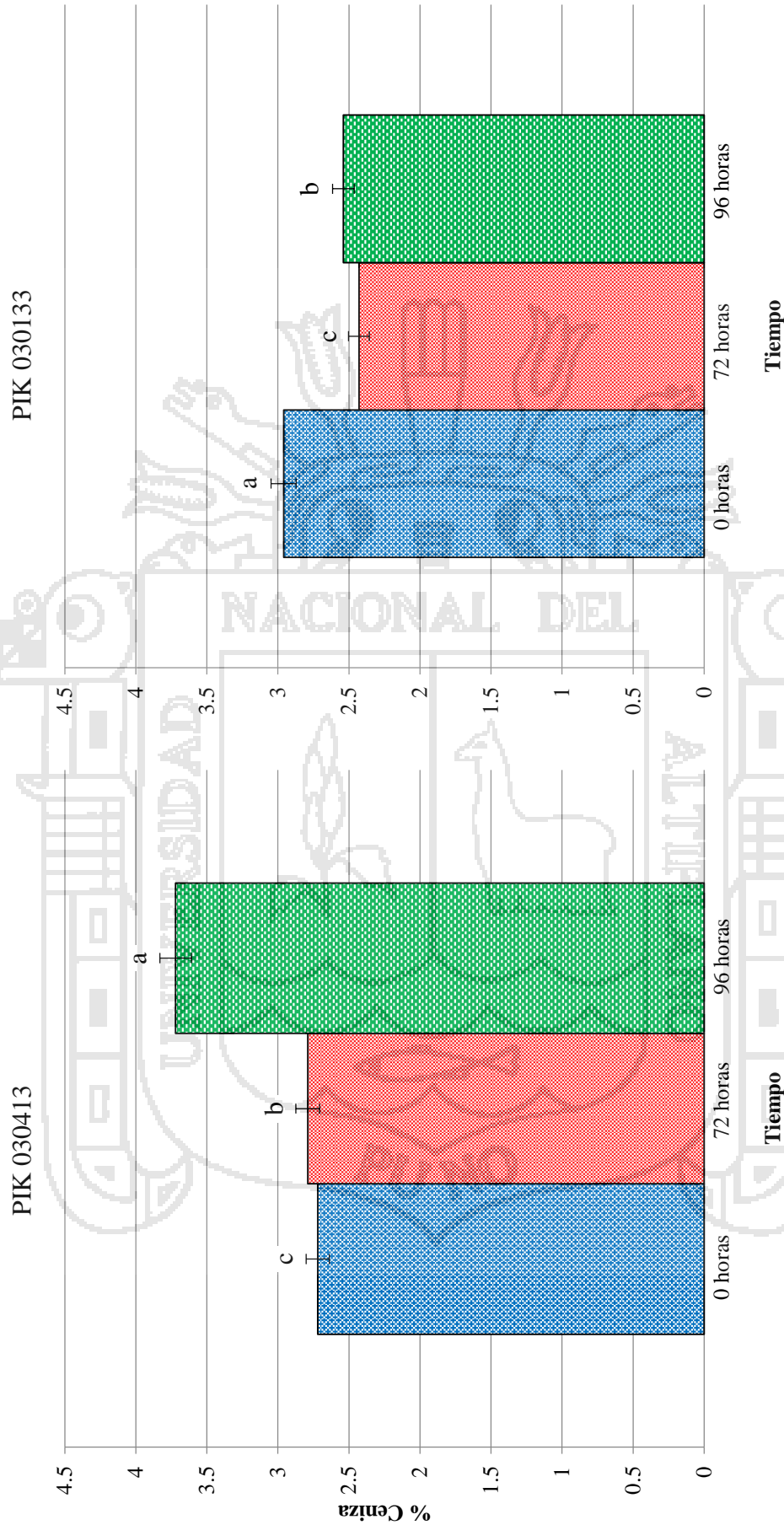


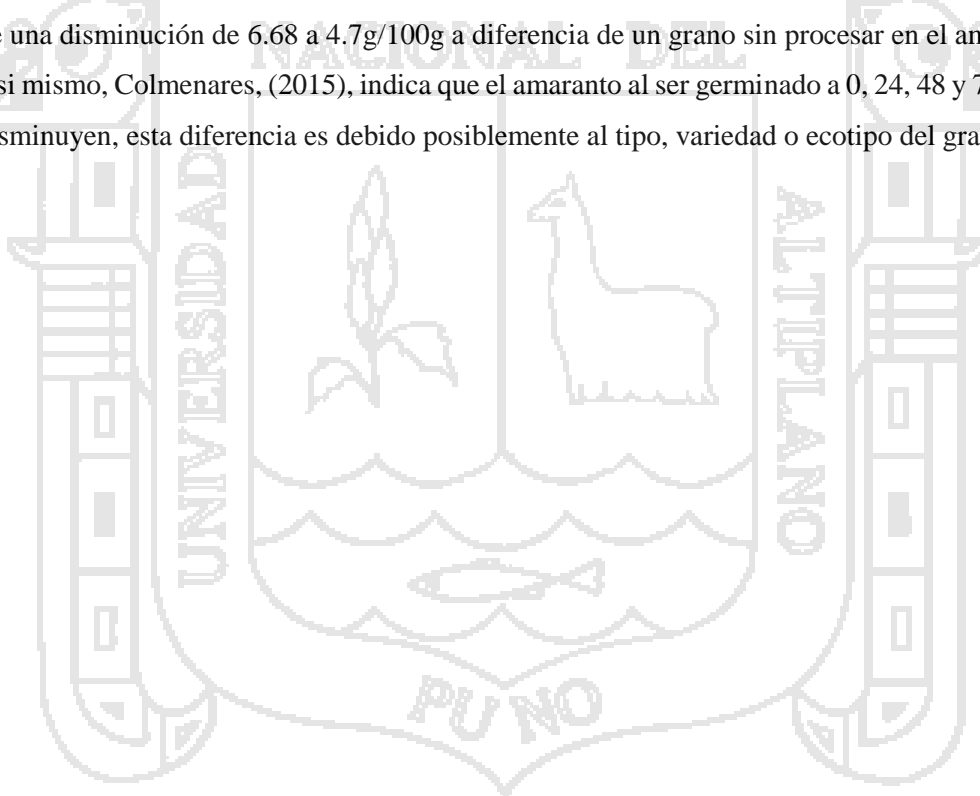
Figura 6. Influencia del tiempo de germinación en ceniza de cañihua en la accesión PIK 030413

Figura 7. Influencia del tiempo de germinación en ceniza de cañihua en la accesión PIK 030133

4.2.2.2. Grasa

En la Figura 8 y 9, se presenta la grasa de las muestras (PIK 030413 Y PIK 030133), en tiempos de germinación de 0, 72 y 96 horas, con su respectiva desviación estándar. Letras diferentes en las barras indican diferencias significativas (Tukey, 0.05). Todos los valores determinados de compuestos fenólicos se encuentran descritos en el Anexo 3 (cuadros 1 y 12).

La grasa presenta valores, en el rango de 5.48 a 7.33% observándose una reducción inicial y posterior incremento, igualando a lo obtenido del grano sin procesar (7.33%) en la accesión PIK 030413 y de 8.07 a 8.32% se observa un aumento a lo obtenido con el grano de la accesión PIK 030133 que fue de 7.25%, estos valores presentan la misma tendencia que lo reportado por Castillo, (2010) donde muestra que la cañihua al ser germinada a 48, 72 y 96 horas incrementa de 6.50 a 10.00, 10.00 y 9.00% este incremento en grasa se debe a que existe una disminución en el contenido de humedad con la finalidad de detener la actividad enzimática.. Sin embargo según datos reportados por Chahuan *et al.*, (2015) obtiene resultados de una disminución de 6.68 a 4.7g/100g a diferencia de un grano sin procesar en el amaranto. Así mismo, Colmenares, (2015), indica que el amaranto al ser germinado a 0, 24, 48 y 72 horas disminuyen, esta diferencia es debido posiblemente al tipo, variedad o ecotipo del grano.



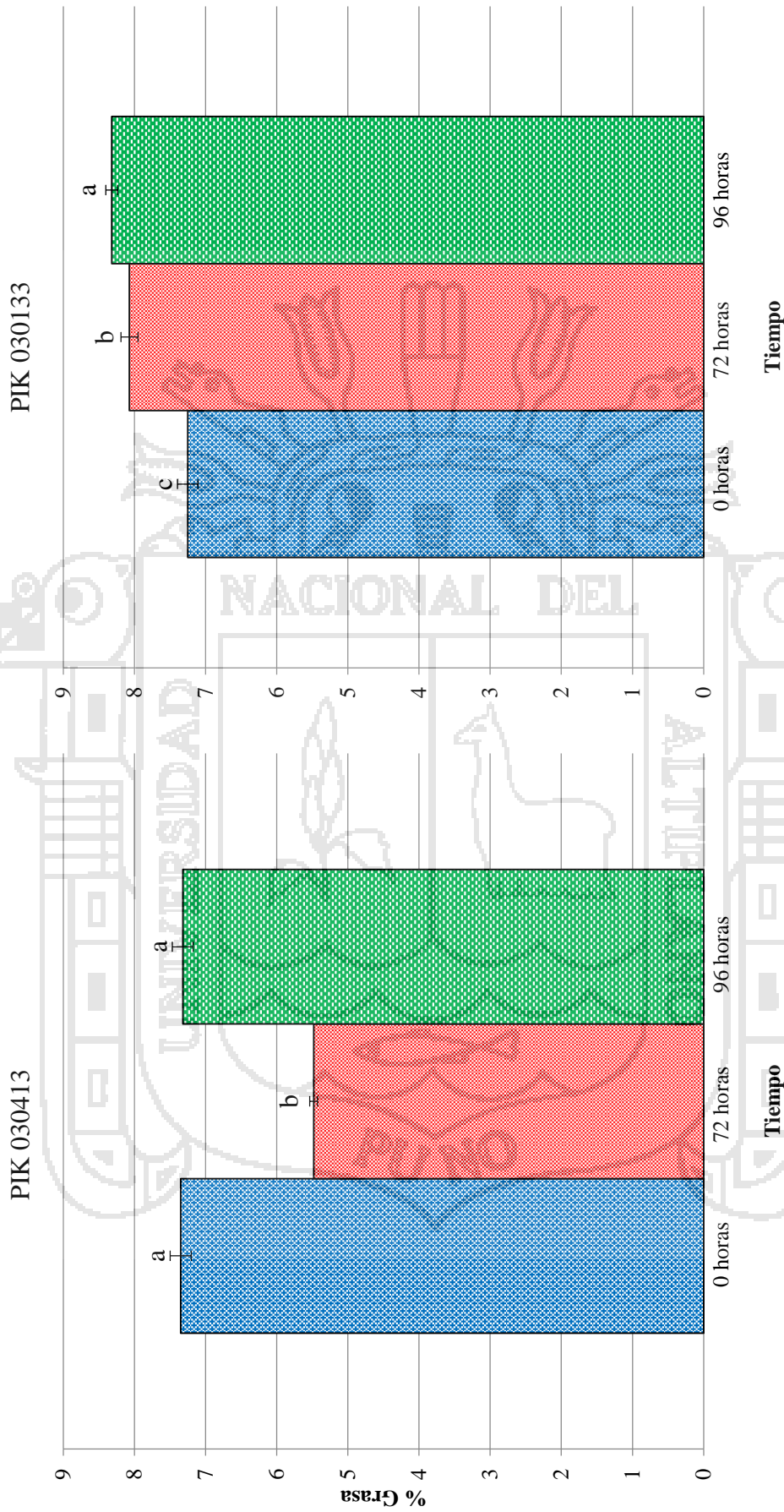


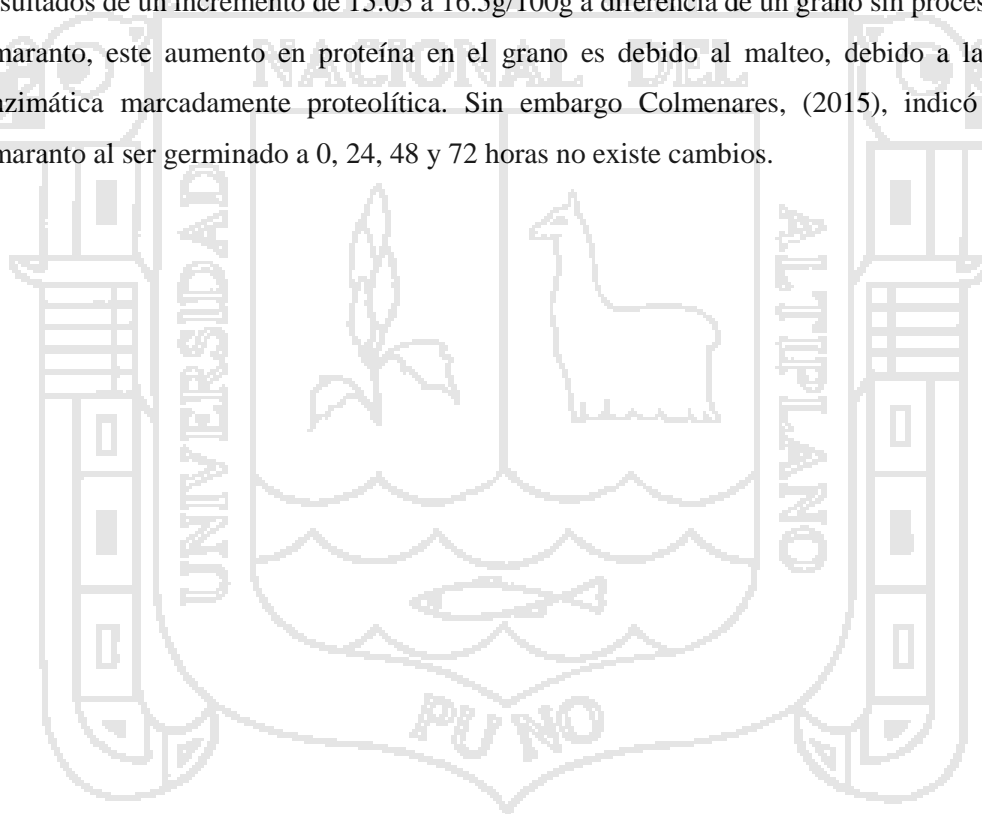
Figura 8. Influencia del tiempo de germinación en grasa de cañihua en la accesión PIK 030413

Figura 9. Influencia del tiempo de germinación en grasa de cañihua en la accesión PIK 030133

4.2.2.3. Proteína

En la Figura 10 y 11, se presenta la proteína de las muestras (PIK 030413 Y PIK 030133), en tiempos de germinación de 0, 72 y 96 horas, con su respectiva desviación estándar. Letras diferentes en las barras indican diferencias significativas (Tukey, 0.05). Todos los valores determinados de compuestos fenólicos se encuentran descritos en el Anexo 3 (cuadros 1 y 12).

Con respecto a la proteína presento valores, en el rango de 17.35 a 17.99% observándose un aumento a lo obtenido con el grano sin procesar (14.78%) de la accesión PIK 030413 y de 11.91 a 16.54% se observa también un aumento a lo obtenido con el grano de la accesión PIK 030133 que fue de 13.49%, estos valores presentan la misma tendencia que lo reportado por Castillo, (2010) donde muestra que la cañihua al ser germinada a 48, 72 y 96 horas incrementa de 16.80 a 17.30, 17.50 y 17.70%, Chahuan *et al.*, (2015) también reportaron resultados de un incremento de 15.05 a 16.5g/100g a diferencia de un grano sin procesar en el amaranto, este aumento en proteína en el grano es debido al malteo, debido a la acción enzimática marcadamente proteolítica. Sin embargo Colmenares, (2015), indicó que el amaranto al ser germinado a 0, 24, 48 y 72 horas no existe cambios.



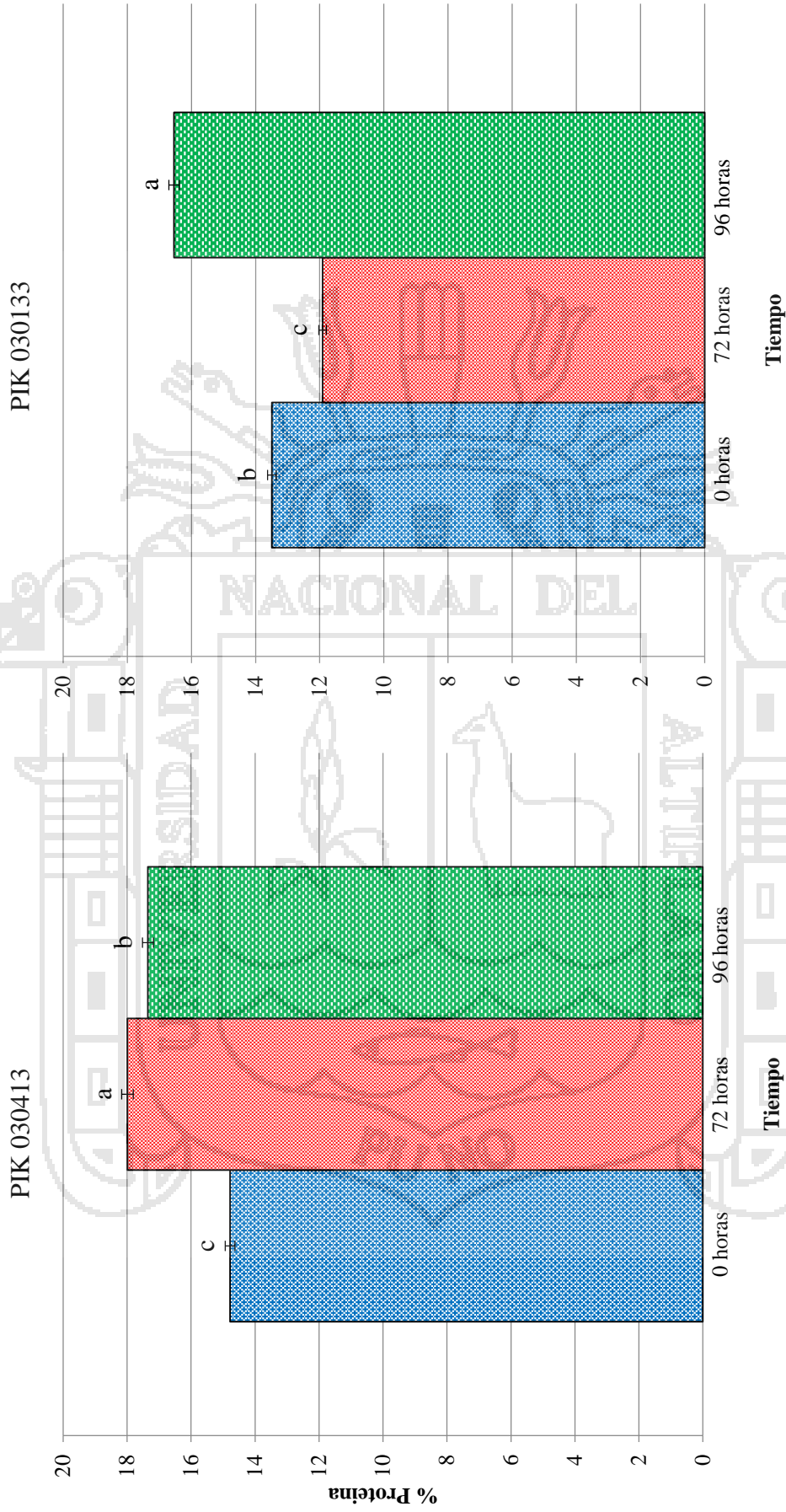


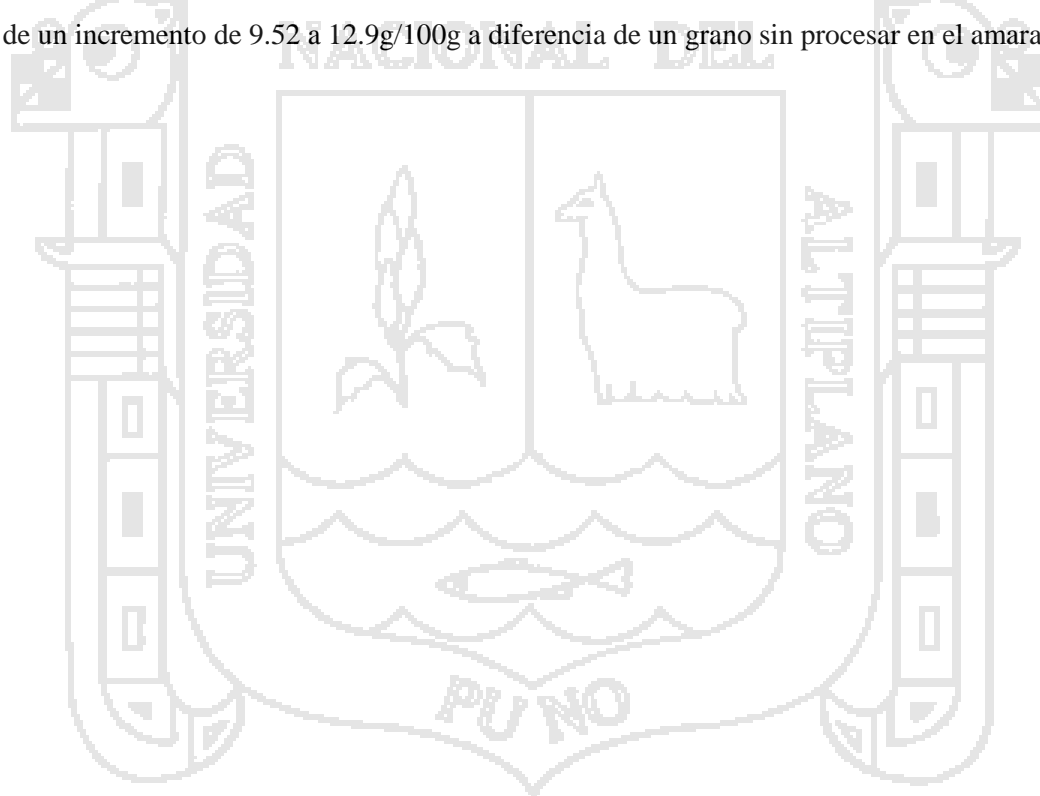
Figura 10. Influencia del tiempo de germinación en proteína de cañihua en la accesión PIK 030413

Figura 11. Influencia del tiempo de germinación en proteína de cañihua en la accesión PIK 030133

4.2.2.4. Fibra

En la Figura 12 y 13, se presenta la fibra de las muestras (PIK 030413 Y PIK 030133), en tiempos de germinación de 0, 72 y 96 horas, con su respectiva desviación estándar. Letras diferentes en las barras indican diferencias significativas (Tukey, 0.05). Todos los valores determinados de compuestos fenólicos se encuentran descritos en el Anexo 3 (cuadros 1 y 12).

La fibra presenta valores, en el rango de 1.94 a 2.03% observándose una disminución, a lo obtenido del grano sin procesar (2.52%) de la accesión PIK 030413 y de 2.02 a 2.29% también se observa una disminución a lo obtenido del grano sin procesar de la accesión PIK 030133 que fue de 2.65%, estos valores presentan la misma tendencia que lo reportado por Castillo, (2010) donde muestra que la cañihua al ser germinada a 48, 72 y 96 horas redujo de 5.40 a 5.20, 5.10 y 3.80% esta disminución en la fibra es debido a la devegetación en esta operación se elimina parte de ella. Colmenares, (2015), indica que el amaranto al ser germinado a 0, 24, 48 y 72 horas no existe cambios. Sin embargo según datos reportados por Chahuan *et al.*, (2015) obtiene resultados de un incremento de 9.52 a 12.9g/100g a diferencia de un grano sin procesar en el amaranto.



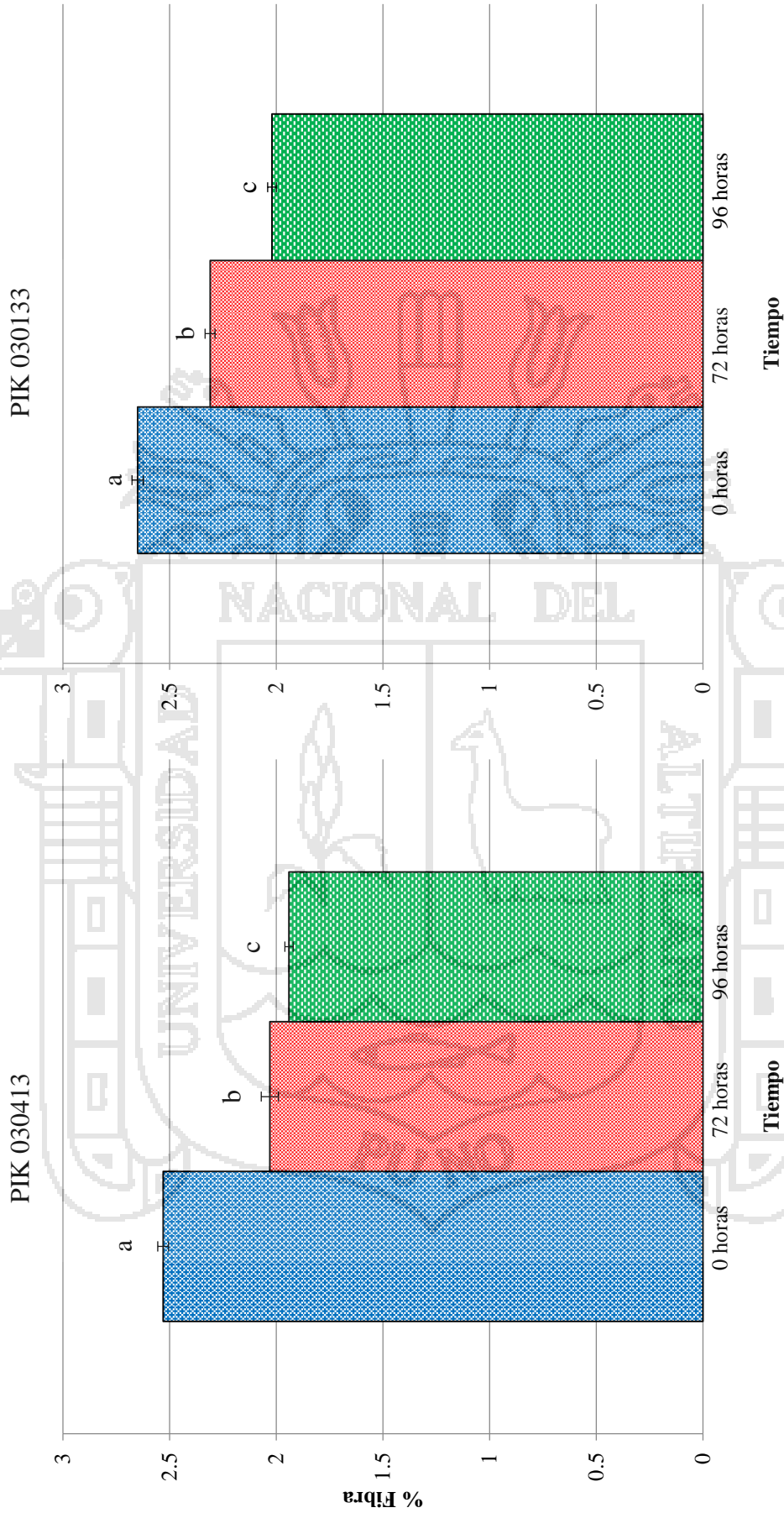


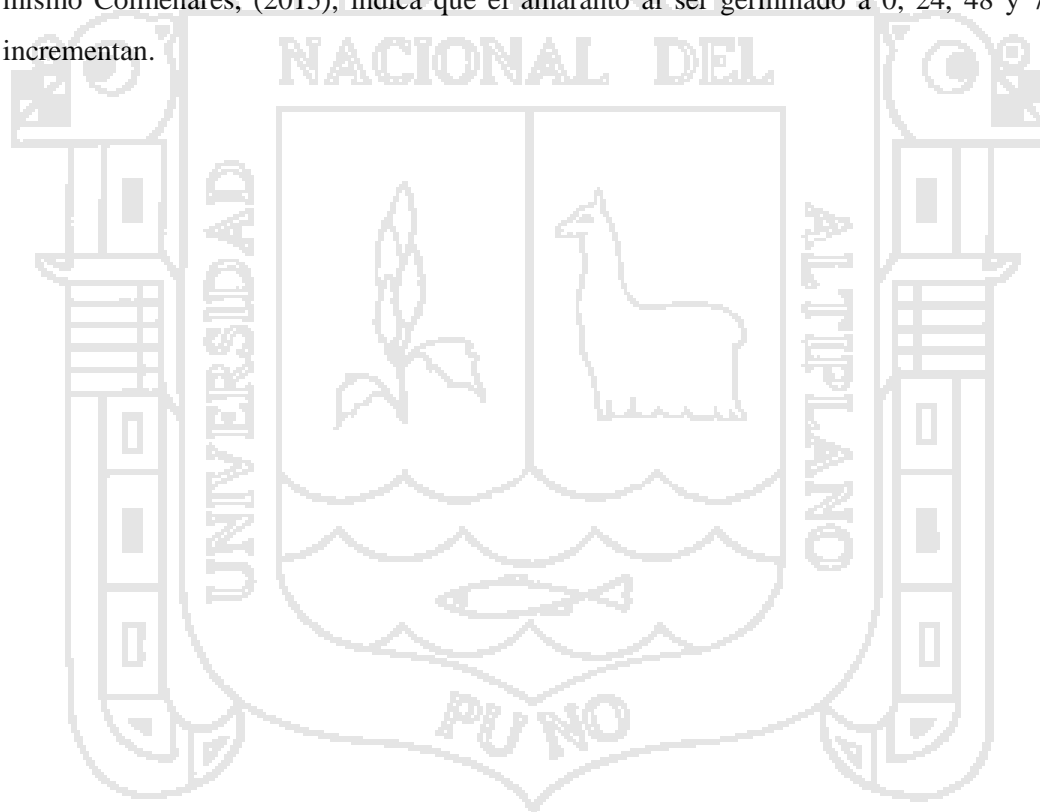
Figura 12. Influencia del tiempo de germinación en fibra de cañihua en la accesión PIK 030413

Figura 13. Influencia del tiempo de germinación en fibra de cañihua en la accesión PIK 030133

4.2.2.5. Carbohidratos

En la Figura 14 y 15, se presenta los carbohidratos de las muestras (PIK 030413 Y PIK 030133), en tiempos de germinación de 0, 72 y 96 horas, con su respectiva desviación estándar. Letras diferentes en las barras indican diferencias significativas (Tukey, 0.05). Todos los valores determinados de compuestos fenólicos se encuentran descritos en el Anexo 3 (cuadros 1 y 12).

Los carbohidratos presenta valores, en el rango de 60.22 a 63.98% observándose que, inicialmente no hay diferencia y posteriormente reduce a diferencia del grano sin procesar (63.83%) de la accesión PIK 030413 y de 61.68 a 67.72% se observa un incremento inicial y posterior reducción a lo obtenido con el grano de la accesión PIK 030133 que fue de 62.81%, Castillo, (2010) presenta valores, donde la cañihua al ser germinada a 48, 72 y 96 horas incrementa de 55.20 a 57.36, 59.80 y 62.61%. Chahuan *et al.*, (2015) también obtiene resultados de un incremento de 9.52 a 12.9g/100g a diferencia de un grano sin procesar en el amaranto. Así mismo Colmenares, (2015), indica que el amaranto al ser germinado a 0, 24, 48 y 72 horas incrementan.



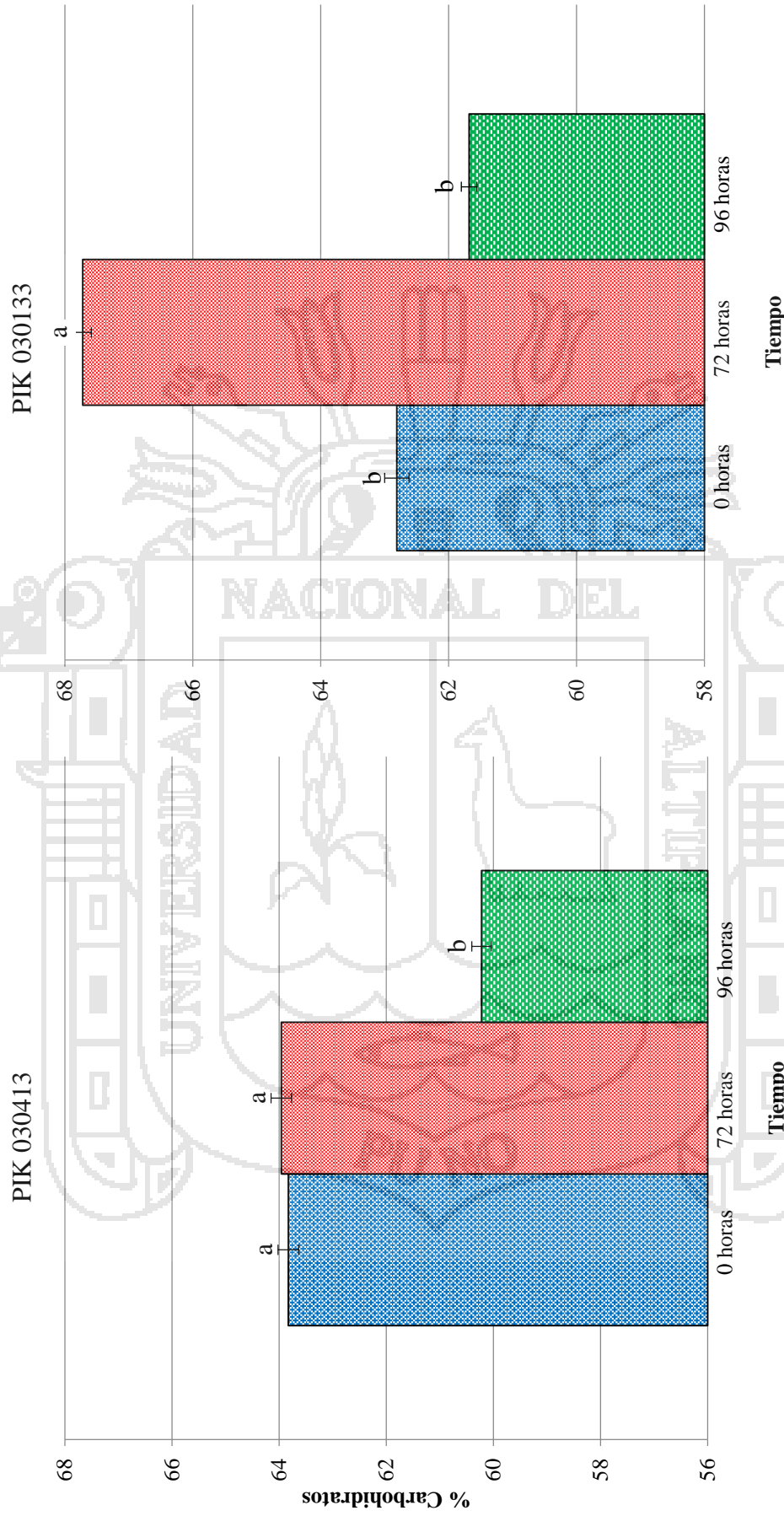


Figura 14. Influencia del tiempo de germinación en carbohidratos de cañihua en la acción PIK 030413

Figura 15. Influencia del tiempo de germinación en carbohidratos de cañihua en la acción PIK 030133

El grado de los cambios observados depende de diversas condiciones de germinación, tales como la temperatura, la humedad, los medios de cultivo, la maceración (remojo) y la longitud de la germinación. Esto significa que la comparación directa es difícil, y tendrá que ser definido para los cereales individuales óptimas condiciones. Al mismo tiempo con la síntesis de nuevos compuestos, las concentraciones de algunos inhibidores de nutrientes pueden disminuir (Donkor *et al.*, 2012).

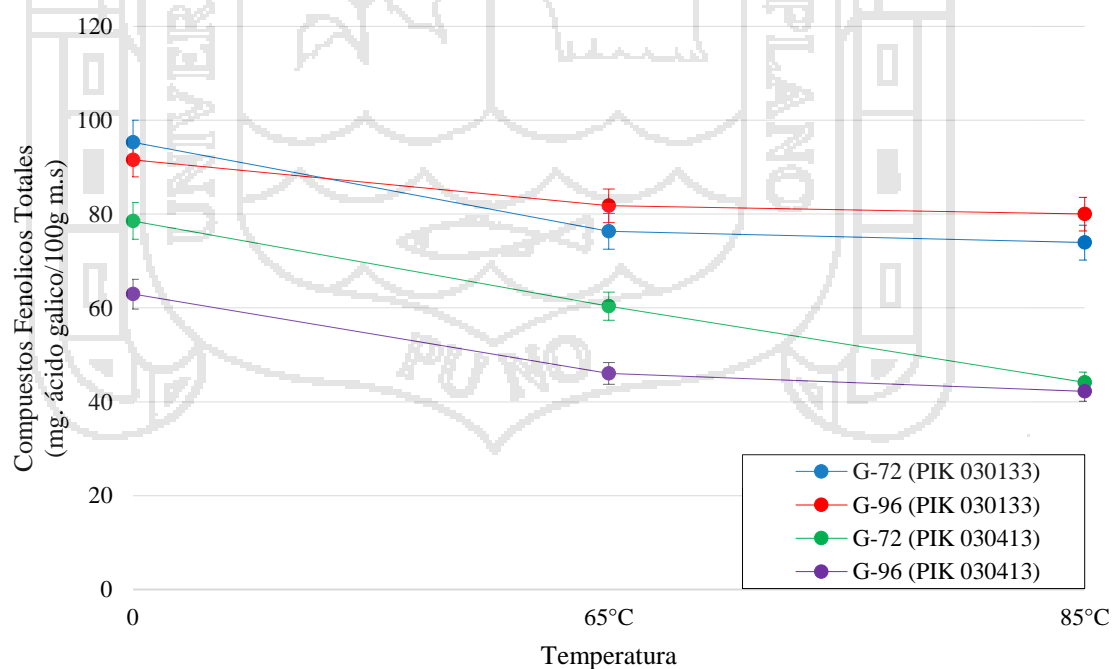
4.3. EVALUACIÓN DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS Y COMPOSICIÓN PROXIMAL EN EL GERMINADO Y COCCION HUMEDA DE DOS ACCESIONES DE CAÑIHUA

4.3.1. COMPUESTOS BIOACTIVOS

4.3.1.1. Compuestos fenólicos totales

En la Figura 16, se observa el comportamiento de los compuestos fenólicos totales de la cañihua procesada de dos accesiones (PIK 030413-G72 horas, PIK 030413-G96 horas, PIK 030133-G96 horas y PIK 030133-G96 horas), para lo cual vemos que los compuestos fenólicos disminuye a medida que la temperatura aumenta (65-85°C).

Figura 16. Influencia de la temperatura de cocción en los compuestos fenólicos de dos accesiones de cañihua germinada (PIK030413 y PIK 030133)



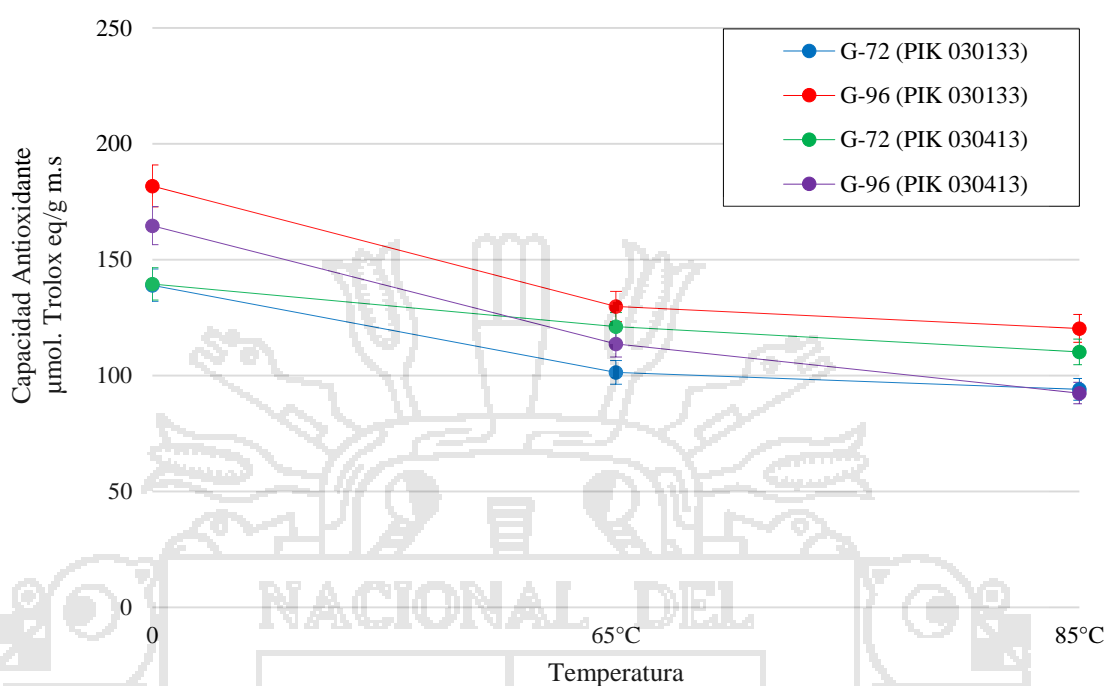
Mediante el ANVA y comparación múltiple de Tukey (descritas en el Anexo 4. Cuadros 3 y 4) se observa que hay diferencia entre las accesiones, ante un cambio de accesión o variedad influye en el contenido, mientras que la temperatura de cocción no influye significativamente.

El comportamiento de los compuestos fenólicos totales de la cañihua procesada (PIK 030133-G72 horas, PIK 030133-G96 horas PIK 030413-G72 horas y PIK 030413-G96 horas), disminuye ligeramente a medida que la temperatura de cocción aumenta (65-85°C), degradándose los compuestos fenólicos. Así mismo Martínez – Valverde *et al.*, (2000) indica que el tratamiento térmico en agua, afecta el contenido de compuestos fenólicos obtenidos en la quinua, causando su reducción debido a la solubilización de los polifenoles en agua de cocción. Sin embargo con otros tratamientos térmicos como extruido, mejora el contenido de compuestos fenólicos, además debido al calentamiento como es el tostado se pueden producir uniones entre los compuestos fenólicos en forma de aglicomas y carbohidratos o proteínas (De La Riva 2010). Cabe señalar también que la panificación es sometida a una determinada temperatura de cocción, lo contrario a la germinación se observa después del tratamiento de temperatura, que el contenido de polifenoles. En particular, quercetina y kaempferol, glucósidos contenido en 100% en panes de quinua fue de 17,1 y 19,2 mol/ 100 g, en comparación con 43,4 y 36,7 mol / 100 g en las semillas de quinua, en el caso de trigo sarraceno, los glicósidos de quercetina que contienen disminuyeron significativamente con el tratamiento térmico, resultando en un aumento en el contenido de quercetina a través de hidrólisis. Según López, (2013) indica que la formación de algunos compuestos fenólicos podría estar relacionado con una disminución en compuestos como el ácido ferúlico y sus derivados en estudios realizados en brotes de soja.

4.3.1.2. Capacidad antioxidante

En la Figura 17, se observa el comportamiento de la capacidad antioxidante en cañihua procesada (PIK 030413-G72 horas, PIK 030413-G96 horas, PIK 030133-G96 horas y PIK 030133-G96 horas) para lo cual vemos que la capacidad antioxidante disminuye a medida que la temperatura aumenta (65-85°C).

Figura 17. Influencia de la temperatura de cocción en la capacidad antioxidante de cañihua germinada en las accesiones PIK 030413 y PIK 030133



Mediante el ANVA y comparación múltiple de Tukey (descritas en el Anexo 4. Cuadros 7, 8 y 9) se observa que la capacidad antioxidante es diferente con respecto a la temperatura.

El efecto contrario a la germinación se observa que después de la cocción húmeda la capacidad antioxidante se encuentra generalmente a reducirse esto debido a la disminución del contenido de compuestos fenólicos que se menciona anteriormente. Así mismo De La Riva, (2010) menciona que otros procesos térmicos como el tostado presenta una menor reducción de la capacidad antioxidante en comparación al proceso de cocción húmeda, procesos aplicados en la quinua. López *et al.*, (2013) indica que en granos oscuros después de germinar y hervir observó una disminución, a diferencia de granos crudos principalmente las antocianinas, pero otros compuestos como la cianidina y glucosido pelargonidina se mantuvieron con mayor cantidad.

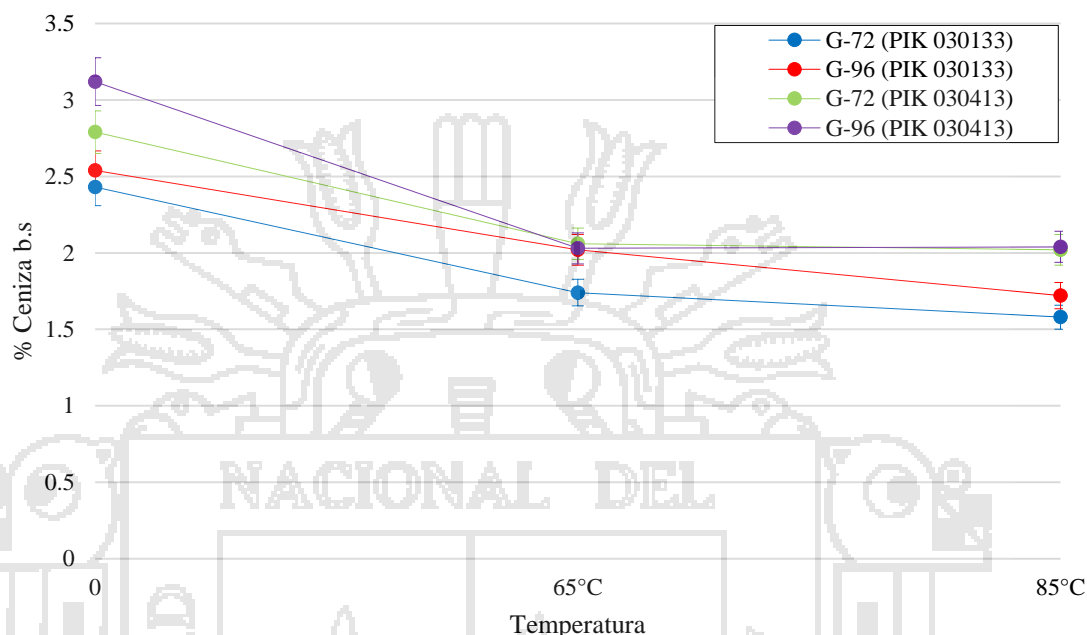
4.3.2. COMPOSICIÓN PROXIMAL

4.3.2.1. Ceniza

En la Figura 18, se observa el comportamiento de ceniza de la cañihua procesada (PIK 030413-G72 horas, PIK 030413-G96 horas, PIK 030133-G96 horas y PIK 030133-G96 horas) de dos accesiones, para lo cual vemos que la ceniza disminuye a medida que la temperatura aumenta (65-85°C). Mediante el ANVA y comparación múltiple de Tukey (descritas en el Anexo 5.

Cuadros 3, 4 y 5.) Se observa que existe diferencia significativa entre las accesiones y la temperatura.

Figura 18. Influencia de la temperatura de cocción en ceniza de cañihua germinada (PIK 030413 y PIK 030133)

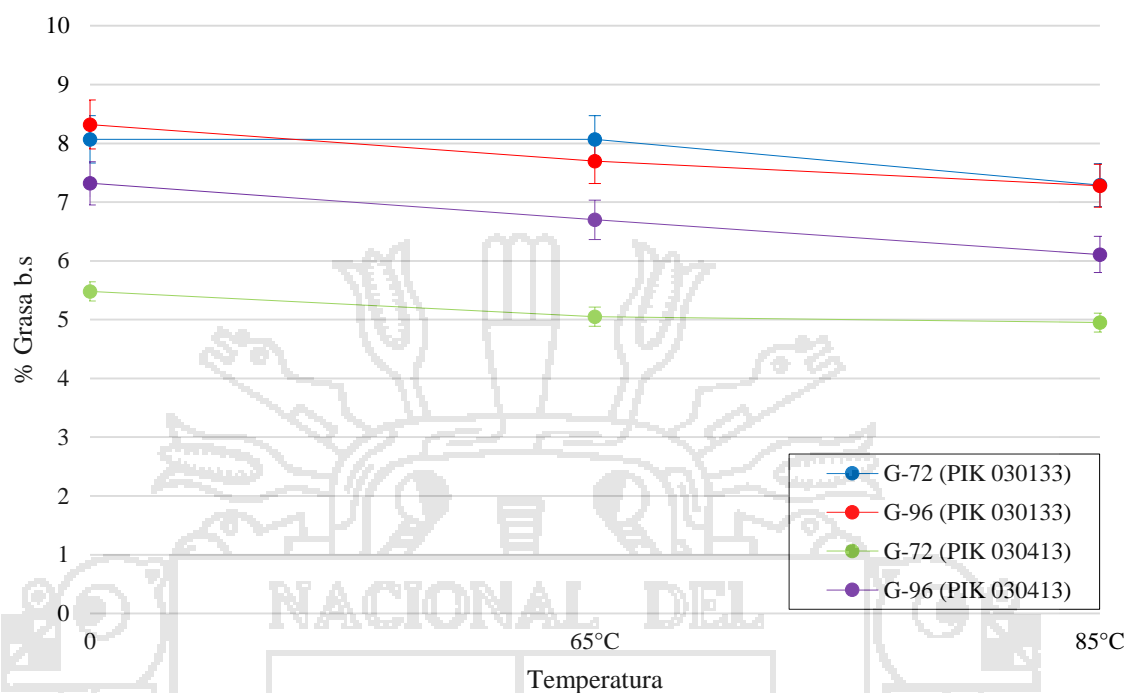


El efecto contrario a la germinación se observa que después de la cocción húmeda la ceniza reduce ligeramente. Así mismo Dueñas *et al.*, (2015), muestra que al ser cocidas los frijoles y lentejas en agua a presión atmosférica durante 60 min para las semillas oscuras (frijoles) y durante 20 min para las lentejas reduce, como resultado de la difusión de los minerales en el agua hirviendo. Sin embargo Wang *et al.*, (2009), indicó que los frijoles al ser cocidas a presión atmosférica aumentaron.

4.3.2.2. Grasa

En la Figura 19, se observa el comportamiento de grasa de la cañihua procesada (PIK 030413-G72 horas, PIK 030413-G96 horas, PIK 030133-G96 horas y PIK 030133-G96 horas) en ambas accesiones, para lo cual vemos que la grasa disminuye ligeramente a medida que la temperatura aumenta (65-85°C). Mediante el ANVA y la comparación múltiple de Tukey (descritas en el Anexo 5. Cuadros 9, 10 y 11) se observa que existe diferencia significativa entre las accesiones y la temperatura.

Figura 19. Influencia de la temperatura de cocción en grasa de cañihua germinada (PIK 030413 y PIK 030133)

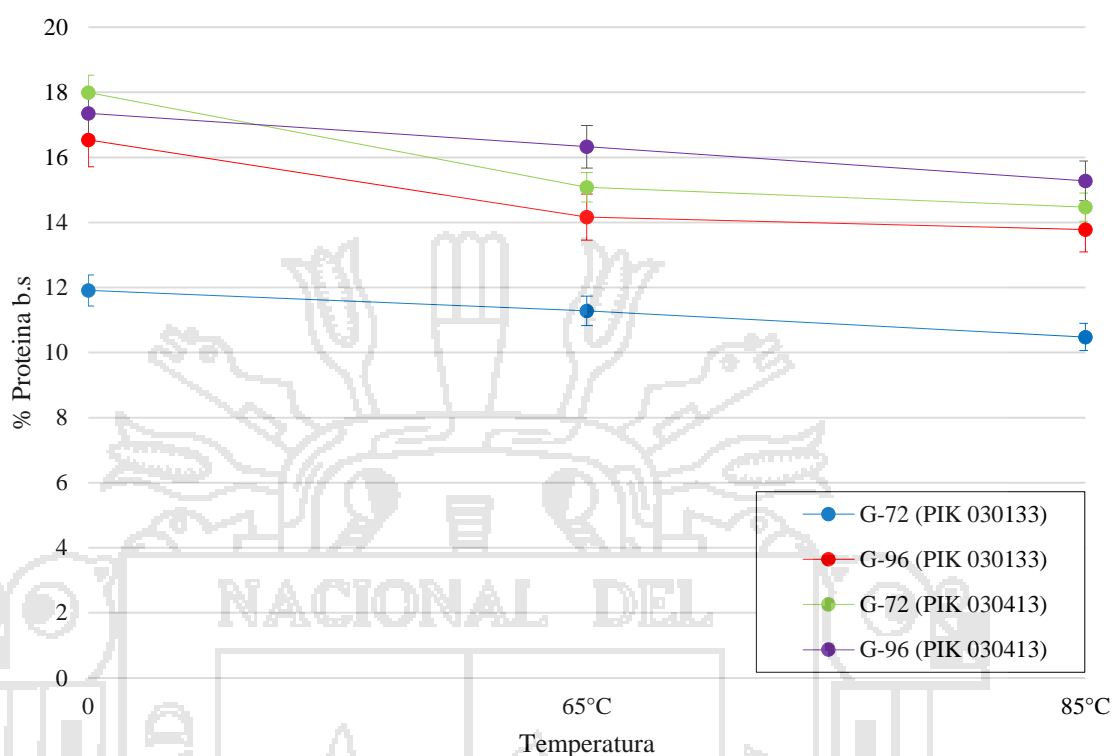


El efecto contrario a la germinación se observa que después de la cocción húmeda la grasa reduce ligeramente. Así mismo Dueñas *et al.*, (2015), muestra que al ser cocidas los frijoles y lentejas en agua a presión atmosférica durante 60 min para las semillas oscuras (frijoles) y durante 20 min para las lentejas, reduce durante la cocción. Sin embargo Wang *et al.*, (2009), indicó que los frijoles al ser cocidas a presión atmosférica aumentaron, esta diferencia es debido posiblemente al tipo, variedad o ecotipo del grano.

4.3.2.3. Proteína

En la Figura 20, se observa el comportamiento de proteínas de la cañihua procesada (PIK 030413-G72 horas, PIK 030413-G96 horas, PIK 030133-G96 horas y PIK 030133-G96 horas) de dos accesiones, para lo cual vemos que la proteína disminuye a medida que la temperatura aumenta (65-85°C). Mediante el ANVA y la comparación múltiple de Tukey (descritas en el Anexo 5. Cuadros 7, 8 y 9) se observa que existe diferencia significativa entre las accesiones y la temperatura.

Figura 20. Influencia de la temperatura de cocción en proteína de cañihua germinada (PIK 030413 y PIK 030133)

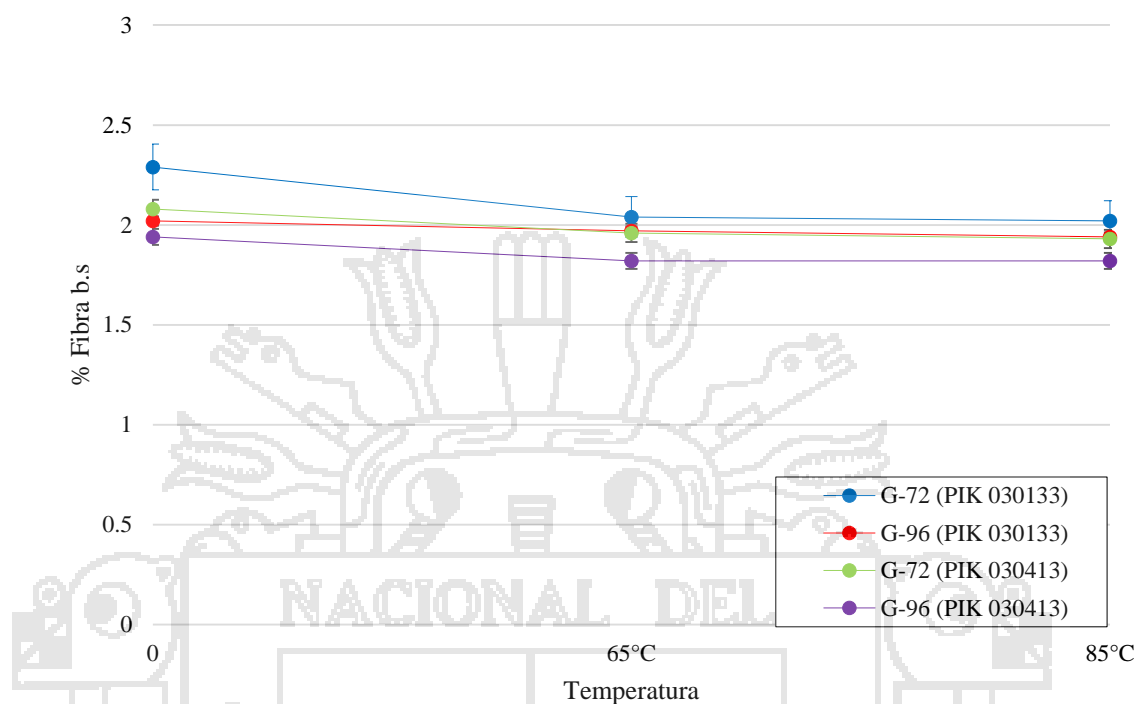


El efecto contrario a la germinación se observa que después de la cocción húmeda la proteína reduce ligeramente. Colmenares, (2015) indica que la cocción de granos germinados en amaranto disminuyen. Sin embargo Dueñas *et al.*, (2015), muestra que al ser cocidas los frijoles y lentejas en agua a presión atmosférica durante 60 min para las semillas oscuras (frijoles) y durante 20 min para las lentejas, incrementan para las lentejas esto se atribuye a la solubilización de los componentes y, en consecuencia, como un efecto de concentración existe este aumento. Así mismo Wang *et al.*, (2009), indicó que los frijoles al ser cocidas a presión atmosférica aumentaron, esta diferencia es debido posiblemente al tipo, variedad o ecotipo del grano.

4.3.2.4. Fibra

En la Figura 21, se observa el comportamiento de fibra de la cañihua procesada (PIK 030413-G72 horas, PIK 030413-G96 horas, PIK 030133-G96 horas y PIK 030133-G96 horas) de ambas accesiones, para lo cual vemos que la fibra disminuye a medida que la temperatura aumenta (65-85°C). Mediante el ANVA y comparación múltiple de Tukey (descritas en el Anexo 5. Cuadros 12, 13 y 14) se observa que existe diferencia significativa entre las accesiones y la temperatura.

Figura 21. Influencia de la temperatura de cocción en fibra de cañihua germinada (PIK 030413 y PIK 030133)



El efecto de la cocción con respecto a la germinación se observa que después de la cocción húmeda en la fibra no se muestra cambios relevantes. Así mismo Dueñas *et al.*, (2015), muestra que al ser cocidas los frijoles y lentejas en agua a presión atmosférica durante 60 min para las semillas oscuras (frijoles) y durante 20 min para las lentejas, disminuyen debido a la solubilización de los contenidos de polisacáridos que constituyen la fracción. Así mismo Wang *et al.*, (2009), indicó que los frijoles al ser cocidas a presión atmosférica disminuyeron, esta diferencia es debido posiblemente al tipo, variedad o ecotipo del grano.

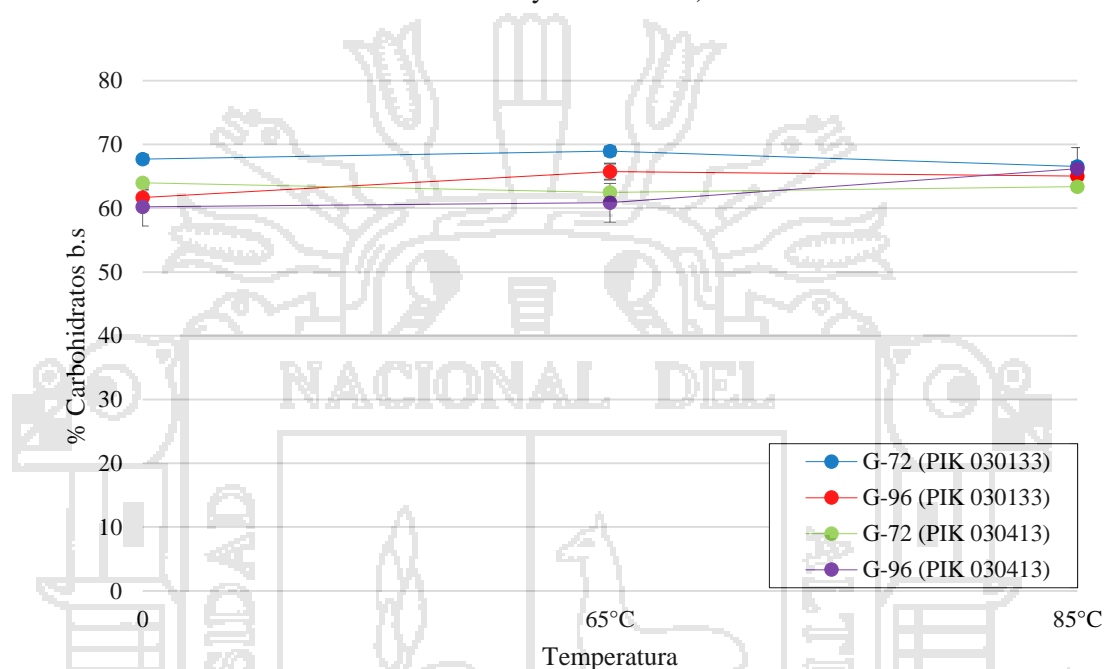
4.3.2.5. Carbohidratos

En la Figura 22, se observa el comportamiento de carbohidratos de la cañihua procesada (PIK 030413-G72 horas, PIK 030413-G96 horas, PIK 030133-G96 horas y PIK 030133-G96 horas para lo cual vemos que los carbohidratos aumentan ligeramente a medida que la temperatura aumenta (65-85°C). Mediante el ANVA y comparación múltiple de Tukey (descritas en el Anexo 5. Cuadros 15, 16 y 17) se observa que existe diferencia significativa entre las accesiones y la temperatura.

El efecto de la cocción con respecto a la germinación se observa que después de la cocción húmeda en los carbohidratos no se muestra cambios relevantes. Así mismo Dueñas *et al.*,

(2015), muestra que al ser cocidas los frijoles y lentejas en agua a presión atmosférica durante 60 min para las semillas oscuras (frijoles) y durante 20 min para las lentejas, disminuyen relativamente. Así mismo Wang *et al.*, (2009), indicó que los frijoles al ser cocidas a presión atmosférica aumentaron, esta diferencia es debido posiblemente al tipo, variedad o ecotipo del grano.

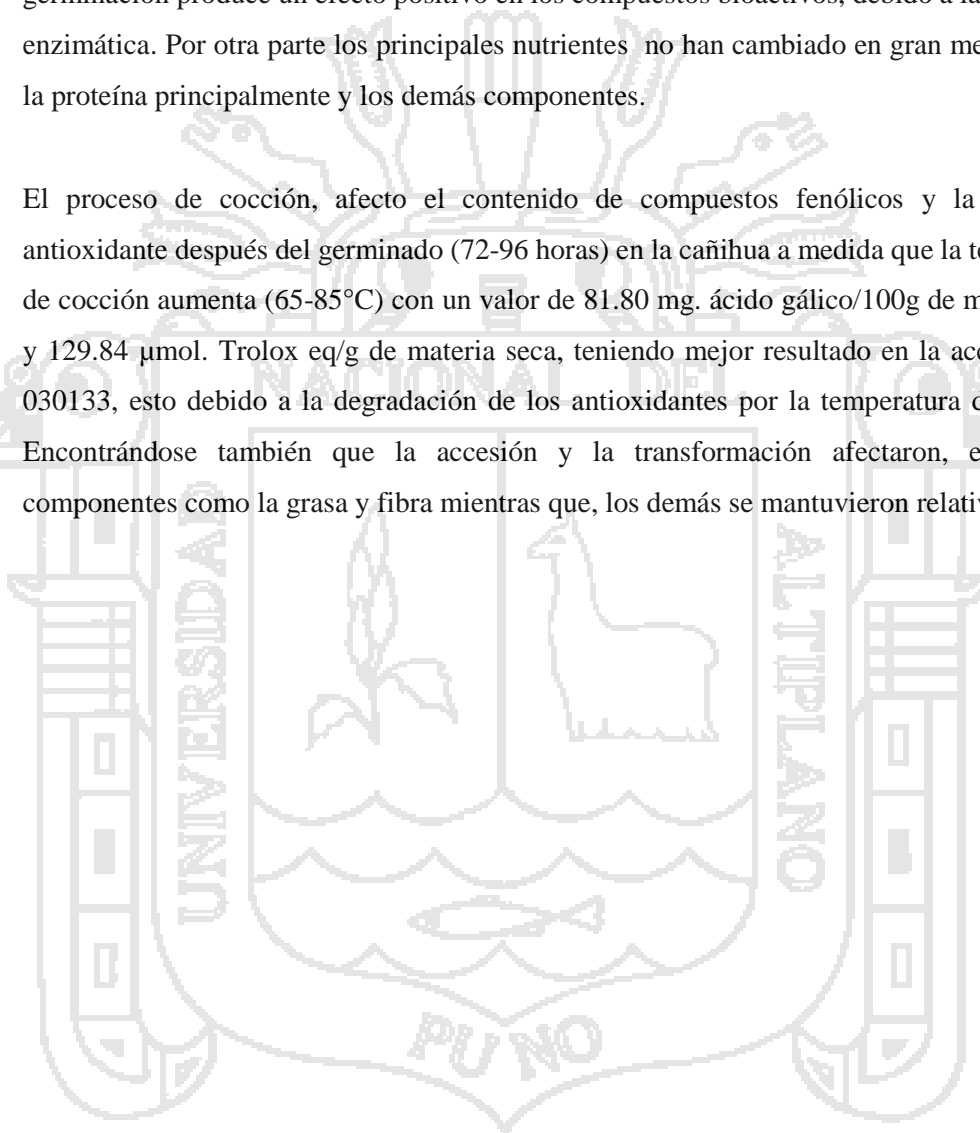
Figura 22. Influencia de la temperatura de cocción en carbohidratos de cañihua germinada (PIK 030413 y PIK 030133)



Los resultados mostrados de la composición proximal de la cañihua son afectados principalmente por el tratamiento térmico y la dilución de los componentes en agua de cocción, ocasionando una disminución y la pérdida del contenido proteico se debe posiblemente a la pérdida de sólidos solubles durante la cocción la fibra, grasa, ceniza disminuyen ligeramente a medida que aumenta la temperatura, mientras que los carbohidratos se mantuvieron relativamente estables, lo que indicaría que no se vio afectada por la cocción ya que al utilizar productos de alto valor proteico los componentes no se vieron afectados totalmente (Wang *et al.*, 2009; Avola, Patane, Barbagallo, 2012). Por otro lado De La Riva (2010), menciona con respecto a los cereales de muestras procesadas (cocción húmeda y tostado cocción) que 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 indicador del daño proteico durante el procesamiento debido a que la lisina es un aminoácido esencial limitante en la mayoría de los cereales, con la excepción de la quinua y otros granos andinos.

V. CONCLUSIONES

- La germinación a 72 y 96 horas en las accesiones PIK 030413 y PIK 030133, incrementa el contenido de los compuestos fenólicos, obteniendo mejores resultados en cañihua germinada a 72 horas en ambas accesiones con valores de 78.53 y 95.29 mg. ácido gálico/100 g de materia seca. En la capacidad antioxidante fue germinado a 96 horas en ambas accesiones, con valores de 164.69 y 181.84 μmol . Trolox eq/g de materia seca, mostrando así que la germinación produce un efecto positivo en los compuestos bioactivos, debido a la activación enzimática. Por otra parte los principales nutrientes no han cambiado en gran medida como la proteína principalmente y los demás componentes.
- El proceso de cocción, afectó el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante después del germinado (72-96 horas) en la cañihua a medida que la temperatura de cocción aumenta (65-85°C) con un valor de 81.80 mg. ácido gálico/100g de materia seca y 129.84 μmol . Trolox eq/g de materia seca, teniendo mejor resultado en la accesión PIK 030133, esto debido a la degradación de los antioxidantes por la temperatura de cocción. Encontrándose también que la accesión y la transformación afectaron, en algunos componentes como la grasa y fibra mientras que, los demás se mantuvieron relativamente.



VI. RECOMENDACIONES

- Realizar más evaluaciones a las accesiones o ecotipos ya que algunos tienen mejores características para mejorar la dieta alimentaria del ser humano.
- Realizar evaluaciones de contenido de compuestos fenólicos, capacidad antioxidante en otros procesos de transformación.



VII. BIBLIOGRAFIA

- Abderrahim, F., Huanatico, E., Repo-Carrasco-Valencia, R., Arribas, S. Gonzalez, M. & 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.
- Agostini, L., Moron, M., Ramón, A. & Ayalka, A. (2004). Determination of the antioxidant capacity of flavonides in fruits and frsh and thermal treated vegetables. *Ardh Litinoam Nutr*, 54, 89-92.
- Aguilar, C. (2002). Caracterización fisicoquímica de la fibra y mezclas de fibra dietaria obtenidas a partir de residuos de naranja (*Citrus sinesis*). Salvado de cebada (*Hordeum vulgare*). Tesis para optar el grado de Magister. Universidad Agraria la Molina. Lima-Perú.
- Almajano, M. (2009). Determinación de la actividad antioxidante de las bayas de goji. Consorci Escola Industrial de Barcelona.
- Álvarez – Jubetea, L., Wijngaarda, H., Arendtb, E. & Gallagher, E. (2010). Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. *Food Chemistry*, 119(2), 770-778.
- Arnao, H. (2001). Some Methodological Problems in the Determination of Antioxidant Activity Using Chomogen Radicals: a Practical Case. *Trend in Food Science and Technology*, 11, 419-43.
- A.O.A.C. (1990). Oficial Methods of Análisis of the Association of the Oficial Agricultura Chemist. Ediciones. Boar.
- Avola, G., Patane, C. & Barbagallo, R. (2012). Effect of water cooking on proximate composition of grain in three Sicilian chickpeas (*Cicer arietinum* L). *LWT-Food Science and Technology*, 49, 217-220.
- Belitz, H. & Grosh, W. (1997). Química de los alimentos. España: Editorial Acribia Zaragoza. 258.

- Berganza, B., Alvaro, L., Moran, W., Rodriguez, G., Coto, N. & Santamaría, M. (2003). Effect of variety and location on the total fat, fatty acids and squalene content of amaranth. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58, 1-6.
- Calsin, C. (2007). Obtención de extracto antioxidante de mashua (*Tropaeolum Tuberosum* Ruiz y Pavon) y la evaluación de su eficacia en la oxidación de aceite de soya refinada. Tesis. Universidad Nacional del Altiplano Puno-Perú.
- Castillo, E. (2010). Determinación de la estabilidad de los compuestos antioxidantes durante la germinación y extrusión en la cañihua (*Chenopodium Pallidicaule* Aellen). Tesis. Universidad Nacional del Altiplano Puno-Perú.
- Chahuan, A., Saxena, D. & Singh, S. (2015). Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus* spp.) flour. *LWT-Food Science and Technology*, 63, 939-945.
- Chen, J. & Ho, C. (1997). Antioxidant activities of caffeic acid and its related hydroxycinnamic acid compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 2374-2378.
- Colmenares, S. (2015). Efecto de la germinación sobre la composición química y nutricional de la semilla de amaranto (*Amaranthus* spp.). Tesis para optar el grado de maestría de la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos - Guatemala <http://www.researchgate.net>.
- Delgado, L., Betanzos, G. & Sumaya, T. (2010). Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. *Investigacion y Ciencia*, 50, 10-15
- De La Riva, D. (2010). Compuestos bioactivos de quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd) cruda y procesada. Tesis. Universidad Nacional del Altiplano Puno-Perú.
- Donkor. O., Stojanovska, L., Ginn, P., Ashton, J. & Vasiljevic, T. (2012). Sprouted grains - Sources of bioactive compounds. *Food Chemistry*, 135, 950-959.
- Dueñas, M., Hernández, T., Estrella, I., & Fernández, D. (2009). Germination as a process to increase the polyphenol content and antioxidant activity of lupin seeds (*Lupinus angustifolius* L.). *Food Chemistry*, 117, 599-607.

- Dueñas, M., Sarmiento, T., Aguilera, Y., Benitez, V., Molla, E., Esteban, R., Martín – Cabrejas, M. (2015). Impacto de la cocción y la germinación de la composición fenólica y fracciones de fibra dietética en los granos oscuros (*Phaseolus vulgaris* L.) y las lentejas (*Lens culinaris* L.) *LWT - Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 66, 72-78.
- Escobar, M. (2010). Extracción de compuestos fenólicos de las cascarras de cítricos producidos en México. Tesis Para optar el grado de maestría en ciencias en alimentos. Instituto Politécnico Nacional – México.
- FAO. (1995). Informe: Evaluación de calidad de granos en América Latina. Propuesta para uniformar el sistema de evaluación. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- Franco, D. & Moure, A. (2010). Antioxidantes naturales. Aspectos saludables, toxicológicos y aplicaciones industriales. España. Editorial Graficas Garabal.
- Frankel, E. (1996). Antioxidant in lipids foods and their impact on food quality. *Food Chemistry*, 57, 51.
- Frankel, E. (1998). In search of etter methods to evaluate natural antioxidants and oxidative satability in foods lipids. *Food Science and Technology*, 4
- García, R. (2005). Absorción in vivo de oligomeros de epicatequina. Tesis. Universidad Rovira i Virgili. Tarragona – España.
- Helliwell, B. (1990). How to characterize a biological antioxidant. *Free Radical Research Communications*, 9, 1- 32.
- Hernandez, J. & Leon, J. (1992). Cultivos Marginados, otra Perspectiva de 1492. Colección FAO. *Producción y Protección Vegetal*, 26.
- Hodzic, Z., Pasalic, H., Memisec, A., Srabovic, M., Saletovic, M. & Poljakovic, M. (2009). The influence of total phenols content on antioxidant capacity in the whole grain extracts. *European Journal of Scientific Research*, 28 (3), 471-477.
- Hooper, L. & Cassidy, A. (2006). A review of the health care potential of bioactive compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 1805–1813.
- INIA - PUNO. (2008): *Informe de Investigación*. Proyecto IFAD-NUS I. Puno.

- Ito, N., Fukushima, S., & Tsuda. (1996). Carcinogenicity and modification of the carcinogenic response by BHA, BHT and other antioxidants. *CRC Critical Review in Toxicology*, 5, 109-150.
- Kadam, S., Smithard, R., Eyre, M. & Armstrong, D. (1987). Effect of heat treatments of antinutritional factors and quality of protein in winged bean. *J. Sci Food Agric*, 39, 267-75.
- Key T., Appleby P. & Rosell M. (2006). Health effects of vegetarian and vegan diets. *Proceedings of the Nutrition Society*, 65(1), 35-41.
- Khattak, A., Zeb, A., Bibi, N., Khalil, S. & Khattak, M. (2007). Influence of germination techniques on phytic acid and polyphenols content of chickpea (*Cicer arietinum* L.) sprouts. *Food Chemistry*, 104(107), 4-1079.
- Kim, S., Kang, M., Nam, S. & Friedman, M. (2012). Dietary rice component c-oryzanol inhibits tumor growth in tumor-bearing mice. *Molecular Nutrition and Food Research*, 56, 935-944.
- Lallana, V., Elizalde, J. & Garcia, L. (2005). Germinación y latencia de semillas y yemas. Plan de estudios, Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Entre Ríos, Parana.
- López, A., El-Naggar, T., Dueñas, M., Ortega, T., Estrella, I., Hernández, T., Gómez-Serranillos, P., Palomino, O. & Carretero, E. (2013). Efecto de la cocción y la germinación de la composición fenólica y propiedades biológicas de los granos oscuros. *Química de los Alimentos*, 138, 547-555.
- Mamani, R. (1994). Efecto de la densidad de siembra en cuatro variedades de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el Altiplano Norte de Bolivia. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andres. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia.
- Matiacevich, S., Santagapita, P. & Buera, M. (2005). Fluorescence from the Maillard reaction and its potential applications in food science. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45, 483-495.

- Matilla, A. (2003). Ecofisiología de la germinación de semillas. La Ecofisiología Vegetal. Una ciencia de síntesis. Madrid. 29, 901-922. Ediciones Paraninfo S.A.
- Martinez-Valverde, L., Periago, M. & Ros, G. (2000). Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. Archivos Latinoamericanos de Nutrición.
- Martinez – Navarrete, N., Del Mar, M. & Martinez, J. (2008). Actividad dietética. *Elsevier*, 12(2), 64-8.
- MINAG. (2013). www.minag.gob.pe / boletín del SIEA/ valor de la producción.
- Mujica, A., Dupeyrat, R., Jacobsen, S., Marca, S., Canahua, A., Aguilar, P., Ortiz, R. & Chura, E. (2002). La cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la nutrición humana del Perú. Puno. Editorial universitaria. UNA-Puno 68.
- Olmedilla, B., Granado, F. & Herrero, C. (2001). Dieta mediterránea versus suplementación con micronutrientes: Pros y contras. *Revista Chilena de Nutrición*, 28 (2), 368-380.
- Olmedilla, B. & Granado F. (2007). Componentes bioactivos. Alimentos funcionales: aproximación a una nueva alimentación. Instituto de Nutrición y Trastornos alimentarios. Dirección general de Salud Pública y alimentación.
- Pasko, P., Barton, H., Zagrodzki, P., Gorinstein, S., Folta, M. & Zachwieja, Z. (2009). Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their Growth. *Food Chemistry*, 115, 994-998.
- Pazos, M., Gallardo, M., Torres, B. & Medina, I. (2004). Activity of grape polyphenols as inhibitors of the oxidation of fish lipids and frozen fish muscle. *Food Chemistry*, 92, 547-557.
- Peñarrieta, J., Alvarado, J., Akesson, B. & Bergenstahl, B. (2008). Total antioxidant capacity and content of flavonoids and other phenolic compounds in cañihua (*Chenopodium pallidicaule*): an Andean pseudocereal. *Molecular Nutrition & Food Research*, 52, 708-717.
- Pokorny, J., Yanisleva, N. & Gordon, M. (2004). *Antioxidantes de los alimentos*. España. Editorial Acribia Zaragoza. 364.

- Porras-Loaiza, A. & Lopez-Malo, A. (2009). Importancia de los grupos fenólicos en los alimentos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 3(1), 121-124.
- Repo-Carrasco, R. (1992). Tecnología de cereales y granos andinos. Universidad la Molina. Lima, Perú. 124.
- Repo-Carrasco, R. & Encina, C. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de cereales andinos: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Revista de Sociedad de Químicos de Perú – Lima*.
- Repo-Carrasco, R., Jarkko, K., Juha, P. & Pirjo, M. (2010). Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) and Kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Food Chemistry*, 120, 128-133.
- Rice-Evans, C., Millar, N. & Paganga, G. (1996). Structure antioxidant activity relation ship of flavoids and phenolic Acid. *Free Radical Biology y Medicine*, 20(7), 933-956.
- Robbins, R. (2003). Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology. *J. Agric. Food Chem*, 51, 2866-2887.
- Rodríguez, D., Kimura M., Godoy, H. & Amaya, J. (2008). Updated brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid composition. *Journal of Food Composition Analysis*, 21, 445-463.
- Rojas, W., Soto, J., Pinto, M., Jager, M. & Padulosi, S. (2008). Granos andinos, avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañihua y amaranto en Bolivia.
- Sharma, P. & Sinhg, H. (2010). Antioxidant and polyphenol oxidase activity of germinated barley and its milling fractions. *Food Chemistry*, 120, 673-678.
- Singleton, V. & Rossi, I. (1965). Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotunigstic acid reagents. *American Journal of Enology Viticure*, 16, 44-158.
- Tacora, M (2010). Efecto de la presión de expansión por explosión y temperatura de tostado en algunas características funcionales de dos variedades de cañihua (*Chenopodium Pallidicaule* Aellen). Tesis Universidad Nacional del Altiplano Puno-Perú.

- Tapia, M. (1979). Cultivos andinos. IICA – CII. Bogotá, Colombia. 205-214.
- Tapia, M. (1990). Kañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. FAO, Primera Edición. 59-94.
- Tian, B., Xie, B., Shi, J., Wu, J., Cai, Y., Xu, T., Xue, S. & Deng, Q. (2010). Physicochemical changes of oat seedes during germination. *Food Chemistry*, 119, 1195-1200.
- Torre, M., Rodriguez, A. & Saura-Calixto, F. (1991). Effects of dietary fiber and phytic acid on mineral availability. *Food Sci Nutr*, 1(1), 1-22.
- Torres, J., Varela, B., Garcia, M., Carilla, J., Matito, C. & Centelles, J. (2002). Valorization of grape (*Vitis vinifera*) byproducts. Antioxidant and biological properties of polyphenolic fractions differing in procyanidin composition and flavonol content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 7548-7555.
- Wang, N., Hatcher, D., Toews, R. & Gawalko, E. (2009). Influence of cooking and dehulling on nutritional composition of several varieties of lentils (*Lens culinaris*). *LWT-Food Science and Technology*, 42, 842-848.
- Wu, C., Huang, S., Lin, J. & Yen, G. (2011). Inhibition of advanced glycation and product formation by foodstuffs. *Food & Function*, 2, 224-234.
- Zheng, W. & Wang, S. (2001). Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Agricultural and Food Chemistry*, 49(11), 5165-5170.

ANEXOS



Anexo 1

Resultados de la caracterización del grano de dos accesiones de cañihua

Cuadro 1. Resultados de humedad

Accesiones	Humedad (%)	
	PIK 030413	PIK 030133
R1	8.78	10.8
R2	8.76	10.83
R3	8.8	10.81
PROMEDIO	8.78	10.81
DS	0.020	0.015

Cuadro 2. Análisis de varianza (ANVA)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
ACCESIONES	6.20167	1	6.20167	19584.21	**
Error exptal	0.00126667	4	0.000316667		
Total (Corr.)	6.20293	5			

Cuadro 3. Prueba de múltiple rango de TUKEY por ACCESIONES

ACCESIONES	Casos	Media	Grupos Homogéneos
PIK 030133	3	10.8133	a
PIK 030413	3	8.78	b

Cuadro 4. Resultados de los compuestos bioactivos en dos accesiones promisorias de cañihua

ACCESIONES (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	DATOS	EVALUACIONES	
		Compuestos fenólicos (mg. ácido gálico/100g ms)	Capacidad antioxidante (µmol. Trolox eq/g ms)
PIK 030413	R1	70.32	78.98
	R2	70.51	75.51
	R3	69.72	73.20
	PROMEDIO	70.18	75.90
	DS	0.41	2.91
PIK 030133	R1	64.056	111.08
	R2	62.24	108.19
	R3	63.45	111.80
	PROMEDIO	63.25	110.35
	DS	0.92	1.91

Cuadro 5. Análisis de varianza para compuestos fenólicos (ANVA)

Fuente	S. C.	Gl	C. M.	Razón-F	Valor-P
ACCESIONES	72.1974	1	72.1974	141.34	**
Error exptal	2.04326	4	0.510814		
Total (Corr.)	74.2407	5			

ACCESIONES	Casos	Media	Grupos Homogéneos
PIK 030413	3	70.1883	a
PIK 030133	3	63.2506	b

Cuadro 6. Análisis de varianza para capacidad antioxidante (ANVA)

Fuente	S. C.	Gl	C. M.	Razón-F	Valor-P
ACCESIONES	1781.24	1	1781.24	294.06	**
Intra grupos	24.2293	4	6.05733		
Total (Corr.)	1805.47	5			

ACCESIONES	Casos	Media	Grupos Homogéneos
PIK 030133	3	110.357	a
PIK 030413	3	75.8967	b

Anexo 2

Resultados de la influencia de la germinación en los compuestos bioactivos de dos accesiones de cañihua

Cuadro 1. Resultados de la influencia de germinación en los compuestos fenólicos de la accesión PIK 030413

ACCESION (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	TRATAMIENTO	DATOS	EVALUACIÓN
	Germinación (Tiempo)		Compuestos fenólicos (mg. ácido gálico/100g ms)
PIK 030413	0 horas	R1	70.32
		R2	70.51
		R3	69.72
		PROMEDIO	70.18
		DS	0.41
	72 horas	R1	77.87
		R2	79.05
		R3	78.66
		PROMEDIO	78.53
		DS	0.59
	96 horas	R1	62.67
		R2	62.87
		R3	63.26
		PROMEDIO	62.94
		DS	0.30

Cuadro 2. Análisis de varianza (ANVA)

<i>Fuente</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl</i>	<i>C. M.</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
TIEMPO	365.196	2	182.598	886.72	**
Error experimental	1.23555	6	0.205925		
Total (Corr.)	366.431	8			

Cuadro 3. Prueba de múltiple rango de TUKEY para compuestos fenólicos por TIEMPO

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
72 HORAS	3	78.5306	a
0 HORAS	3	70.1883	b
96 HORAS	3	62.94	c

Cuadro 4. Resultados de la influencia de germinación en los compuestos fenólicos de la accesión PIK 030133 de cañihua

ACCESION (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	TRATAMIENTO	DATOS	EVALUACION
	Germinación (Tiempo)		Compuestos fenólicos (mg. ácido gálico/100g ms)
PIK 030133	0 horas	R1	64.056
		R2	62.24
		R3	63.45
		PROMEDIO	63.25
		DS	0.92
	72 horas	R1	95.67
		R2	94.32
		R3	95.87
		PROMEDIO	95.29
		DS	0.84
	96 horas	R1	91.09
		R2	92.05
		R3	91.47
		PROMEDIO	91.54
		DS	0.48

Cuadro 5. Análisis de varianza (ANVA)

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
TIEMPO	1841.2	2	920.6	1535.94	**
Error experimental	3.59624	6	0.599374		
Total (Corr.)	1844.8	8			

Cuadro 6. Prueba de múltiple rango de TUKEY para compuestos fenólicos por TIEMPO

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
72 HORAS	3	95.2917	a
96 HORAS	3	91.544	b
0 HORAS	3	63.2506	c

Cuadro 7. Resultados de la influencia de germinación en la capacidad antioxidante de la accesión PIK 030413 de cañihua

ACCESION (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	TRATAMIENTO	DATOS	EVALUACION
	Germinación (Tiempo)		Capacidad antioxidante (μ Mol. Trolox eq/g ms)
PIK 030413	0 horas	R1	78.98
		R2	75.51
		R3	73.20
		PROMEDIO	75.90
		DS	2.91
	72 horas	R1	137.16
		R2	139.67
		R3	141.67
		PROMEDIO	139.50
		DS	2.26
	96 horas	R1	165.25
		R2	163.03
		R3	165.80
		PROMEDIO	164.69
		DS	1.46

Cuadro 8. Análisis de varianza (ANVA)

Fuente	S. C.	Gl	C. M.	Razón-F	Valor-P
TIEMPO	12564.9	2	6282.47	1198.82	**
Error experimental	31.4431	6	5.24052		
Total (Corr.)	12596.4	8			

Cuadro 9. Prueba de múltiple rango de TUKEY para capacidad antioxidante por TIEMPO

TIEMPO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
96 HORAS	3	164.693	a
72 HORAS	3	139.5	b
0 HORAS	3	75.8967	c

Cuadro 10. Resultados de la influencia de germinación en la capacidad antioxidante de la accesión PIK 030133 de cañihua

ACCESION (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	TRATAMIENTO	DATOS	EVALUACION
	Germinación (Tiempo)		Capacidad antioxidante (μmol . Trolox eq/g ms)
PIK 030133	0 horas	R1	111.08
		R2	108.19
		R3	111.80
		PROMEDIO	110.35
		DS	1.91
	72 horas	R1	139.96
		R2	139.47
		R3	137.53
		PROMEDIO	138.99
		DS	1.28
	96 horas	R1	183.03
		R2	180.48
		R3	182.01
		PROMEDIO	181.84
		DS	1.28

Cuadro 11. Análisis de varianza (ANVA)

Fuente	S. C.	Gl	C. M.	Razón-F	Valor-P
TIEMPO	7765.95	2	3882.98	1676.31	**
Error experimental	13.8983	6	2.31639		
Total (Corr.)	7779.85	8			

Cuadro 12. Prueba de múltiple rango de TUKEY para capacidad antioxidante por TIEMPO

TIEMPO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
96 HORAS	3	181.84	a
72 HORAS	3	138.987	b
0 HORAS	3	110.357	c

Anexo 3

Resultados de la influencia de germinación en la composición proximal de dos accesiones de cañihua

Cuadro 1. Resultados de la influencia de germinación en la composición proximal de la accesión PIK 030413

ACCESION (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	Germinación		EVALUACIONES (%)				
			Ceniza	Grasa	Proteína	Fibra	Carbohidratos
PIK 030413	0 horas	R1	2.74	7.35	14.78	2.56	63.79
		R2	2.72	7.33	14.78	2.52	63.85
		R3	2.69	7.36	14.78	2.5	63.87
		PROMEDIO	2.72	7.34	14.78	2.52	63.83
		DS	0.02	0.01	0.00	0.03	0.04
	72 horas	R1	2.82	5.41	17.99	2.09	64.02
		R2	2.8	5.48	17.99	2.06	63.95
		R3	2.76	5.55	17.99	2.08	63.97
		PROMEDIO	2.79	5.48	17.99	2.08	63.98
		DS	0.03	0.07	0.00	0.02	0.03
	96 horas	R1	3.15	7.33	17.35	1.96	60.17
		R2	3.12	7.36	17.35	1.92	60.24
		R3	3.08	7.3	17.35	1.95	60.27
		PROMEDIO	3.12	7.33	17.35	1.94	60.22
		DS	0.03	0.03	0.00	0.05	0.05

Cuadro 2. Análisis de varianza para ceniza (ANVA)

Fuente	S. C.	Gl	C. M.	Razón-F	Valor-P
TIEMPO	1.85842	2	0.929211	995.58	**
Error experimental	0.0056	6	0.000933333		
Total (Corr.)	1.86402	8			

Cuadro 3. Prueba de múltiple rango de TUKEY para ceniza por TIEMPO

TIEMPO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
96 HORAS	3	3.71667	a
72 HORAS	3	2.79333	b
0 HORAS	3	2.71667	c

Cuadro 4. Análisis de varianza para grasa (ANVA)

Fuente	S. C.	Gl	C. M.	Razón-F	Valor-P
TIEMPO	6.90722	2	3.45361	1717.27	**
Error experimental	0.0120667	6	0.00201111		
Total (Corr.)	6.91929	8			

Cuadro 5. Prueba de múltiple rango de TUKEY para grasa por TIEMPO

TIEMPO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
0 HORAS	3	7.34667	a
96 HORAS	3	7.33	a
72 HORAS	3	5.48	b

Cuadro 6. Análisis de varianza para proteína (ANVA)

<i>Fuente</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl</i>	<i>C. M.</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
TIEMPO	17.3186	2	8.6593		
Error experimental	0	6	0		
Total (Corr.)	17.3186	8			

Cuadro 7. Prueba de múltiple rango de TUKEY para proteína por TIEMPO

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
72 HORAS	3	17.99	a
96 HORAS	3	17.35	b
0 HORAS	3	14.78	c

Cuadro 8. Análisis de varianza para fibra (ANVA)

<i>Fuente</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl</i>	<i>C. M.</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.594467	2	0.297233	504.74	**
Intra grupos	0.00353333	6	0.000588889		
Total (Corr.)	0.598	8			

Cuadro 9. Prueba de múltiple rango de TUKEY para fibra por TIEMPO

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0 HORAS	3	2.52667	a
72 HORAS	3	2.03	b
96 HORAS	3	1.94333	c

Cuadro 10. Análisis de varianza para carbohidratos (ANVA)

<i>Fuente</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl</i>	<i>C. M.</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	27.1402	2	13.5701	7184.16	**
Intra grupos	0.0113333	6	0.00188889		
Total (Corr.)	27.1515	8			

Cuadro 11. Prueba de múltiple rango de TUKEY para carbohidratos por TIEMPO

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
72 HORAS	3	63.98	a
0 HORAS	3	63.8367	a
96 HORAS	3	60.2267	b

Cuadro 12. Resultados de la influencia de germinación en la composición proximal de la accesión PIK 030133

ACCESION (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	Germinación		EVALUACIONES (%)				
			Ceniza	Grasa	Proteína	Fibra	Carbohidratos
PIK 030133	0 horas	R1	2.98	7.28	13.49	2.63	62.82
		R2	2.96	7.22	13.49	2.65	62.79
		R3	2.94	7.25	13.49	2.67	62.84
		PROMEDIO	2.96	7.25	13.49	2.65	62.82
	72 horas	R1	2.4	8.12	11.91	2.29	67.73
		R2	2.44	8.08	11.92	2.27	67.69
		R3	2.46	8.02	11.91	2.32	67.74
		PROMEDIO	2.43	8.07	11.91	2.29	67.72
	96 horas	DS	0.02	0.03	0.00	0.02	0.02
		R1	2.57	8.36	16.54	2.02	62.59
		R2	2.52	8.33	16.54	2.01	61.78
		R3	2.54	8.29	16.54	2.03	60.69
		PROMEDIO	2.54	8.32	16.54	2.02	61.68
		DS	0.02	0.03	0.00	0.01	0.95

Cuadro 13. Análisis de varianza para ceniza (ANVA)

Fuente	S. C.	Gl	C. M.	Razón-F	Valor-P
TIEMPO	0.463089	2	0.231544	353.20	**
Error experimental	0.00393333	6	0.000655556		
Total (Corr.)	0.467022	8			

Cuadro 14. Prueba de múltiple rango de TUKEY para ceniza por TIEMPO

TIEMPO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
0 HORAS	3	2.96	a
96 HORAS	3	2.54333	b
72 HORAS	3	2.43333	c

Cuadro 15. Análisis de varianza para grasa (ANVA)

Fuente	S. C.	Gl	C. M.	Razón-F	Valor-P
TRATAMIENTOS	1.90127	2	0.950633	611.12	**
Error exptal	0.00933333	6	0.00155556		
Total (Corr.)	1.9106	8			

Cuadro 16. Prueba de múltiple rango de TUKEY para grasa por TIEMPO

TIEMPO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
96 HORAS	3	8.32667	a
72 HORAS	3	8.07333	b
0 HORAS	3	7.25	c

Cuadro 17. Análisis de varianza para proteína (ANVA)

<i>Fuente</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl</i>	<i>C. M.</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	33.1944	2	16.5972	1493749.00	**
Intra grupos	0.0000666667	6	0.0000111111		
Total (Corr.)	33.1945	8			

Cuadro 18. Prueba de múltiple rango de TUKEY para proteína por TIEMPO

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
96 HORAS	3	16.54	a
0 HORAS	3	13.49	b
72 HORAS	3	11.9133	c

Cuadro 19. Análisis de varianza para fibra (ANVA)

<i>Fuente</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl</i>	<i>C. M.</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.598822	2	0.299411	792.56	**
Intra grupos	0.00226667	6	0.000377778		
Total (Corr.)	0.601089	8			

Cuadro 20. Prueba de múltiple rango de TUKEY para fibra por TIEMPO

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0 HORAS	3	2.65	A
72 HORAS	3	2.29333	B
96 HORAS	3	2.02	C

Cuadro 21. Análisis de varianza para carbohidratos (ANVA)

<i>Fuente</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl</i>	<i>C. M.</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	61.7207	2	30.8603	101.70	**
Intra grupos	1.82073	6	0.303456		
Total (Corr.)	63.5414	8			

Cuadro 22. Prueba de múltiple rango de TUKEY para carbohidratos por TIEMPO

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
72 HORAS	3	67.72	a
0 HORAS	3	62.8167	b
96 HORAS	3	61.6867	b

Anexo 4

Resultados de los análisis de los compuestos bioactivos de los tratamientos (germinación y cocción húmeda) de dos accesiones de cañihua

Cuadro 1. Resultados de la accesión PIK 030413

ACCESIÓN (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	TRATAMIENTOS		EVALUACIÓN	
	Germinación	Cocción húmeda		Compuestos fenólicos
PIK 030413	72 horas	0	R1	77.87
			R2	79.05
			R3	78.66
			PROMEDIO	78.53
			DS	0.59
		65° C	R1	60.8535
			R2	59.8396
			R3	60.4480
			PROMEDIO	60.3804
			DS	0.51
		85 ° C	R1	44.9160
			R2	44.5222
	R3		42.9467	
	PROMEDIO		44.1283	
	DS		1.04	
	96 horas	0	R1	62.67
			R2	62.87
			R3	63.26
			PROMEDIO	62.94
			DS	0.30
		65° C	R1	46.1109
			R2	46.3176
			R3	45.6975
			PROMEDIO	46.0420
DS			0.31	
85 ° C		R1	41.7286	
		R2	42.3332	
	R3	42.5347		
	PROMEDIO	42.1988		
	DS	0.41		

Cuadro 2. Resultados de la accesión PIK 030133

ACCESION (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	TRATAMIENTOS		EVALUACION	
	Germinación	Cocción húmeda	Compuestos fenólicos	
PIK 030133	72 horas	0	R1	95.67
			R2	94.32
			R3	95.87
			PROMEDIO	95.29
			DS	0.84
		R1	75.9149	
		R2	76.3252	
		R3	76.7355	
		PROMEDIO	76.3252	
		DS	0.41	
		R1	72.6583	
		R2	74.2681	
	R3	74.8718		
	PROMEDIO	73.9328		
	DS	1.14		
	R1	91.09		
	R2	92.05		
	R3	91.47		
	PROMEDIO	91.54		
	DS	0.48		
	R1	81.3989		
	R2	81.6039		
	R3	82.4239		
	PROMEDIO	81.8089		
DS	0.54			
R1	79.5281			
R2	79.9390			
R3	80.5554			
PROMEDIO	80.0075			
DS	0.41			

Cuadro 3. Análisis de varianza de dos accesiones para compuestos fenólicos (ANVA)

Fuente	S. C.	Gl	C. M.	Razón-F	Valor-P
A:ACCESIONES	5339.42	1	5339.42	1520.53	**
B:TEMPERATURA	8.31698	1	8.31698	2.37	n.s
INTERACCIONES					
AB	290.364	1	290.364	82.69	**
RESIDUOS	59.6963	17	3.51154		
TOTAL (CORREGIDO)	6077.22	23			

Cuadro 4. Prueba de múltiple rango de TUKEY para compuestos fenólicos por ACCESIONES

ACCESIONES	Media LS	Grupos Homogéneos
PIK 030133	78.0187	a
PIK 030413	48.1874	b

Cuadro 5. Resultados de la PIK 030413

ACCESION (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	TRATAMIENTOS		EVALUACION	
	Germinación	Cocción húmeda		Capacidad antioxidante
PIK 030413	72 horas	0	R1	137.16
			R2	139.67
			R3	141.67
			PROMEDIO	139.50
			DS	2.26
		R1	119.65	
		R2	122.89	
		R3	120.73	
		PROMEDIO	121.09	
		DS	1.65	
		R1	112.24	
		R2	108.92	
	R3	109.33		
	PROMEDIO	110.16		
	DS	1.81		
	R1	165.25		
	R2	163.03		
	R3	165.80		
	PROMEDIO	164.69		
	DS	1.46		
	R1	113.57		
	R2	114.56		
	R3	112.90		
	PROMEDIO	113.68		
DS	0.83			
R1	93.36			
R2	91.55			
R3	92.28			
PROMEDIO	92.40			
DS	0.91			

Cuadro 6. Resultados de la PIK 030133

ACCESION (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	TRATAMIENTOS		EVALUACION	
	Germinación	Cocción húmeda		Capacidad antioxidante
PIK 030133	72 horas	0	R1	139.96
			R2	139.47
			R3	137.53
			PROMEDIO	138.99
			DS	1.28
		65° C	R1	101.26
			R2	101.92
			R3	100.93
			PROMEDIO	101.37
			DS	0.51
		85 ° C	R1	92.57
			R2	93.45
			R3	96.07
			PROMEDIO	94.03
			DS	1.82
	96 horas	0	R1	183.03
			R2	180.48
			R3	182.01
			PROMEDIO	181.84
			DS	1.28
		65° C	R1	129.24
			R2	128.89
			R3	131.38
			PROMEDIO	129.84
85 ° C	R1	120.88		
	R2	119.64		
	R3	120.47		
	PROMEDIO	120.33		
	DS	101.26		

Cuadro 7. Análisis de varianza de dos accesiones para capacidad antioxidante (ANVA)

Fuente	S. C.	Gl	C. M.	Razón-F	Valor-P
A:ACCESIONES	25.4616	1	25.4616	8.36	**
B:TEMPERATURA	902.336	1	902.336	296.41	**
INTERACCIONES					
AB	88.4736	1	88.4736	29.06	**
RESIDUOS	51.7525	17	3.04427		
TOTAL (CORREGIDO)	3851.87	23			

Cuadro 8. Prueba de múltiple rango de TUKEY para capacidad antioxidante por ACCESIONES

ACCESIONES	Media LS	Grupos Homogéneos
PIK 030133	111.392	a
PIK 030413	109.332	b

Cuadro 9. Prueba de múltiple rango de TUKEY para capacidad antioxidante por TEMPERATURA

TEMPERATURA	Media LS	Grupos Homogéneos
0	156.255	a
65° C	116.493	b
85° C	104.23	c

Anexo 5

Resultados de la influencia de la germinación y cocción húmeda en la composición proximal de dos accesiones de cañihua

Cuadro 1. Resultados de los análisis de procesos de germinación y cocción húmeda en la composición proximal de la accesión PIK 030413 de cañihua

ACCESION (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	TRATAMIENTOS			EVALUACIONES (%)				
	Germinación	Cocción húmeda		Ceniza	Grasa	Proteína	Fibra	Carbohidratos
PIK 030413	72 horas	0	R1	2.82	5.41	17.99	2.09	64.02
			R2	2.8	5.48	17.99	2.06	63.95
			R3	2.76	5.55	17.99	2.08	63.97
			PROMEDIO	2.79	5.48	17.99	2.08	63.98
			DS	0.03	0.07	0.00	0.02	0.03
		65°C	R1	2.02	5.09	15.01	2.0	62.57
			R2	2.07	5.06	15.08	2.06	62.47
			R3	2.09	5.02	15.17	2.08	62.34
			PROMEDIO	2.06	5.05	15.08	2.04	62.46
			DS	0.03	0.03	0.08	0.04	0.11
		85°C	R1	2.01	5.03	14.54	2.05	64.59
			R2	2.02	5.03	14.51	2.06	63.85
	R3		2.03	4.8	14.38	2.08	62.73	
	PROMEDIO		2.02	4.95	14.47	2.06	63.39	
	DS		0.02	0.13	0.08	0.01	0.69	
	96 horas	0	R1	3.15	7.33	17.35	1.96	60.17
			R2	3.12	7.36	17.35	1.92	60.24
			R3	3.08	7.3	17.35	1.95	60.27
			PROMEDIO	3.12	7.33	17.35	1.94	60.22
			DS	0.03	0.03	0.00	0.05	0.05
		65°C	R1	2.06	6.72	16.33	1.99	60.85
			R2	2.04	6.71	16.33	1.95	60.81
			R3	2.01	6.69	16.33	1.97	60.93
			PROMEDIO	2.03	6.70	16.33	1.97	60.86
DS			0.02	0.01	0.00	0.02	0.06	
85°C		R1	2.07	6.14	15.29	1.95	66.17	
		R2	2.02	6.09	15.27	1.94	66.19	
	R3	2.05	6.11	15.28	1.93	66.24		
	PROMEDIO	2.04	6.11	15.28	1.94	66.20		
	DS	0.02	0.02	0.00	0.01	0.03		

Cuadro 2. Resultados de los análisis de procesos de germinación y cocción húmeda en la composición proximal de la accesión PIK 030133 de cañihua

ACCESION (<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	TRATAMIENTOS			EVALUACIONES (%)				
	Germinación	Cocción húmeda		Ceniza	Grasa	Proteína	Fibra	Carbohidratos
PIK 030133	72 horas	0	R1	2.4	8.12	11.91	2.29	67.73
			R2	2.44	8.08	11.92	2.27	67.69
			R3	2.46	8.02	11.91	2.32	67.74
			PROMEDIO	2.43	8.07	11.91	2.29	67.72
			DS	0.03	0.05	0.005	0.02	0.02
		65°C	R1	1.77	8.1	11.29	2.38	67.93
			R2	1.72	8.08	11.22	2.36	68.98
			R3	1.74	8.05	11.25	2.34	67.95
			PROMEDIO	1.74	8.07	11.28	2.36	68.97
			DS	0.02	0.02	0.08	0.02	0.02
		85°C	R1	1.51	7.33	10.46	1.95	66.52
			R2	1.59	7.27	10.47	1.94	66.53
	R3		1.60	7.29	10.48	1.92	66.54	
	PROMEDIO		1.58	7.29	10.47	1.93	66.53	
	DS		0.02	0.03	0.00	0.01	0.00	
	96 horas	0	R1	2.57	8.36	16.54	2.02	62.59
			R2	2.52	8.33	16.54	2.01	61.78
			R3	2.54	8.29	16.54	2.03	60.69
			PROMEDIO	2.54	8.32	16.54	2.02	61.68
			DS	0.02	0.03	0.00	0.01	0.95
		65°C	R1	2.04	7.72	14.17	2.01	65.76
			R2	2.02	7.68	14.17	2.04	65.74
			R3	2.0	7.7	14.17	1.82	65.76
			PROMEDIO	2.02	7.70	14.17	2.02	65.75
DS			0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	
85°C		R1	1.76	7.32	13.94	1.82	64.91	
		R2	1.72	7.28	13.64	1.81	65.09	
	R3	1.68	7.25	13.78	1.85	65.17		
	PROMEDIO	1.72	7.28	13.78	1.82	65.05		

Cuadro 3. Análisis de varianza de dos accesiones para ceniza (ANVA)

Fuente	S. C.	Gl	C. M.	Razón-F	Valor-P
A:ACCESIONES	0.00689823	1	0.00689823	47.32	**
C:TEMPERATURA	0.851757	1	0.851757	5842.48	**
INTERACCIONES					
AC	0.0533334	1	0.0533334	365.83	**
RESIDUOS	0.00247838	17	0.000145787		
TOTAL (CORREGIDO)	0.973868	23			

Cuadro 4. Prueba de múltiple rango de TUKEY para ceniza por ACCESIONES

ACCESIONES	Media LS	Grupos Homogéneos
PIK 030133	1.60632	a
PIK 030413	1.57241	b

Cuadro 5. Prueba de múltiple rango de TUKEY para ceniza por TEMPERATURA

TEMPERATURA	Media LS	Grupos Homogéneos
0	1.9509	a
85° C	1.77776	b
65° C	1.40098	c

Cuadro 6. Análisis de varianza de dos accesiones para proteína (ANVA)

Fuente	S. C.	Gl	C. M.	Razón-F	Valor-P
A:ACCESIONES	0.151577	1	0.151577	1585.67	**
B:TEMPERATURA	0.72926	1	0.72926	7628.91	**
INTERACCIONES					
AB	0.0296236	1	0.0296236	309.90	**
RESIDUOS	0.00152947	16	0.0000955916		
TOTAL (CORREGIDO)	0.958394	23			

Cuadro 7. Prueba de múltiple rango de TUKEY para proteínas por ACCESIONES

ACCESIONES	Media LS	Grupos Homogéneos
PIK 030413	3.84373	a
PIK 030133	3.68479	b

Cuadro 8. Prueba de múltiple rango de TUKEY para proteínas por TEMPERATURA

TEMPERATURA	Media LS	Grupos Homogéneos
0	4.1205	a
85°C	3.93857	b
65°C	3.58994	c

Cuadro 9. Análisis de varianza de dos accesiones para grasa (ANVA)

Fuente	S. C.	Gl	C. M.	Razón-F	Valor-P
A:ACCESIONES	0.0540895	1	0.0540895	10.99	**
B:TEMPERATURA	0.0307829	1	0.0307829	6.25	**
INTERACCIONES					
AB	0.0000482228	1	0.0000482228	0.01	n.s
RESIDUOS	0.0836688	17	0.00492169		
TOTAL (CORREGIDO)	0.258232	23			

Cuadro 10. Prueba de múltiple rango de TUKEY para grasa por ACCESIONES

ACCESIONES	Media LS	Grupos Homogéneos
PIK 030133	2.75242	a
PIK 030413	2.65747	b

Cuadro 11. Prueba de múltiple rango de TUKEY para grasa por TEMPERATURA

TEMPERATURA	Media LS	Grupos Homogéneos
0	2.9605	a
85° C	2.74076	b
65° C	2.66913	c

Cuadro 12. Análisis de varianza de dos accesiones para fibra (ANVA)

<i>Fuente</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl</i>	<i>C. M.</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:ACCESIONES	0.0023594	1	0.0023594	45.12	**
B:TEMPERATURA	0.0120778	1	0.0120778	230.99	**
INTERACCIONES					
AB	0.000403719	1	0.000403719	7.72	**
RESIDUOS	0.000888879	17	0.000052287		
TOTAL (CORREGIDO)	0.0648381	23			

Cuadro 13. Prueba de múltiple rango de TUKEY para fibra por ACCESIONES

<i>ACCESIONES</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
PIK 030133	1.46099	a
PIK 030413	1.44116	b

Cuadro 14. Prueba de múltiple rango de TUKEY para fibra por TEMPERATURA

<i>TEMPERATURA</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	1.78	a
65° C	1.47351	b
85° C	1.42865	c

Cuadro 15. Análisis de varianza de dos accesiones para carbohidratos (ANVA)

<i>Fuente</i>	<i>S. C.</i>	<i>Gl</i>	<i>C. M.</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:ACCESIONES	26.5441	1	26.5441	28.06	**
B:TEMPERATURA	52.8067	1	52.8067	55.82	**
INTERACCIONES					
AB	26.46	1	26.46	27.97	**
RESIDUOS	16.0825	17	0.946031		
TOTAL (CORREGIDO)	217.135	23			

Cuadro 16. Prueba de múltiple rango de TUKEY para carbohidratos por ACCESIONES

<i>ACCESIONES</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
PIK 030133	68.3317	a
PIK 030413	66.2283	b

Cuadro 17. Prueba de múltiple rango de TUKEY para carbohidratos por TEMPERATURA

<i>TEMPERATURA</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	65.432	a
65° C	68.7633	b
85° C	65.7967	c

Anexo 6



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



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

CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE, JEFE DEL LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO-PUNO

Hace constar:

Que la Bach. Elizabeth Luna Mamani egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNA-PUNO, quien ha desarrollado y caracterizado la cañihua, como parte de su trabajo de tesis titulado "Influencia del germinado y cocción húmeda en los compuestos bioactivos de dos accesiones promisorias de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)". Efectuando los siguientes análisis.

Características funcionales y químicas: determinación del contenido de compuestos fenólicos, capacidad antioxidante, humedad, fibra, proteínas, grasa, cenizas y carbohidratos. Análisis realizados en las instalaciones del laboratorio de investigación de evaluación nutricional. Iniciando su trabajo el día 06 de enero al 21 de marzo del 2015 tiempo en el cual los análisis descritos.

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

Puno, 27 de Marzo del 2015





DARWIDO ARPASI ALCA
Control de Calidad de Alimentos
LABORATORIO
E.P. 160825

Dr. C. Romeo J. Dujovne Torres
DIRECTOR
E.P. Ings. Agroindustrial