

ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONTENIDO PROTEICO DE NUEVE VARIEDADES DE QUINUA (*CHENOPODIUM QUINOA WILLD*) CULTIVADAS EN TRES ZONAS AGROECOLÓGICAS DEL PERÚ

COMPARATIVE STUDY OF THE PROTEIN CONTENT OF NINE VARIETIES OF QUINOA (*CHENOPODIUM QUINOA WILLD*) GROWN IN THREE AGRO-ECOLOGICAL ZONES OF PERÚ

Ovidio Velasco¹, Berly Cárdenas ¹, Ricardo Abril¹, Midwar Ancco², Rodolfo Ancco Loza³

- (1) Universidad Católica de Santa María, Arequipa - Perú
- (2) Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa - Perú
- (3) Universidad Nacional del Altiplano. Puno - Perú

RESUMEN: La quinua (*Chenopodium Quinoa Willd*) es un grano andino cuyo origen es región circunlacustre altiplánica del Perú y Bolivia. Se ha logrado domesticar distintas variedades de ancestros silvestres y con diversidad genética y capacidad de adaptación a diferentes condiciones agroecológicas. Debido a sus características nutritivas, como fuente proteica en los últimos años ha tomado gran interés mundial para su consumo directo e industrialización. El presente estudio tuvo como objetivo comparar el contenido proteico de nueve variedades de quinua, provenientes del Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno: Salcedo INIA, Kankolla, Pasankalla, Blanca de Juli, Koytu, Huari Poncho, Choclito, Pandela Rosada, Chullpi Rojo, las mismas que fueron cultivadas en tres zonas agroecológicas del sur peruano y correspondientes a la campaña agrícola 2014: Puno, Arequipa y Camaná. Los análisis fueron realizados en el laboratorio de control de calidad de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa, mediante el método de Kjeldahl modificado, y los resultados sometidos a la prueba estadística de ANOVA y Tukey. La variedad Huari Poncho, presentó mayor porcentaje de proteínas con 13.95% en promedio a nivel de las tres zonas agroecológicas. La zona agroecológica de Arequipa es la que presenta mayor porcentaje de proteínas con 16.33% en relación a las otras dos zonas en estudio. Así mismo existe un efecto de interacción altamente significativo para proteína entre los factores zona agroecológica y variedad de quinua.

Palabras clave: Quinoa, variedad, zona agroecológica, contenido proteico.

ABSTRACT: Quinoa (*Chenopodium Quinoa Willd*) is an Andean grain whose origin is the altiplanic region of Peru and Bolivia. It has managed to domesticate different varieties of wild ancestors and with genetic diversity and adaptability to different agro-ecological conditions. Due to its nutritional characteristics, as a source of protein in recent years it has taken great worldwide interest for its direct consumption and industrialization. The objective of this study was to compare the protein content of nine varieties of quinoa, from the Germplasm Bank of the National University of the Altiplano of Puno: Salcedo INIA, Kankolla, Pasankalla, Blanca de Juli, Koytu, Huari Poncho, Choclito, Pandela Rosada, Chullpi Rojo, the same ones that were cultivated in three agro-ecological zones of southern Peru and corresponding to the 2014 agricultural campaign: Puno, Arequipa and Camaná. The analyzes were performed in the quality control laboratory of the Catholic University of Santa Maria de Arequipa, using the modified Kjeldahl method, and the results submitted to the statistical test of ANOVA and Tukey. The variety Huari Poncho, presented a higher percentage of proteins with 13.95% on average at the level of the three agroecological zones. The agro-ecological zone of Arequipa has the highest percentage of proteins with 16.33% in relation to the other two zones under study. Likewise, there is a highly significant interaction effect for protein between the agroecological zone and quinoa variety factors.

Keywords: Quinoa, variety, agroecological zone, protein content.

INTRODUCCIÓN

El grano andino quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) es una especie vegetal anual, tetraploide, dicotiledónea, que pertenece a la familia Chenopodiaceae, tiene su origen en la región andina de Perú y Bolivia, se ha cultivado en esta área durante los últimos 5,000 –7000 años, luego fue llevada a otros países como Colombia, Ecuador, Venezuela, Argentina y Chile. La planta fue denominada por los incas "el grano madre" y se le considero como un regalo de sus dioses (Morillo-Coronado, Castro-Roberto, & Morillo-Coronado, 2017; Vega-Galvez et al., 2010).

La quinua presenta una capacidad de crecimiento en condiciones de extrema aridez y bajas temperaturas como es típica en terrenos altoandinos, se cultiva desde el sur de Colombia hasta el sur de Chile y en un gran rango de altitud, desde más de 4000 msnm, como en Bolivia hasta casi el nivel del mar en Chile (Bertero, De La Vega, Correa, Jacobsen, & Mujica, 2004).

Debido a procesos evolutivos, la diversidad genética y capacidad de adaptación de la quinua a diferentes condiciones agroecológicas, se ha logrado domesticar muchas variedades, reportándose una gran diversidad de genotipos y progenitores silvestres, provenientes en su mayoría de los alrededores del lago Titicaca, entre Perú y Bolivia (Veloza Ramírez, Romero Guerrero, & Gómez Piedras, 2016).

Correspondencia:

Ovidio Velasco

E-mail: ovidiovelascovelasquez@hotmail.com

En nuestro país existen ocho bancos de germoplasma donde se conservan 6,302 accesiones de quinua: Estación Experimentales del INIA, en Illpa (Puno), Andenes (Cusco), Canaán (Ayacucho), Santa Ana (Huancayo) y Baños del Inca (Cajamarca), Universidad Agraria La Molina de Lima, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Rojas et al., 2014).

En los últimos años se ha dado mayor atención a la quinua por su extraordinario valor nutricional, considerándosele a la quinua como un alimento completo por presentar aminoácidos esenciales adecuados para el ser humano, como la lisina que es muy escaso en alimentos de origen vegetal, carbohidratos complejos, lípidos insaturados, compuestos bioactivos y polifenólicos (Pellegrini et al., 2018). El porcentaje de lisina es casi el doble en comparación a otros cereales, así mismo, los demás aminoácidos esenciales están muy cerca de los recomendados por la FAO/OMS/ONU (Gómez & Aguilar, 2016, p. 113; Romo, Rosero, Forero, & Céron, 2006).

Actualmente la industria alimentaria está tomando gran interés en proteínas aisladas a partir de vegetales y la tecnología moderna permite producir alimentos empleando eficazmente las proteínas vegetales a través de la elaboración de extractos proteicos de mayor calidad. Una forma de darle valor agregado a la quinua es la producción de alimentos con ingredientes derivados de esta, existen diferentes investigaciones para producir aislados proteicos mediante el método convencional de fraccionamiento en húmedo (Ávila Ruiz, Arts, Minor, & Schutyser, 2016; Mira Vásquez & Roca Argüelles, 2016). Teniendo en cuenta lo mencionado, la quinua y sus derivados se convierten en productos muy atractivos para el mercado nacional e internacional.

El presente estudio tuvo como objetivo comparar el contenido proteico de nueve variedades de quinua, cultivadas en tres zonas agroecológicas del sur del Perú: Puno, Arequipa y Camaná.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal

Se empleó nueve variedades de semillas de quinua (Figura 1): Blanca de Juli (QBJ), Choclito (QC), Chullpi Rojo (QCR), Huari Poncho (QH), Kankolla (QKA), Koyto (QKO), Pandela Rosada (QPR), Pasankala (QP) y Salcedo INIA (QS). Las nueve variedades se obtuvieron de cada una de las tres zonas agroecológicas; Puno (Fundo Camacani), Arequipa (Fundo Dolores de la Universidad Católica de Santa María) y Camaná (Fundo La Esperanza), el cultivo se realizó de acuerdo al sistema agrícola de cada zona.



Fig. 1 Variedades de quinua empleadas en el estudio.

Análisis de proteínas

Los análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de Control de Calidad de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa.

Para la evaluación de proteínas se utilizó el método de Kjeldahl con algunas modificaciones, el cual mide de forma directa y precisa el contenido total de nitrógeno de una muestra y posteriormente se emplea un factor de conversión (6.25) para estimar la proteína cruda, este método presenta ventajas como simplicidad, economía y precisión (Beljkaš et al., 2010; Conklin-Brittain, Dierenfeld, Wrangham, Norconk, & Silver, 1999). Se pesó 1g de semilla de quinua en balanza analítica y se colocó en un matraz de digestión Kjeldahl, luego se agregó 3 perlas de vidrio, 10g de sulfato de potasio, 0.5g de sulfato cúprico y 20mL de ácido sulfúrico concentrado, se calentó en manta calefactora y una vez que la solución estuvo transparente se dejó en ebullición de 15 a 20 min., si llegó a formar espuma se agregó gotas de ácido esteárico, luego de enfriar se agregó 200mL de agua destilada al matraz con la solución, enseguida fue conectado al equipo de destilación y se agregó 100mL de hidróxido de sodio al 30% por el embudo y se cerró la llave. Se destiló 150mL en un matraz el cual cuyo tubo colector estuvo sumergido en 50mL de ácido bórico al 3%.

Posteriormente se tituló con ácido clorhídrico 0.1N con indicador Hiro Tashiro. La hermeticidad del sistema fue verificada cada 15min. usando 10mL de solución de sulfato de amonio 0.1N, 100mL de agua destilada y de 1 a 2 gotas de hidróxido de sodio al 30% para liberar el amoníaco. Como blanco del método se empleó sacarosa ya que es un compuesto orgánico sin nitrógeno en su estructura.

Análisis estadístico

Para el análisis de proteínas se ensayaron 27 tratamientos, producto de la combinación de 9 variedades de quinua y tres pisos agroecológicos, con tres repeticiones, se aplicaron las pruebas de ANOVA y Tukey, se empleó el software el Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra los promedios y desviación estándar de la concentración de proteína de nueve variedades de quinua, cultivadas en las zonas agroecológicas de Puno, Arequipa y Camaná. Se muestra la prueba de comparación de ANOVA de dos factores, la cual indica que el factor zona agroecológica y el factor variedad de quinua presentan influencia simple altamente significativa ($p < 0.01$) sobre la concentración de proteína de nueve variedades de quinua. Adicionalmente ambos factores presentan un efecto de interacción (zona agroecológica * variedad) altamente significativo sobre la concentración de proteínas de las nueve variedades de quinua ($p < 0.01$).

Tabla 1. Contenido proteico de nueve variedades de quinua (*Chenopodium Quinoa Willd*) cultivada en tres zonas agroecológicas del sur del País.

Variedad	Zona agroecológica		
	Puno	Camaná	Arequipa
Salcedo INIA (QS)	10.68 ± 0.01	11.54 ± 0.50	16.22 ± 0.20
Kankolla (QK)	11.63 ± 0.03	10.46 ± 0.05	17.28 ± 0.02
Pasankalla (QP)	11.90 ± 0.05	14.17 ± 0.17	14.56 ± 0.57
Blanca de Juli (QBJ)	11.59 ± 0.00	12.90 ± 0.09	16.84 ± 0.04
Koytu (QKO)	11.52 ± 0.02	11.42 ± 0.01	16.63 ± 0.02
Huari Poncho (QH)	12.03 ± 0.03	11.72 ± 0.02	18.11 ± 0.01
Chocito (QC)	11.28 ± 0.06	12.07 ± 0.07	15.39 ± 0.09
Pandela Rosada (QPR)	11.94 ± 0.01	10.41 ± 0.03	15.84 ± 0.84
Chullpi Rojo (QCR)	11.81 ± 0.01	8.75 ± 0.05	16.09 ± 0.09
Zona Agroecológica		F=3983.88	P=0.000... (P<0.01)
Variedad		F=52.46	P=0.000... (P<0.01)
Zona Agroecológica*variedad		F=80.53	P=0.000... (P<0.01)

La variedad QH presenta mayor contenido de proteína (12.03%) en comparación de las demás variedades procedente de la zona agroecológica de Puno, en la zona agroecológica de Camaná la variedad QP presenta mayor contenido de proteína (14.17%) y en la zona agroecológica de Arequipa la variedad QH presenta mayor contenido de proteína (18.11%).

Las diferencias de contenido proteico en las variedades de quinua del presente estudio coinciden con otros autores como Reyes-Montaño, Ávila-Torres, & Guevara-Pulido (2006), —(Abugoch et al., 2009; Apaza, Caceres, & Pinedo, 2013; Barrial, 2014; Elsohaimy, Refaay, & Zaytoun, 2015; Miguel, 2011; Molina Paredes, 2018), quienes en sus trabajos indican que el porcentaje de proteínas presente en la quinua depende de la variedad, estos señalan porcentajes entre 10.4 y 17% según la variedad, incluso en algunas investigaciones reportan valores proteicos mayores a los descritos en el presente estudio, posiblemente a que antes de realizar el análisis para la cuantificación de proteínas, los granos de quinua reciben diferentes procesos como lavado o escarificado, seguido de tamizado, estos influyen en el valor proteico (Landa, Mantecón, Frutos, Rodríguez, & Giráldez, 2001; Ruales & Nair, 1992)

Con respecto a las variedades QBJ y QK obtenidas de la zona agroecológica de Arequipa, presentan un contenido proteico de 16.84±0.04% y 17.28±0.02% respectivamente, dichos valores son superiores en comparación al estudio realizado por Apaza, Caceres, & Pinedo (2013), así mismo las variedades de las demás zonas agroecológicas de nuestro estudio muestran menor contenido proteico en relación al estudio de dichos autores. En cuanto a la variedad QS, Apaza et al. (2013) y Antezana et al. (2015), en sus estudios señalan un contenido proteico de 16.23% y 12.72% respectivamente, dichos valores son superiores a las variedades obtenidas de las zonas agroecológicas de Puno y Camaná de nuestra investigación sin embargo, la variedad procedente de Arequipa presenta un contenido proteico similar e incluso mayor (16.22±0.2%).

Finalmente, en relación a la variedad QP obtenida de las tres zonas agroecologías del presente estudio (Puno, Camaná, Arequipa), muestran mayor contenido proteico (11.90±0.05-14.17±17% - 14.56±57%) respectivamente en comparación con el estudio realizado por Antezana et al. (2015), sin embargo Apaza et al. (2013) indica un valor superior. Sin indicar la zona agroecológica cultivada

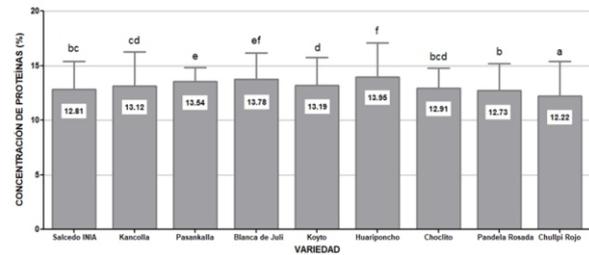


Fig. 2 Concentración de proteínas de quinua según variedades cultivadas.

La Figura 2 muestra la prueba de especificidad de Tukey para el contenido proteico promedio de los seis grupos representados por las variedades de quinua (a, b, c, d, e, f), siendo la variedad QH la que presentó mayor concentración de proteínas con un promedio de 13.95 % (f), seguido de la variedad QBJ con una concentración de proteínas de 13.78 % (ef), mientras que la variedad QCR fue la que presentó la menor concentración de proteínas promedio de las nueve variedades de quinua con 12.22 % (a).

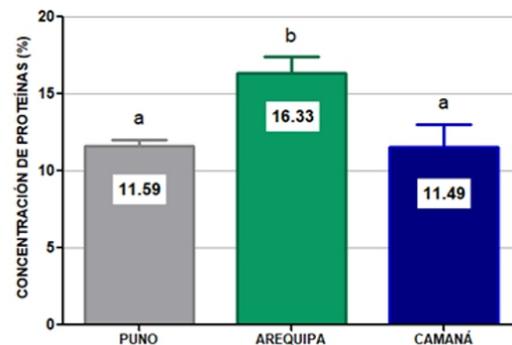


Fig. 3 Concentración de proteínas de quinua según zona agroecológica.

En la Figura 3 se observa de acuerdo a la prueba de especificidad Tukey dos grupos representados por las zonas agroecológicas de cultivo (a y b), se considera el promedio proteico de las nueve variedades de quinua, siendo la zona agroecológica de Arequipa la que presenta mayor concentración de proteínas con un promedio de 16.33% (b), seguida de las zonas agroecológicas de Puno y Camaná, con concentraciones de proteínas de 11.59% y 11.49% respectivamente (a) en las nueve variedades de quinua. Se observa que el factor zona agroecológica influye en la concentración de proteína en quinua, estos datos se confirman con el trabajo realizado por Miranda et al. (2012) en el describe diferencia de contenido proteico de 6 variedades de quinua cultivadas en tres zonas geográficas de Chile, del mismo modo Veloza Ramírez et al. (2016) indica en su estudio la influencia de la zona agroecológica en la concentración de proteína presente en quinua.

Así mismo en otros estudios se observa una diferencia de contenido proteico en la variedad de quinua Sajama de origen boliviano estudiados en diferentes zonas geográficas (Comai, Bailoni, & Bertazzo, 2006; Mahoney, Lopez, & Hendricks, 1975).

Posiblemente la diferencia en el contenido proteico en relación a las zonas agroecológicas se deba a varios factores: Climáticos, edáficos, hídricos y antropogénicos. En relación al clima, éste es diferente en las tres zonas agroecológicas, Arequipa y Camaná presenta un clima con temperaturas anuales promedio de 17.1°C, pero la radiación solar y las horas luz anuales en Arequipa son mayores en Camaná, mientras que en Puno se observan temperaturas anuales promedios 10.3°C (INEI, 2016), las heladas en Puno es un fenómeno climático aleatorio e impredecible que al presentarse dañan irreversiblemente el cultivo.

En cuanto a factores edáficos, las características de los suelos son diferentes tanto en el altiplano puneño, como en la zona semiárida de Arequipa y la zona árida de Camaná.

En relación al factor hídrico el cultivo de quinua en Puno es en seco y bajo riego en Arequipa y Camaná. Respecto al factores antropogénicos posiblemente sea el más importante porque es el hombre quien diseña los sistema de producción para contrarrestar los otros factores en relación a una racionalidad: En Puno el sistema de producción es pro ambientalista y la racionalidad es el autoconsumo, en cambio en Arequipa y Camaná los sistemas son crematísticos y con alta inversión de capital dentro de una racionalidad de mercado, es decir se puede invertir más en nitrógeno para el suelo con fines de incrementar la productividad y el contenido de proteínas en el grano.

CONCLUSIONES

Se logró establecer que el contenido proteico está relacionado con la variedad de quinua, de las nueve variedades estudiadas, la variedad Huari Poncho presentó mayor porcentaje de proteína con 13.95%.

El contenido proteico en quinua está influenciado por la zona agroecológica en la que fue cultivada, los resultados demuestran que la quinua producida en Arequipa presentó mayor porcentaje con proteína de 16.33%.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación fue financiado por el Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Católica de Santa María, los autores agradecen el apoyo brindado.

REFERENCIAS

- [1] Abugoch, L., Castro, E., Tapia, C., Añón, M. C., Gajardo, P., & Villarroel, A. (2009). Stability of quinoa flour proteins (*Chenopodium quinoa Willd.*) during storage. *International Journal of Food Science & Technology*, 44(10), 2013–2020. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02023.x>
- [2] Antezana, R. N. V., Ticona, G. M., Yucra, F. E. Z., Cayllahua, D. Q., Alejo, R. M., & Churqui, U. J. M. (2015). Efecto de la germinación y cocción en las propiedades nutricionales de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Revista de Investigaciones Altoandinas-Journal of High Andean Research*, 17(2), 169–172.
- [3] Apaza, V., Caceres, G., & Pinedo, R. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*. (Primera). Lima-Perú: Ministerio de Agricultura y Riego (Perú) Instituto Nacional de Innovación.
- [4] Avila Ruiz, G., Arts, A., Minor, M., & Schutyser, M. (2016). A Hybrid Dry and Aqueous Fractionation Method to Obtain Protein-Rich Fractions from Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Food and Bioprocess Technology*, 9(9), 1502–1510. <https://doi.org/10.1007/s11947-016-1731-0>.
- [5] Barrial, A. (2014). *Influencia del pH en la extracción de aislado proteico de quinua (Chenopodium Quinoa Willd) de las variedades Blanca Junin y Rosada Junin*. Universidad Nacional José María Arguedas. Retrieved from [http://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/207/13-2014-EPIA-Barrial_Lujan-Influencia de pH.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/207/13-2014-EPIA-Barrial_Lujan-Influencia%20de%20pH.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [6] Beljkaš, B., Matić, J., Milovanović, I., Jovanov, P., Mišan, A., & Šarić, L. (2010). Rapid method for determination of protein content in cereals and oilseeds: validation, measurement uncertainty and comparison with the Kjeldahl method. *Accreditation and Quality Assurance*, 15(10), 555–561. <https://doi.org/10.1007/s00769-010-0677-6>
- [7] Bertero, H. D., De La Vega, A. J., Correa, G., Jacobsen, S. E., & Mujica, A. (2004). Genotype and genotype-by-environment interaction effects for grain yield and grain size of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) as revealed by pattern analysis of international multi-environment trials. *Field Crops Research*, 89(2–3), 299–318. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2004.02.006>
- [8] Comai, S., Bailoni, L., & Bertazzo, A. (2006). The content of proteic and nonproteic (free and protein-bound) tryptophan in quinoa and cereal flours. *Food Chemistry*, 100(4), 1350–1355. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.072>
- [9] Conklin-Brittain, N. L., Dierenfeld, E. S., Wrangham, R. W., Norconk, M., & Silver, S. C. (1999). Chemical Protein Analysis: A Comparison of Kjeldahl Crude Protein and Total Ninhydrin Protein from Wild, Tropical Vegetation. *Journal of Chemical Ecology*, 25(12), 2601–2622. <https://doi.org/10.1023/A:1020835120701>
- [10] Elsohaimy, S. A., Refaay, T. M., & Zaytoun, M. A. M. (2015). Physicochemical and functional properties of quinoa protein isolate. *Annals of Agricultural Sciences*, 60(2), 297–305. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aos.2015.10.007>
- [11] Gómez, L., & Aguilar, E. (2016). *Guía de cultivo de la quinua*. (Universidad Nacional Agraria La Molina, Ed.) (Segunda). Lima-Perú: FAO y Universidad Nacional Agraria La Molina. Retrieved from www.fao.org/publications/es
- [12] INEI. (2016). *Anuario de Estadísticas Ambientales 2016* (Instituto). Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

- [13] Landa, R., Mantecón, Á. R., Frutos, P., Rodríguez, A. B., & Giráldez, F. J. (2001). Efecto del tipo de cereal (cebada vs maíz) sobre la ingestión, la ganancia de peso y las características de la canal de corderos alimentados con pienso y paja o solo con pienso. *Itea Producción Animal*, 97(3), 204–216.
- [14] Mahoney, A. W., Lopez, J. G., & Hendricks, D. G. (1975). An Evaluation of the Protein Quality of Quinoa. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 23(2), 190–193. <https://doi.org/10.1021/jf60198a035>
- [15] Miguel, J. (2011). *Concentración de proteínas de Chenopodium Quinoa Willd "quinua" cultivadas en Huamachuco y Chenopodium Quinoa Willd Var. real "quinua real" importada de Bolivia*. Universidad Nacional de Trujillo. Retrieved from <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4521/Miguel%20Otiniano%20Juli%20Elizabeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [16] Mira Vásquez, J. M., & Roca Argüelles, M. G. (2016). Obtención de aislado de proteína de quinua (*Chenopodium Quinoa Willd*). *Obtaining of a Protein Isolate from Quinoa (Chenopodium Quinoa Willd.)*, 26(3), 60–65. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fsr&AN=122933016&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- [17] Miranda, M., Vega-Gálvez, A., Quispe-Fuentes, I., Rodríguez, M. J., Maureira, H., & Martínez, E. A. (2012). Nutritional Aspects of Six Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) Ecotypes from three Geographical Areas of Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72(2), 175–181. <https://doi.org/10.4067/s0718-58392012000200002>
- [18] Molina Arias, M. (2017). Revista pediatría de atención primaria. *Pediatría Atención Primaria*, 19(76), 377–381. Retrieved from http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322017000500014
- [19] Molina Paredes, K. E. (2018). *Influencia del pH en la extracción de aislado proteico de quinua (Chenopodium quinoa willd) de la variedad Blanca de Juli y Pasankalla*. Universidad Nacional del Altiplano. Universidad Nacional del Altiplano. Retrieved from <http://tesis.unap.edu.pe/handle/UNAP/8652>
- [20] Morillo-Coronado, A., Castro-Roberto, M., & Morillo-Coronado, Y. (2017). Caracterización de la diversidad genética de una colección de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*). *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(2), 49. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(15\)49-56](https://doi.org/10.18684/bsaa(15)49-56)
- [21] Pellegrini, M., Lucas-Gonzalez, R., Sayas-Barberá, E., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A., & Viuda-Martos, M. (2018). Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) paste as partial fat replacer in the development of reduced fat cooked meat product type pâté: Effect on quality and safety. *Pasta de Quinoa (Chenopodium Quinoa Willd) Como Sustituto Parcial de Grasa En El Desarrollo de Un Producto Cárnico Cocido Tipo Pâté Reducido En Grasa: Efecto En La Calidad y La Seguridad.*, 16(1), 1079–1088. Retrieved from <http://10.0.4.56/19476337.2018.1525433>
- [22] Reyes-Montaña, E. A., Ávila-Torres, D. P., & Guevara-Pulido, J. O. (2006). Componente nutricional de diferentes variedades de quinua de la región Andina. *AVANCES Investigación En Ingeniería*, (5), 5, 86–97.
- [23] Rojas, W., Pinto, M., Alanoca, C., Gomez Pando Pedro Leon-Lobos, L. G., Alercia, A., Diulgheroff, S., ... Bazile, D. (2014). Estado de la conservación ex situ de los recursos genéticos de quinua. In D. et al. Bazile (Ed.), *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 65–94). FAO.
- [24] Romo, S., Rosero, A., Forero, C., & Céron, E. (2006). Potencial nutricional de harinas de Quinoa (*Chenopodium quinoa W*) variedad pialar en los Andes colombianos primera parte. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 4(1), 112–125.
- [25] Ruales, J., & Nair, B. M. (1992). Nutritional quality of the protein in quinoa (*Chenopodium quinoa, Willd*) seeds. *Plant Foods for Human Nutrition*, 42(1), 1–11. <https://doi.org/10.1007/BF02196067>
- [26] Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., & Martínez, E. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*), an ancient Andean grain: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(15), 2541–2547. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4158>
- [27] Veloza Ramírez, C., Romero Guerrero, G., & Gómez Piedras, J. J. (2016). Respuesta morfoagronómica y calidad en proteína de tres accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) en la sabana norte de Bogotá. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 19(2), 325–332. <https://doi.org/10.31910/rudca.v19.n2.2016.86>

Recibido el 09 de abril del 2019 y aceptado para su publicación el 18 de mayo del 2019