

COMPARACIÓN DE CUALIDADES NUTRICIONALES DEL GERMINADO Y GRANO DE TRES VARIEDADES DE CAÑAHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen.) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CHOQUENAIRA - LA PAZ

Comparison of nutritional qualities of germ and grain from three varieties of Canahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen.) in Experimental Center of Choquenaira- La Paz

Norma V. Cruz M.¹, Félix Mamani R.², Silvia E. Aliaga Z.², *Nelson Choque M.², Sonia Condori M.³

RESUMEN

La investigación se realizó en el Banco de Germoplasma de Granos Andinos PROGRANO de la Estación Experimental de Choquenaira. El objetivo de esta investigación fue analizar las cualidades nutricionales de germinado y de grano, de tres variedades de cañahua (Illampu, Ecotipo naranja y Purapurani). En los resultados obtenidos del valor nutricional del germinado y grano, se observaron que la proteína del grano a germinado disminuye a 46,89, 57,31 y 67,52% en las tres variedades, de manera inversa pasa con el hierro, que de grano a germinado, aumenta en 27,18 y 32,20% en el ecotipo naranja e Illampu, mientras en Purapurani se mantiene la cantidad. El Calcio disminuye en el grano hasta que desarrolle el brote en 11,62 y 2,44% en el ecotipo naranja y Purapurani; en la variedad Illampu aumenta a 1,23%. En el contenido de Fosforo aumenta hasta la formación del brote a 137,75%, por el contrario, disminuye en el contenido de 13,82 y 24,71% en las variedades Illampu y Purapurani. Respecto a la Vitamina C, en las variedades el más alto contenido es la Illampu con 3,6 mg/100g, luego el Ecotipo naranja con 2,92 mg/100g y finalmente la Purapurani con 2,28 mg/100g en los germinados.

Palabras clave: Cañahua, *Chenopodium pallidicaule* Aellen, germinado, grano y nutrientes.

ABSTRACT

The research has been made at the Germoplasm Bank of Andean Grains "PROGRANO" from the Experimental Center of Choquenaira. The main objective was to analize the nutritional qualities of germ and grain from three varieties of canahua (Illampu, Ecotipo Naranja and Purapurani). The results for nutritional facts of germ and grain show that the content of protein decreases from grain to germ to 46,89, 57,31 and 67,52% in the three varieties of canahua. And the opposite happens with iron, that from grain to germ there is an increase of 27,18 and 32,20% in Ecotipo Naranja and Illampu, instead of Purapurani that mantains the same quantity. Calcium decreases in the grain of Ecotipo Naranja and Purapurani until their sprouts grow up in 11,62 and 2,44%, but the calcium increases for Illampu variety to 1,23%. The phosphorus content increases until the formation of sprout to 137,75%, and in the varieties Illampu and Purapurani the calcium content decreases to 13,82 and 24,7%. Regarding Vitamin C, the highest content is found in Illampu variety with 3,6 mg/100g, then the Ecotipo Naranja variety with 2,92 mg/100g and finally Purapurani with 2,28mg/100g in their germs.

Keyword: Cañahua, *Chenopodium pallidicaule* Aellen, germinated, grain and nutrients.

Artículo original

DOI: <https://doi.org/10.53287/zodd6432jo89p>

Recibido: 18/07/2021

Aceptado: 10/03/2022

¹ Ingeniero en Producción y Comercialización Agropecuaria. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

² Docente en Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

* Autor de correspondencia ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2120-2416>. nchoque19@umsa.bo

³ Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. condorimamanisoni@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) es originario de Bolivia y Perú tiene importantes características, las cuales incluyen una tolerancia a las condiciones de altas alturas montañosas y su contenido de alta proteína en sus granos, muy adaptable a las condiciones que presenta la región altiplánica de Bolivia. Tapia (1990), citado por Higinio (2011), determinaron que el grano de cañahua se caracteriza por un contenido alto de proteínas llegando a superar el 18%, con buenas (cuales o cuanto es las buenas proporciones) proporciones de aminoácidos esenciales. Con respecto a la variación de la composición química de la cañahua, ésta depende de la variabilidad genética material, edad de maduración de la planta, localización, cultivo y fertilidad del suelo.

Racines (2011) menciona que la importancia de los germinados se debe a que aumentan su aporte nutricional en comparación con semillas sin germinar, ya que tiene un alto rendimiento y se puede incluir en diferentes comidas. Los germinados constituyen uno de los mejores alimentos que la naturaleza nos ha dado. De poderoso efecto regenerador y curativo. Los germinados aumentan potencialmente su riqueza nutricional conforme se desarrollan hasta alcanzar un nivel óptimo. Tamez y Méndez (1997), citado en Ramos y Villanueva (1998) indican que durante este proceso germinativo se pueden encontrar nutrientes que las semillas por si solas no tienen, en especial, vitaminas A, B, C, E y K. Todos los germinados son nutritivos, debido a que contienen calcio, hierro, magnesio, potasio y fósforo, además de un alto contenido de fibra y carecen de colesterol.

Durante el proceso de germinación, bajo la influencia del agua, del calor y del oxígeno, se produce procesos biológicos que influyen favorablemente en la composición de los granos. El alto contenido en azúcar explica en los granos de germinado sea muy sensible al deterioro por los mohos, levaduras y bacterias. Así mismo en el proceso de la germinación, la calidad de las proteínas se mejora igualmente gracias a la descomposición las cadenas complejas de proteínas en aminoácidos libres y al aumento del contenido en aminoácidos esenciales (entre otros la Lisina). Las grasas se transforman en ácidos grasos libres, gracias a todas estas modificaciones y al aumento del contenido en humedad, los granos germinados se digieren más rápidamente. Los granos germinados son más ricos en vitaminas A, B, y E, calcio, potasio, magnesio en oligoelementos, en hierro, selenio y zinc (Gómez, M. 2008 citado por Chancusig, 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente trabajo se realizó en el laboratorio del Banco de Germoplasma de Granos Andinos del Programa Granos Andinos (PROGRANO) en la Estación Experimental Choquenaira de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés. La Estación Experimental Choquenaira se ubica a 8 km al Sur de la ciudad de Viacha, Provincia Ingavi y a 38 km al Sur Oeste de la ciudad de La Paz; situado a una altitud 3870 m s.n.m. geográficamente se encuentra a 16°41'39,25" de latitud Sud y 65°17'14,31" de longitud Oeste a una temperatura promedio de 7,7 °C y precipitación promedio de 349,10 milímetros.

Metodología

Material biológico: El material biológico de semillas, fue seleccionado del Banco de germoplasma de Granos Andinos de la Estación Experimental Choquenaira, los cuales son los siguientes: Ecotipo naranja, Purapurani e Illampu (Figura 1).



Figura 1. Variedad Ecotipo naranja (Izquierda), variedad Purapurani (Centro) y variedad Illampu (Derecha).

Este material proviene de la selección durante el ciclo agrícola 2007-2008 y 2011-2012 Purapurani y el Ecotipo naranja de las accesiones recolectadas en las comunidades y la variedad Illampu proviene de las accesiones de la línea (L-4).

Limpieza: Se realizó en forma manual, eliminando las impurezas como piedrecillas, pajas y restos de cosechas, empleando una malla plástica con diámetro mayor al diámetro del grano, luego proceder al venteo para eliminar los restos jipi y broza de paja que queda aún se presentan en los granos.

Peso de grano: Se utilizó una balanza analítica, tomando muestras 0,5 g de cada variedad de cañahua.

Lavado: El lavado es muy importante para eliminar todas las partículas adheridas en el grano, así mismo se usó una malla de plástico para el lavado del grano y para el enjuague agua destilada.

Desinfección del grano: Para la desinfección del grano se utilizó hipoclorito de sodio (lavandina) dos gotas por cada litro de agua.

Hidratación: La hidratación de los granos se las realizó una vez que el grano está limpio y desinfectado, colocándolos a las bandejas donde los granos absorben la humedad durante 30 minutos.

Colocado en bandejas: Las bandejas fueron desinfectadas con dos gotas de hipoclorito de sodio (lavandina), para ponerlos los granos de cañahua hidratados que se esparcieron en forma uniforme en las bandejas para que la germinación sea óptima.

Cámara de germinación: Finalmente las bandejas se colocaron en la cámara germinadora programada con el estabilizador a diferentes temperaturas (16 y 21°C) y analizar cuál de estas temperaturas es óptima para los germinados de la cañahua. La toma de datos se realizó; desde el primer día que empezó a salir la radícula todos los días por las mañanas hasta que tengan 90% de brote. De la misma manera se procedió con el germinado a temperatura ambiental (testigo).

Laboratorio: Para analizar el valor nutricional (proteína, calcio, fósforo, hierro, zinc y vitamina C) en grano y germinados de tres variedades de cañahua se llevó 50 gramos de muestra para cada variedad al laboratorio bromatológico, instituto de servicios de laboratorio de diagnóstico e investigación en salud (SELADIS), dependiente de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, UMSA.

Modelo estadístico: Los datos obtenidos en el proceso de las características físicas del germinando en las tres variedades de cañahua fue descriptivo. Para los tiempos de germinado se utilizó modelos de regresión estadística.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tiempo del proceso de germinado

En cuanto al tiempo de proceso de germinado de las variedades de Ecotipo naranja, Illampu y Purapurani se evaluó hasta que tengan brotes. El tiempo de cosecha de los germinados fue condicionado por las temperaturas que se probó a 16°C, 21°C y el testigo. El desarrollo de germinación a temperatura de 21°C, se inicia la elongación de la radícula que fue a las 24 horas en las tres variedades de cañahua.

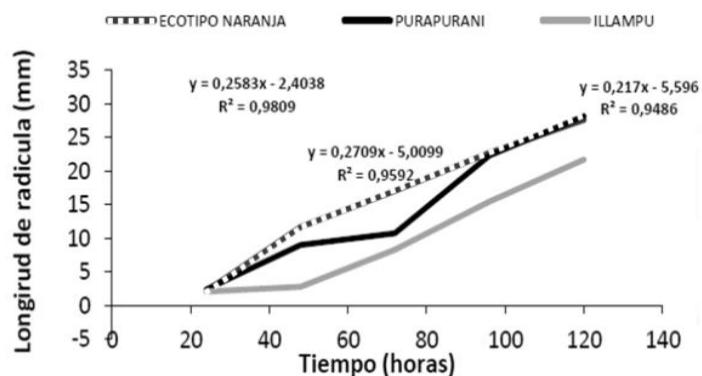


Figura 2. Desarrollo del germinado a 21°C por tiempo.

Por cada hora adicional crece la longitud de radícula en la variedad ecotipo naranja fue de 0,26 mm, en la Illampu de 0,22 mm y en la Purapurani 0,27 mm hasta la formación de brote. A esta temperatura no es adecuado, en el transcurso del desarrollo de germinación se observó la proliferación de hongos. Pita y Pérez (1998), indican que el control de la germinación por la temperatura permite asegurar que la semilla sólo germinará cuando las condiciones ambientales sean las más adecuadas. En el desarrollo del germinado a temperatura 16°C en las dos variedades de cañahua inicio la elongación de la radícula a las 24 horas y la variedad Illampu fue a las 36 horas (Figura 3). A medida que pasa el tiempo en horas va creciendo la longitud de la radícula en el ecotipo naranja 0,19 mm, Purapurani 0,16 mm y el Illampu 0,19 mm finalizando con la formación de brote.

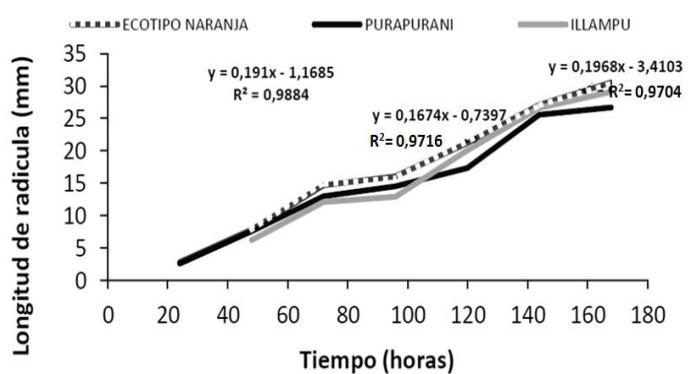


Figura 3. Desarrollo del germinado a 16°C por tiempo.

Durante el proceso de germinación se observó que la temperatura óptima es de 16°C y el tiempo de cosecha es de 6 días. El tiempo para la obtención de germinado en el testigo fue más tiempo que en el ambiente controlado, la primera aparición de la radícula fue por cada 48 horas. Por cada hora adicional que pasa la elongación de radícula crece en el ecotipo naranja 0,14 mm. Purapurani 0,09 mm y la Illampu 0,11 mm. La formación de brote fue entre 168 a 192 horas.

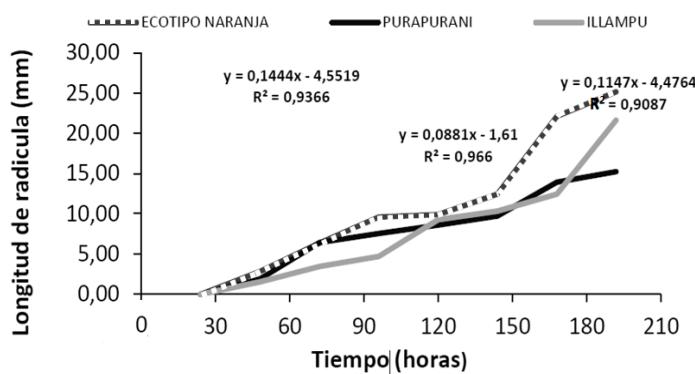


Figura 4. Desarrollo del germinado de la cañahua testigo.

Racines (2011) señala que el proceso de la quinua necesita 6 horas de remojo y su tiempo de germinación es de 1-3 días. La temperatura a la que se va a exponer la quinua mientras germina es de 10 a 15°C.

Evaluación nutricional del grano y en el germinado de cañahua

Propiedades nutricionales del grano

Choque (2006) realizó un análisis de laboratorio en el programa de alimentos y productos naturales en granos de cañahua en minerales que muestran los resultados en calcio 109,89 mg/100g, hierro 12,66 mg/100g y fósforo 361,68 mg/100g, donde se observa que el contenido de fósforo y hierro son similares a los resultados obtenidos para la variedad de cañahua gris solo se reporta diferencias en calcio (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis bromatológico en grano de cañahua.

Contenido nutricional	Ecotipo naranja	Illampu	Purapurani
Humedad (%)	13,00	10,00	10,00
Proteína (%)	15,44	19,37	19,24
Calcio (mg/100 g)	157,44	157,43	121,56
Fosforo (mg/100 g)	300,19	374,87	452,37
Hierro (mg/100 g)	13,21	13,54	13,72

Fuente: Proyecto BIOGEN quinua cañahua – 2016 (SELADIS).

La cañahua se compara favorablemente con otros cereales en cuanto a valores nutritivos. Su contenido de proteína varía entre 13,8 y 16,72%, y son del tipo albumina y globulina, componente más importante en las células, tejidos, músculos del cuerpo humano, así también la sangre, en la piel y de todos los órganos internos. Los huesos también están formados por proteínas de colágeno, sobre los que se asientan el calcio y otros minerales (Mujica, 2002).

La cañahua es rica en micronutrientes tales como hierro y calcio (Repo-Carrasco *et al.*, 2009), Apaza (2010) confirma el alto contenido en calcio, fósforo y hierro, reportando un valor de 110, 375 y 15 mg/100 g de materia seca; respectivamente. La FAO (2000) reporta una composición de 10-15 mg/100g de hierro, 87-141 g/100g de calcio y 335-496 mg/100g de fósforo presentes en la cañahua, dependiendo de la variedad (Bartolo, 2014). Referente a la composición de los alimentos peruanos, Collazos *et al.* (1998), reporta tres variedades de granos de cañahua amarilla, gris y parda, entre las cuales no existe diferencia considerable. En la cañahua amarilla en calcio 87,00, fósforo 335,0 y hierro 10,80mg, cañahua gris calcio 110,00 mg, fósforo 375,00 mg y hierro 13,00 mg y cañahua parda calcio 141,00 mg, fosforo 387,00 mg, hierro 12,00 mg análisis composicional reporta (Repo-Carrasco, 1992 citado por Higinio, 2011).

Propiedades nutricionales del germinado

Los resultados de análisis bromatológico en el germinado (Tabla 2), nos indican que los porcentajes de proteína

para las variedades Ecotipo naranja, Illampu y Purapurani reportaron diferencias, los valores obtenidos mejores son en la variedad Illampu 8,27 % y Ecotipo naranja 8,20 %, en menor porcentaje Purapurani con 6,25%, respecto al análisis de hierro se observa en la variedad Illampu 17,90 mg/100g, valor mayor que Purapurani es 13,17 mg/100g y el ecotipo naranja con 16,80 mg/100g.

Tabla 2. Análisis bromatológico de germinado de cañahua.

Contenido nutricional	Ecotipo naranja	Illampu	Purapurani
Humedad (%)	84,36	86,25	82,73
Proteína (%)	8,20	8,27	6,25
Calcio (mg/100g)	139,14	159,36	118,60
Fosforo (mg/100g)	374,31	323,08	340,61
Hierro (mg/100g)	16,80	17,90	13,72
Vitamina C (mg/100g)	2,92	3,60	2,28
Zinc (mg/100g)	67,78	67,84	82,89

Fuente: Proyecto BIOGEN quinua cañahua – 2016 (SELADIS).

Los resultados del contenido de la vitamina C, se observa que la variedad Illampu tiene 3,6 mg/100g, seguido del Ecotipo naranja con 2,92 mg/100g y por último el Purapurani con 2,28 mg/100g. En cuanto al calcio los mejores resultados nos muestran es las variedades Illampu con 159,36 mg/100g seguido la Ecotipo naranja con 139,14mg/100g y Purapurani con 118,60mg/100g, el Zinc presenta alto contenido en la variedad Purapurani con 82,89 mg/100g y por último el Fósforo que representa el mejor resultado mejores el Ecotipo naranja con 374,31 mg/100g en germinado.

El grano de quinua en cuanto a minerales el fosforo disminuye 39,86 mg en los granos andinos después de germinados, en el hierro se observa un ligero incremento de 4,56mg; pero en calcio se ve incrementando en cantidades bastantes elevadas, El fósforo sufre una disminución por el uso de energía en el crecimiento y desarrollo de la planta (germinación) y el calcio 405,44 mg estaría concentrándose al ser aportado quizás por medio de la germinación (Bravo *et al.*, 2013). La cañahua en relación al ácido ascórbico en cañahua aumenta por día en las primeras 24 horas 0,61 mg/100g, a las 48 horas 0,94mg/100g y a las 72 horas 1,37 mg/100g como menciona (Calle, 2004).

Marissa (2013), las proteínas de reserva son hidrolizadas a aminoácidos por proteinasas, En los cereales y otras gramíneas, las proteínas de reserva se encuentran en forma de cuerpos proteicos en la capa de aleurona y en menor cantidad, en el endospermo. Pita y Pérez (1998), indican la movilización de proteínas provee a la semilla de aminoácidos, a partir de los que se obtiene la energía necesaria, que se utilizan, durante la germinación. La degradación de las proteínas a aminoácidos es llevada a cabo por enzimas específicas denominadas proteasas, que se sintetizan por la presencia de giberelinas liberadas por el embrión.

Según Taiz y Zeiger (2006) citados por Suarez y Melgarejo (2010), durante el proceso de germinación, en cereales, por ejemplo, las reservas de nutrientes principalmente almidón y cuerpos proteicos son convertidos en compuestos básicos como azúcares simples y aminoácidos que son transportados y oxidados para suplir el crecimiento y la elongación del embrión.

Diferencias de las propiedades nutricionales del grano y en el germinado de cañahua

En la comparación del contenido de proteína de grano a germinado de cañahua de las Tablas 1 y 2, disminuye a 46,89, 57,31 y 67,52%. En las tres variedades, de diferente manera pasa con el hierro, el cambio en cantidad de grano a germinado aumenta en 27,18 y 32,20% en el ecotipo naranja y la variedad Illampu mientras en Purapurani se mantiene la cantidad, en el calcio disminuye del grano hasta que desarrolle el brote en 11,62 y 2,44% en el ecotipo naranja y Purapurani en la variedad Illampu aumenta a 1,23%.

En el contenido de fósforo aumenta la materia prima hasta la formación del brote a 137,75% por el contrario disminuye el contenido de 13,82 y 24,71 % en las variedades Illampu y Purapurani. El proceso del germinado se

realizó en los granos andinos en quinua y amaranto, se realizó una comparación grano y germinado en ácido ascórbico en el grano la quinua tiene 0,74 mg y amaranto con 2,80 mg se incrementa mayormente el contenido de ácido ascórbico en germinado de quinua con 6,20 mg y en amaranto con 7,17 mg (Bravo *et al.*, 2013).

CONCLUSIONES

El tiempo óptimo para germinación es de 7 días a temperatura de 16°C en condiciones controladas hubo mejores resultados en comparación a condiciones normales, debido a que la temperatura fue uno de los factores que favoreció en el germinado de cañahua. Los resultados del análisis del contenido de proteína en la semilla con diferencias la variedad Illampu con 19,37% seguido por la Purapurani con un 19,24% y menor proporción el ecotipo naranja con 15,44%. Los minerales presentes en los resultados del grano, el Hierro para la variedad Purapurani contiene 13,72 mg/100g, respecto al Calcio el Ecotipo naranja presenta 157,44 mg/100g, y finalmente el mayor contenido en Fósforo es para la variedad Purapurani con 452,37 mg/100g. Las características del valor nutricional del germinado son diferentes respecto a las variedades en el caso de la proteína tienen 8,27% la variedad Illampu seguido del ecotipo naranja con 8,20 y Purapurani con 6,25%. Los germinados de cañahua contienen diferencias respecto al contenido de minerales, la variedad Illampu contiene 17,90 mg/100g de Hierro, la misma variedad con 159,36 mg/100g de Calcio, Purapurani tiene un alto contenido de Zinc con 374,31 mg/100g.

BIBLIOGRAFÍA

- Apaza, V. (2010). Manejo y Mejoramiento de Kañiwa, Ed, Amelia Castillo. Puno-Perú 19 p, Serie Manual N°2.
- Bartolo, E. (2014). Influencia de la temperatura de tostado sobre el contenido de compuestos fenológicos totales y la capacidad antioxidante de la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi. Universidad Peruana Unión. pp. 5 y 50.
- Bravo, A., Reyna J., Gomez, P., & Huapaya H. (2013). Estudio químico y nutricional de los granos andinos germinado de quinua (*Chenopodium quinua*) y amaranto (*Amarantus Caudatus*) Revista Per, Quim, Ing, Quim, Vol, 16 N°1, Junin-Perù. pp 54-60.
- Calle, E. (2004). Efecto de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) trigo (*Triticum aestivum*, l,) y soya (*Glycine max*, m,), germinados en la alimentación de cuyes en recría para la prevención de escorbuto, Universidad Técnica de Oruro. pp. 144-155.
- Chancusig, S. (2013). Incidencia de la harina de quinua germinada (*Chenopodium quinoa*) en las propiedades nutricionales del fideo, Universidad Técnica de Norte. 30 p.
- Choque, M. (2006). Determinación de la composición nutricional y vida útil del pito de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) del ayllu majasaya mujlli prov, Tapacari, Universidad Mayor de San Simon. 23 p.
- Collazos, C. (1998). La composición de alimentos de mayor consumo en el Perú. Instituto Nacional de Nutrición. Lima, Perú.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), (2000). Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Agronomía de los cultivos andinos. Qañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen).
http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap3_1_1.htm
- Higinio, V. (2011). Elaboración de una mezcla instantánea de arroz (*Oriza sativa*) cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) y kiwicha (*Amarantus caudatus*) por el método de cocción extrusión. Proyecto de investigación, Callao-Perú.
- Marissa, M. (2013). Germinación de semilla, departamento de biología Madrid. 11 p.
- Mujica, A. (2002). La cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) investigación en la nutrición humana de Perú, Puno-Perú. 11 p.
- Pita, J., & Pérez, F. (1998). Germinación de semillas, departamento de biología E.U. Ingeniería Tecnología Agrícola, UPM 28040 Madrid. 10 p.
- Racines, A. (2011). Investigaciones de los germinados de lenteja, quinua, Zanahoria, mostaza y su aplicación a la gastronomía actual, Universidad Tecnología Equinoccial, Facultad de Turismo y Preservación Ambiental, Hotelería y Gastronomía. 19 p.
- Ramos, C., & Villanueva C. (1998). Producción de germinados de frijol mungo (*Vigna radiata*) y calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma*), Universidad Autónoma Chapingo, del departamento de Fitotecnia, México.

- Repo-Carrasco-Valencia, R., Acevedo, A., Icochea, J. & Kallio, H. (2009). Chemical and Functional Characterization of Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) Grain, Extrudate and Bran. *Plant Foods Hum Nutr* 64:94–101.
- Suarez, D., & Melgarejo, L. (2010). Laboratorio de fisiología, Departamento De Biología, Universidad Nacional de Colombia. 15 p.