

Composición nutricional de accesiones de quinua y amaranto del Banco Nacional de Germoplasma de Granos Altoandinos

Nutritional Composition of quinoa and amaranth accessions of the National Bank Qermplasm Grains Andean high

Huanca Alanoca, Nancy ^{*1}

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), Banco Nacional de Germoplasma de Granos Altoandinos, Cochabamba, Bolivia.
nancyhuanca@hotmail.es

Resumen

En la presente investigación, se determinó la composición nutricional de accesiones de quinua y amaranto, procedentes del Banco Nacional de Granos Altoandinos. Para el efecto, se empleó 35 accesiones de quinua y 35 de amaranto, con un peso de 100 g por accesión. Los análisis del valor nutricional fueron realizados en el laboratorio de Calidad del INIAF. Las variables determinadas fueron: proteína bruta, macroelementos (fosforo, potasio, sodio, calcio y magnesio en amaranto y también los mismos en quinua a excepción de calcio) y microelementos (hierro, manganeso, zinc, cobre y boro). Para su análisis de las variables indicadas, se aplicaron métodos estadísticos univariados (estadística descriptiva) y multivariados (análisis de conglomerados). La proteína bruta fluctuó entre 11,9 a 23,5% para quinua y 13,5 a 19,1% para amaranto. En potasio los promedios más altos fueron 1476,9 mg/100 g de quinua y 602 mg/100 g de amaranto; en hierro los promedios más altos fueron 9 mg/100 g de quinua y 11 mg/100 g de amaranto. Asimismo, en base al análisis estadístico de conglomerados se identificaron tres grupos para quinua y amaranto. En el mismo, respecto al contenido de proteína se destacó el Grupo III conformado por una accesión de quinua (2,8%) con promedio de 23,5% y el Grupo II conformado por 12 accesiones de amaranto (34%) con promedio de 16,3%. Las accesiones sobresalientes en cuanto al contenido de proteína

y minerales, de estas dos especies estudiadas, invitan a potenciar su tecnología de producción y paralelamente su divulgación de su importancia como alimentos de alto valor nutricional.

Palabras clave: quinua, amaranto, proteína, minerales.

Abstract

In the present investigation, the nutritional composition of accessions of quinoa and amaranth, from the National Bank of High Andean Grains was determined. For this purpose, 35 accessions of quinoa and 35 accessions of amaranth were used, with a weight of 100 g per accession. The nutritional value analyzes were carried out in the Quality laboratory of the INIAF. The variables determined were: crude protein, macroelements (phosphorus, potassium, sodium, calcium and magnesium in amaranth and also the same in quinoa with the exception of calcium) and microelements (iron, manganese, zinc, copper and boron). For its analysis of the indicated variables, univariate statistical methods (descriptive statistics) and multivariate statistical methods (cluster analysis) were applied. The crude protein fluctuated between 11.9 to 23.5% for quinoa and 13.5 to 19.1% for amaranth. In potassium the highest averages were 1476.9 mg / 100 g of quinoa and 602 mg / 100 g of amaranth;

in iron the highest averages were 9 mg / 100 g of quinoa and 11 mg / 100 g of amaranth. Also, based on the statistical analysis of conglomerates, three groups were identified for quinoa and amaranth. In the same, with regard to protein content, Group III was distinguished by an accession of quinoa (2.8%) with an average of 23.5% and Group II comprised of 12 amaranth accessions (34%) with an average of 16, 3%. The outstanding accessions in terms of protein and mineral content, of these two species studied, invite to enhance their production technology and in parallel their disclosure of their importance as high nutritional value foods.

Keywords: quinoa, amaranth, protein, minerals.

Introducción

Por la existencia de la amplia variabilidad genética de especies de quinua, cañahua y amaranto, en la región andina de la cual forma parte Bolivia, es considerada como uno de los ocho centros de origen en el mundo (Rojas y Pinto, 2010). Estas especies poseen características intrínsecas sobresalientes, entre ellas sus propiedades funcionales, son alimento clave para la población del altiplano (en el caso de quinua y valles interandinos (en el caso del amaranto), los mismos, respecto a sus propiedades funcionales se destacan por su alto contenido de proteína y minerales.

La proteína es el principal componente estructural y funcional de las células, dentro del organismo van desde catalítico (enzimas) hasta motilidad corporal (actina y miosina), pasando por papel mecánico (elastina y colágeno), de transporte y almacén (hemoglobina, mioglobina, citocromos), protección (anticuerpos) y reguladora (hormona). Estas, desde el punto de vista nutricional se destacan por su capacidad de aportar aminoácidos y se clasifican en esenciales (no los puede producir el cuerpo) y no esenciales (el cuerpo produce de forma natural) (Martínez, 2012). Por otra parte, los minerales (macroelementos:

fosforo, calcio, potasio, sodio, y magnesio; oligoelementos o microelementos: hierro, manganeso, zink, cobre y boro) también son indispensables para mantener en equilibrio y la fluidez de las células; para formar los huesos y células de la sangre; para el desarrollo del sistema nervioso, para desarrollar el tono de los músculos y para regular la actividad del corazón, hígado, estómago y todos los demás órganos internos (Readon, 2015).

En los granos, la proteína se encuentra en todos los tejidos, pero la mayor concentración se ubica en el germen y las capas exteriores. En el caso de los granos altoandinos (quinua, cañahua y amaranto), el nitrógeno de la semilla representa 25 y 30% de su peso total; valores que muestran diferencia de los cereales comunes (Rojas et al., 2010). Asimismo, sobresalen por su alto contenido de hierro, fosforo y calcio (Rojas et al., 2010), por su parte Jacobsen y Sherwod (2002), mencionan que la quinua contiene importantes porcentajes de calcio, magnesio, potasio, zinc y especialmente hierro comparado con otros cereales como trigo, arroz y maíz.

Ante lo expuesto, la presente investigación tiene el objetivo de determinar la composición nutricional de accesiones de quinua y amaranto procedentes del Banco Nacional de Granos Altoandinos.

Materiales y métodos

El material genético utilizado para la investigación estuvo conformado por 35 accesiones de quinua y otras tantas de amaranto, procedentes del Banco Nacional de Germoplasma de Granos Altoandinos. Los detalles de las 70 accesiones se observa en la Tabla 1 y 2.

Tabla 1. Acciones de quinua, sujetos de análisis de composición nutricional.

N°	Accesión	País	Departamento	Provincia	Localidad	Latitud	Longitud	Altura (msnm)
1	BOL163GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Caracollo	17°38'S	67°14'O	3865
2	BOL164GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Caracollo	17°38'S	67°14'O	3865
3	BOL165GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Caracollo	17°38'S	67°14'O	3865
4	BOL166GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Vinto	17°58'S	67°04'O	3709
5	BOL167GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Vinto	17°58'S	67°04'O	3709
6	BOL168GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Vinto	17°58'S	67°04'O	3709
7	BOL169GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Vinto	17°58'S	67°04'O	3709
8	BOL170GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Vinto	17°58'S	67°04'O	3709
9	BOL171GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Vinto	17°58'S	67°04'O	3709
10	BOL172GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Vinto	17°58'S	67°04'O	3709
11	BOL173GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Vinto	17°58'S	67°04'O	3709
12	BOL174GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Vinto	17°58'S	67°04'O	3709
13	BOL175GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Vinto	17°58'S	67°04'O	3709
14	BOL176GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Vinto	17°58'S	67°04'O	3709
15	BOL177GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Vinto	17°58'S	67°04'O	3709
16	BOL178GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Vinto	17°58'S	67°04'O	3709
17	BOL179GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Vinto	17°58'S	67°04'O	3709
18	BOL180GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Vinto	17°58'S	67°04'O	3709
19	BOL181GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Vinto	17°58'S	67°04'O	3709
20	BOL182GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Vinto	17°58'S	67°04'O	3709
21	BOL183GA	Bolivia	Oruro	Cercado	Vinto	17°58'S	67°04'O	3709
22	BOL184GA	Bolivia	Oruro	Pantaleón Dalence	Machacamarca	18°10'S	67°01'O	3589
23	BOL185GA	Bolivia	Oruro	Pantaleón Dalence	Machacamarca	18°10'S	67°01'O	3589
24	BOL186GA	Bolivia	Oruro	Pantaleón Dalence	Machacamarca	18°10'S	67°01'O	3589
25	BOL187GA	Bolivia	Oruro	Pantaleón Dalence	Machacamarca	18°10'S	67°01'O	3589
26	BOL188GA	Bolivia	Oruro	Pantaleón Dalence	Machacamarca	18°10'S	67°01'O	3589
27	BOL189GA	Bolivia	Oruro	Pantaleón Dalence	Machacamarca	18°10'S	67°01'O	3589
28	BOL190GA	Bolivia	Oruro	Pantaleón Dalence	Machacamarca	18°10'S	67°01'O	3589
29	BOL191GA	Bolivia	Oruro	Pantaleón Dalence	Machacamarca	18°10'S	67°01'O	3589

N°	Accesión	País	Departamento	Provincia	Localidad	Latitud	Longitud	Altura (msnm)
30	BOL192GA	Bolivia	Oruro	Pantaleyn Dalence	Machacamarca	18°10'S	67°01'O	3589
31	BOL193GA	Bolivia	Oruro	Pantaleyn Dalence	Machacamarca	18°10'S	67°01'O	3589
32	BOL194GA	Bolivia	Oruro	Pantaleyn Dalence	Machacamarca	18°10'S	67°01'O	3589
33	BOL195GA	Bolivia	Oruro	Pantaleyn Dalence	Machacamarca	18°10'S	67°01'O	3589
34	BOL196GA	Bolivia	Oruro	Poopo	Tola Pampa	18°22'S	67°00'O	3794
35	BOL197GA	Bolivia	Oruro	Poopo	Tola Pampa	18°22'S	67°00'O	3794

Tabla 2. Accesiones de amaranto, sujetos de análisis de composición nutricional.

N°	Accesión	País	Departamento	Provincia	Localidad	Latitud	Longitud	Altura (msnm)
1	BOL3987GA	Bolivia	Cochabamba	Mizque		SD	SD	SD
2	BOL3992GA	Bolivia	Cochabamba	Campero	Pampas	SD	SD	SD
3	BOL3999GA	Bolivia	Cochabamba	Mizque	Duraznillo	SD	SD	SD
4	BOL4031GA	Bolivia	Cochabamba	Carrasco	Hoyadas	17° 45'S	65° 12'O	2375
5	BOL4035GA	Bolivia	Cochabamba	Mizque	Lagar Pampa	17° 56'S	65° 21'O	2920
6	BOL4039GA	Bolivia	Cochabamba	Mizque	K'aspi Cancha	17° 56'S	65° 21'O	3000
7	BOL4044GA	Bolivia	Cochabamba	Campero	Negro Pujllu	18° 12'S	65° 11'O	2700
8	BOL4048GA	Bolivia	Cochabamba	Mizque	Phuru Coma	17° 56'S	65° 21'O	3000
9	BOL4052GA	Bolivia	Cochabamba	Campero	Negro Pujllu	18° 12'S	65° 11'O	2680
10	BOL4056GA	Bolivia	Chuquisaca	Yamparaez	Vila-Vila	19° 06'S	64° 55'O	2900
11	BOL4060GA	Bolivia	Chuquisaca	Zudañez	Canal Pampa	18° 56'S	64° 56'O	2510
12	BOL4064GA	Bolivia	Chuquisaca	Tomina	Arquillos	19° 14'S	64° 27'O	2080
13	BOL4068GA	Bolivia	Chuquisaca	Belisario Boeto	Waca Wasi	19° 08'S	64° 13'O	2020
14	BOL4072GA	Bolivia	Chuquisaca	Zudañez	Papa Wayk'o	19° 07'S	64° 42'O	2400
15	BOL4076GA	Bolivia	Chuquisaca	Zudañez	Khuru Pampa	19° 07'S	64° 42'O	2540
16	BOL4080GA	Bolivia	Cochabamba	Capinota	Villcabamba	17° 32'S	66° 15'O	2500
17	BOL4084GA	Bolivia	Chuquisaca	Tomina	Pampa de la Caldera	19° 12'S	64° 29'O	2020
18	BOL4088GA	Bolivia	Cochabamba	Quillacollo	Qollpa Pampa	17° 24'S	66° 16'O	2570
19	BOL4092GA	Bolivia	Cochabamba	Quillacollo	Cuatro Esquinas	17° 21'S	66° 12'O	2730

N°	Accesión	País	Departamento	Provincia	Localidad	Latitud	Longitud	Altura (msnm)
20	BOL4096GA	Bolivia	Cochabamba	Quillacollo	Vinto	17° 24'S	66° 18'O	2560
21	BOL4100GA	Bolivia	Cochabamba	Arani	Arani	17° 34'S	65° 46'O	2830
22	BOL4104GA	Bolivia	Cochabamba	Arani	Qollpa	17° 34'S	65° 46'O	2900
23	BOL4108GA	Bolivia	Cochabamba	Esteban Arce	Wayculi	17° 39'S	66° 06'O	2850
24	BOL4113GA	Bolivia	Chuquisaca	Tomina	Alcalá	19° 22'S	64° 23'O	2150
25	BOL4120GA	Bolivia	Cochabamba	Capinota	Capinota	17° 43'S	66° 15'O	2790
26	BOL4121GA	Bolivia	Cochabamba	Capinota	Capinota	17° 43'S	66° 15'O	2790
27	BOL4125GA	Bolivia	Chuquisaca	Oropeza	Sucre	19° 02'S	65° 15'O	2790
28	BOL4130GA	Bolivia	Potosí	C. Saavedra	Villa Carmen	19°35'S	65°16'O	3315
29	BOL4135GA	Bolivia	Chuquisaca	Oropeza	Palomada	19°19'S	65°10'O	2440
30	BOL4147GA	Bolivia	Chuquisaca	Yamparaez	Lavadero	19°10'S	65°02'O	2930
31	BOL4151GA	Bolivia	Chuquisaca	Yamparaez	Vila Vila	19°05'S	64°54'O	2940
32	BOL4156GA	Bolivia	Potosí	Nor Lipez	Viscachani	21°07'S	67°15'O	4000
33	BOL4161GA	Bolivia	Chuquisaca	J. Zudañez	Cabracancha	19°06'S	64°42'O	2440
34	BOL4166GA	Bolivia	Chuquisaca	Oropeza	Mercado campesino	19°03'S	65°15'O	2870
35	BOL4170GA	Bolivia	Chuquisaca	Oropeza	Santa Catalina	18°59'S	65°19'O	3000

Las accesiones mencionadas, fueron enviadas al laboratorio de Calidad del INIAF para determinar el contenido de nitrógeno utilizando un Micro-Kjeldahl, que implicó la conversión del nitrógeno presente a sulfato de amonio por digestión con ácido sulfúrico, la alcalinización con hidróxido de sodio y la destilación del amoniaco liberado en solución ácida; para la conversión a PB se multiplicó el nitrógeno del destilado por 6.25; los macroelementos (P, Ca, K, Na, Mg) y microelementos (B, Cu, Fe, Mn y Zn) fueron determinados por espectrometría de absorción atómica con llama de aire-acetileno por aspiración directa, previa mineralización por vía seca, utilizando lámparas y longitudes de onda apropiados (AOAC).

Análisis estadístico

Análisis descriptivo

El cálculo de los estadísticos descriptivos se realizó para estimar y describir el comportamiento de las accesiones en relación a cada variable (composición nutricional) y se determinó los estadísticos de tendencia central (media aritmética), dispersión (desviación estándar, rango, máximo y mínimo) y distribución (sesgo y curtosis) (Franco e Hidalgo, 2003). Estos análisis se realizaron con el paquete estadístico R project versión 3.5.1.

Análisis de conglomerados

Para clasificar las accesiones en grupos se utilizó el método de agrupamiento jerárquico para cuantificar la similitud o disimilitud, donde la formación de estos grupos puede obedecer a leyes naturales o a cualquier conjunto de características comunes a las accesiones (Hair et al., 2004); López e Hidalgo, 1994).

Resultados y discusión

Análisis descriptivo

En la Tabla 3 se observa que las accesiones de quinua y amaranto respecto al contenido de

proteína nos permiten inferir la amplia variación existente, registrando valores desde 11.9% y 13.5% como mínimo; hasta 23.5% y 19% como máximo, respectivamente.

En la quinua, los resultados obtenidos en el presente estudio son más amplios que los rangos de 10.2-18.4% y 11.16-13.71% reportados por Rojas et al. (2016) y Blanco et al. (2000) respectivamente; resultados que probablemente sean debido a factores intrínsecos de los genotipos. Por otra parte los resultados obtenidos del amaranto mostraron mayor variación al rango de 10.6-12.9% reportados por Rojas et al., (2010) y dentro del rango 10.2-20.1% reportado por Aliaga y Serrano (2009).

Tabla 3. Composición nutricional en relación al contenido de proteína (%) de 35 accesiones de quinua y 35 accesiones de amaranto.

Colección	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estandar
Quinua	11.9	23.5	15.2	2.3
Amaranto	13.5	19	15.6	1.3

La Figura 1 muestra la distribución del contenido de proteína en relación a la cantidad de accesiones de quinua y amaranto. En la misma, se observa que la mayor cantidad de accesiones de quinua y amaranto tienen un contenido de proteína que varía de 14.1 a 15.1% y 15.2 a 16.2% respectivamente.

No obstante, existen accesiones con un contenido de proteína que varían 18.5 a 19.5% para ambos cultivos y 23.5% para quinua, valores que nos permiten avizorar como una fuente importante para procesos de selección con alto valor nutricional.

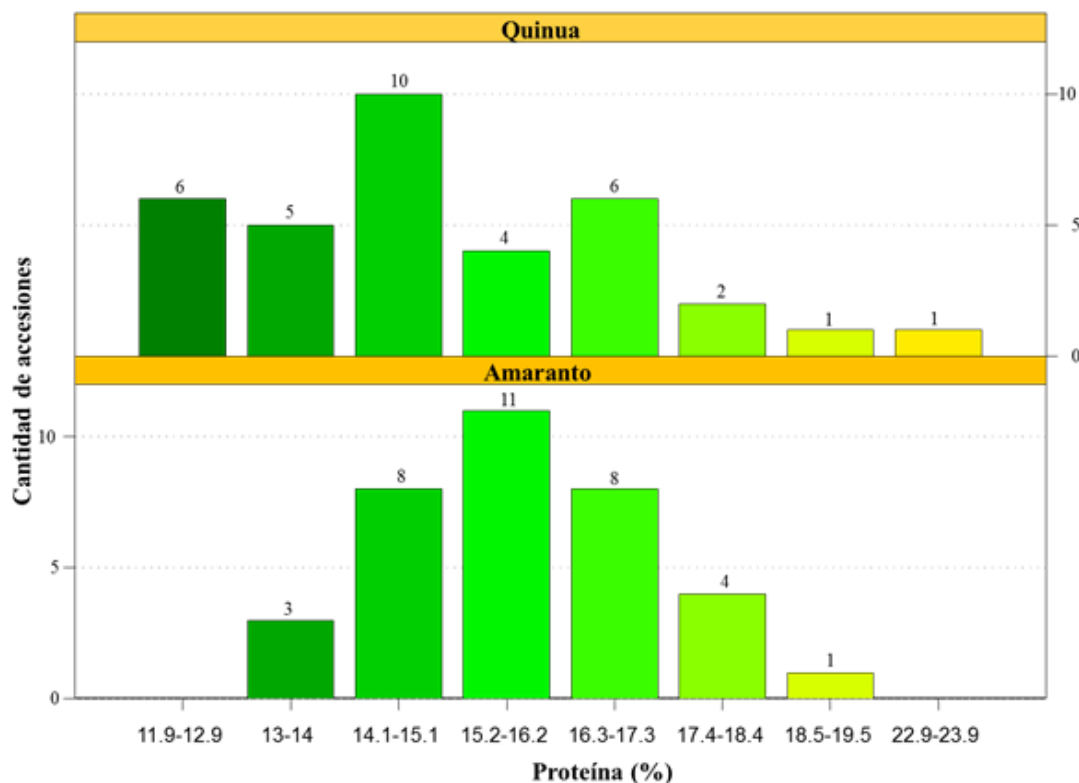


Figura 1. Variación del contenido de proteína de 35 accesiones de quinua y 35 accesiones de amaranto.

En la Tabla 4, se observa que los minerales más sobresalientes en promedio corresponden a potasio, fósforo, sodio, magnesio, hierro, zinc y boro. Los valores máximos a excepción de zinc fueron superiores a los resultados obtenidos por Jacobsen et al. (2003), donde mostraron valores promedios de 1040 mg de potasio, 408.3 mg de fósforo, 204.2 mg de magnesio, 10.9 mg de hierro y 7.47 mg de zinc en 100 g de quinua.

Tabla 4. Composición nutricional en relación a minerales de 35 accesiones de quinua.

Minerales	Variables	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar
Macroelementos	Fosforo (P) mg/100g	240,0	600,0	369,1	61,4
	Potasio (K) mg/100g	940,0	3360,0	1476,9	388,5
	Sodio (Na) mg/100g	30,0	100,0	52,6	12,7
	Magnesio (Mg) mg/100g	130,0	240,0	166,6	24,6
Microelementos	Hierro (Fe) mg/100g	3,3	36,7	9,0	7,3
	Manganeso (Mn) mg/100 g	0,3	1,5	0,4	0,2
	Zinc (Zn) mg/100g	2,8	6,4	3,9	0,8
	Cobre (Cu) mg/100g	0,4	3,6	0,9	0,6
	Boro (B) mg/100g	0,8	1,9	1,2	0,3

En la Tabla 5 se observa los macroelementos más sobresalientes, estas corresponden a potasio, fósforo y magnesio con promedios de 602 mg, 297.7 mg y 279.1 mg en 100 g de amaranto respectivamente. Respecto a microelementos sobresalen hierro, zinc y magnesio con promedios de 11 mg, 4.4 mg y 2.3 mg en 100 g de amaranto respectivamente.

Tabla 5. Composición nutricional en relación a minerales 35 accesiones de amaranto.

Minerales	Variables	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar
Macroelementos	Fósforo (P) mg/100g	230.0	370.0	297.7	27.0
	Potasio (K) mg/100g	410.0	780.0	602.0	94.2
	Sodio (Na) mg/100g	30.0	60.0	42.9	9.3
	Calcio (Ca) mg/100g	50.0	180.0	124.9	26.6
	Magnesio (Mg) mg/100g	230.0	340.0	279.1	29.4
Microelementos	Hierro (Fe) mg/100g	7.1	24.4	11.0	3.6
	Manganeso (Mn) mg/100g	1.4	4.5	2.3	0.6
	Zinc (Zn) mg/100g	3.4	6.4	4.4	0.6
	Cobre (Cu) mg/100g	0.3	0.8	0.5	0.1
	Boro (B) mg/100 g	0.8	1.3	1.1	0.1

Análisis de conglomerados

Para clasificar las 35 accesiones de quinua y 35 de amaranto en grupos por algunas características comunes entre ellas (similitud) se realizó el análisis de conglomerados. Con el mismo, términos de contenido de proteína bruta y minerales se logró estratificar en tres grupos.

La Figura 2 muestra el Grupo I conformados por 16 accesiones de quinua. Grupo II conformado por 18 accesiones de quinua y Grupo III conformado por una accesión de quinua. De los cuales se destaca el

Grupo III con promedios sobresalientes en cuanto al contenido de proteína (23.5%). valor superior al rango de 11.13 -16.18% reportado por Miranda et al.. (2012). El mismo grupo sobresale en cuanto al contenido de macroelementos (600 mg de P, 3360 mg K, 50 mg Na y 240 mg Mg en 100 g de quinua) y microelementos (12.76 mg Fe, 0.62 mg Mn, 3.13 mg Zn, 0.8 mg Cu y 1.87 mg en 100 g de quinua); valores similares al reporte de Ruz (2014), donde mostró 697 mg K, 270 mg Mg, 4.8 mg Zn y 12 mg de Fe.

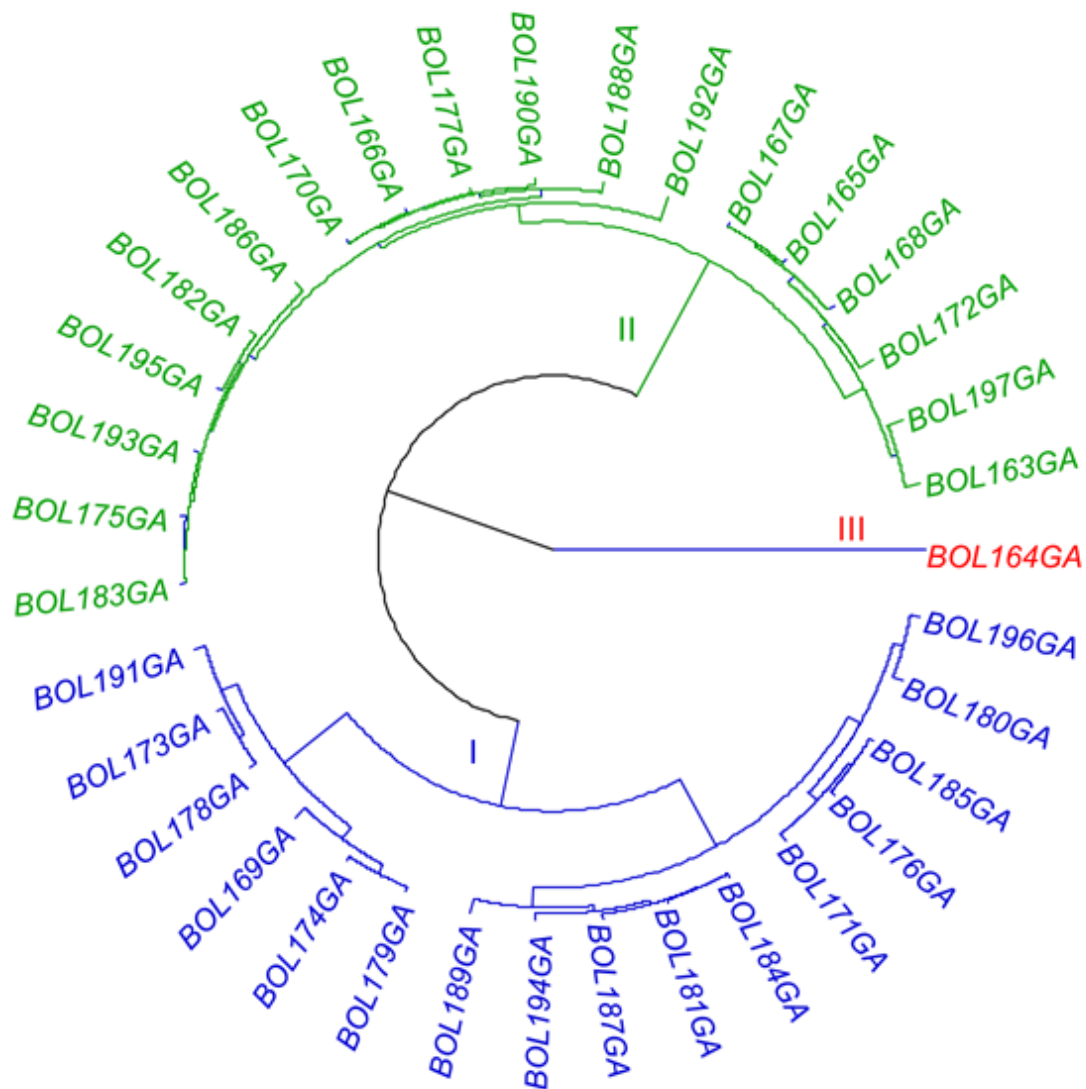


Figura 2. Dendrograma de 35 accesiones de quinua en relación a composición nutricional: contenido de proteínas (%) y minerales (mg/100g).

La Figura 3 muestra el Grupo I conformados por 13 accesiones de amaranto, Grupo II conformado por 12 accesiones de amaranto y Grupo III conformado por 10 accesiones de amaranto, de estas se destaca el grupo II con promedios sobresalientes en cuanto al contenido de proteína (16.26%), macroelementos (310 mg de P, 700 mg K, 40 mg Na, 140 mg Ca y 299.17 mg Mg en 100 g de amaranto) y

microelementos (11.46mg Fe, 2.35 mg Mn, 4.31 mg Zn, 0.55 mg Cu y 1.16 mg B en 100 g de amaranto). Al respecto Sánchez (2018) menciona que el amaranto es una fuente importante de proteína, donde alcanza un promedio de 15.5%, además por ser fuente importante de fósforo y magnesio pueden servir como ayuda a la curación de herpes (Rastogi y Sukla, 2013).

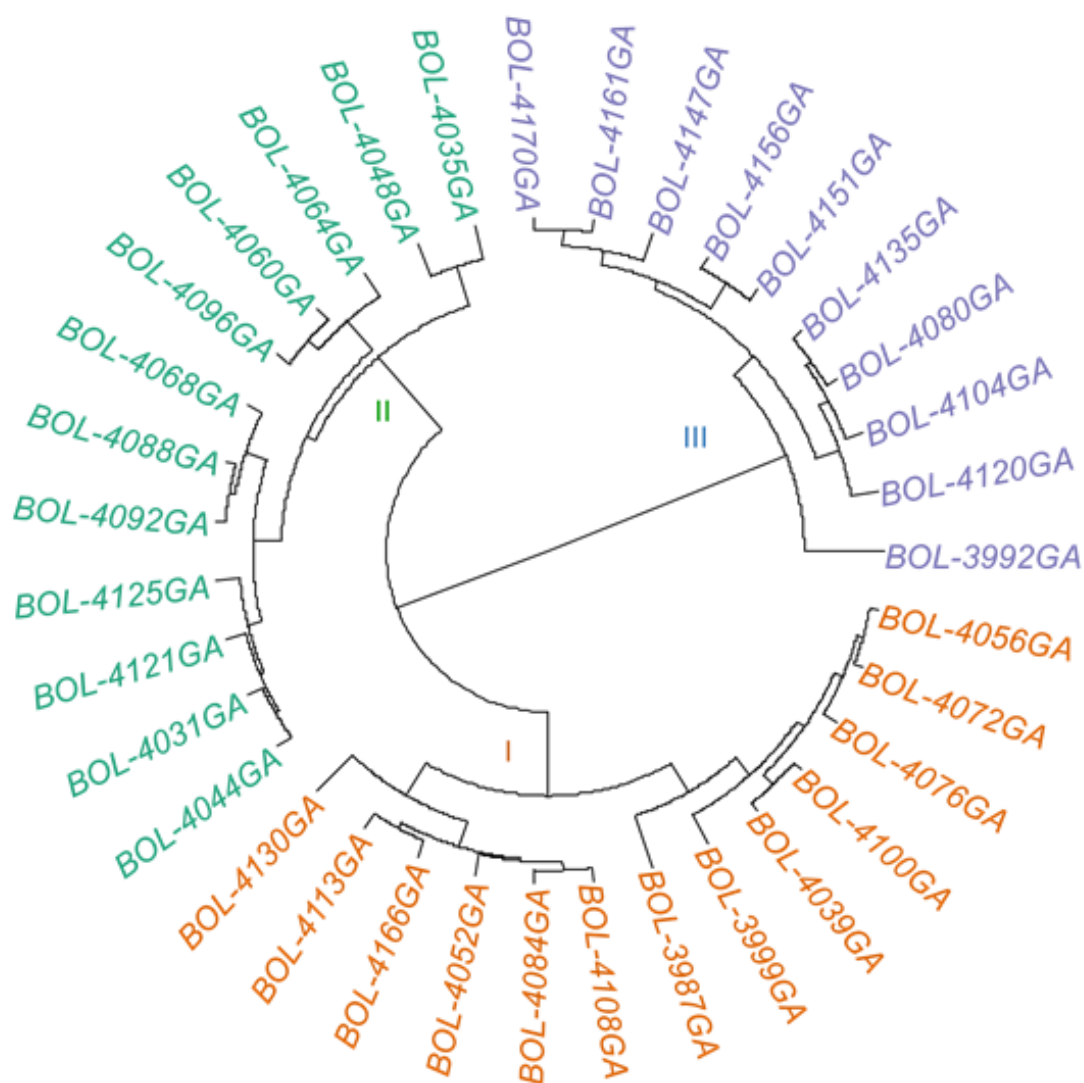


Figura 3. Dendrograma de 35 accesiones de amaranto en relación a composición nutricional: contenido de proteínas (%) y minerales (mg/100g).

Los resultados del Grupo III de quinua y Grupo II de amaranto (Figura 2 y 3) sobresalen en el contenido de proteína comparado con otros cereales como trigo, arroz y maíz, donde según Kent y Evers (1983) muestran valores de 16, 9.1 y 11.1% respectivamente.

Conclusiones

La determinación de la composición nutricional de 35 accesiones de quinua y 35 de amaranto, permitió identificar accesiones sobresalientes en el contenido de proteína y minerales. Los valores obtenidos en el contenido de proteína bruta para quinua y amaranto fluctuaron de 11.9% y 13.5% como mínimo; hasta 23.5% y 19% como máximo respectivamente.

Entre los minerales (macroelementos y microelementos), se destacaron potasio, fósforo, magnesio, hierro, zinc y boro con promedios de 1476.9 mg, 369.1 mg y 166.6 mg, 9 mg, 3.9 mg y 1.2 mg respectivamente.

En base al análisis de conglomerados se identificaron al Grupo III de quinua y Grupo II de amaranto como los más sobresalientes en términos del contenido de proteína bruta y minerales.

Referencias Bibliográficas

- Aliaga, C. y Serrano, E. (2009). *Análisis complementario del valor nutricional del amaranto. En informe técnico anual 2009*. Proyecto “Elevar la contribución que hacen las especies olvidadas y subutilizadas a la seguridad alimentaria y a los ingresos de la población de escasos recursos” IPGRI-IFAD. fundación PROINPA. La Paz. Bolivia.
- Blanco B., T., Alvarado-Ortiz, U. C., Muñoz J., A. M. y Muñoz J., C. (2000). Evaluación de la composición nutricional de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) procedentes de los departamentos de Junín, Puno, Apurímac, Cusco y Ancash. 2(2):1-9. Recuperado de http://www.medicina.usmp.edu.pe/medicina/horizonte/2002/Art2_Vol2_N1-2.pdf
- Franco, T. L. e Hidalgo, R. (eds.). (2003). *Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos*. Boletín técnico no. 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali. Colombia.
- Hair J., J. F.; Anderson, R. E., Tatham, R. L. y Black, W. C. (2004). *Multivariate data analysis*. Nueva York: MacMillan.
- Jacobsen, S., Mujica, A. y Ortiz, R. (abril, 2003). La importancia de cultivos andinos. *Fermentum. Revista Venezolana de sociología y antropología*, Vol. 13, N° 36. pp 14-24.
- Kent, N.L. y Ebers, A.D. (1983). *Technology of cereals*. Recuperado de <https://books.google.com.bo/books>
- López J. A. e Hidalgo, M. D. (1994). Análisis de conglomerados. En: Ato, M. y López, J. J. (ed). *Fundamentos de estadística con Systat*. Addison Wesley Iberoamericana. p. 505-532
- Miranda, M., Vega, A., Martínez, E., López, J., Rodríguez, J., Henríquez, K. y Fuentes, F. (2012). Genetic diversity and comparison of physicochemical and nutritional characteristics of six quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes cultivated in Chile. *Ciencia e Tecnología de alimentos*: 32(4): 835-843.
- R project. (2018). Version 3.5.1. www.r-project.org.
- Rastogi, A. y Shukla. (2013). Amaranth: A new millennium crop of nutraceutical values. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. (53). 109-125.
- Reardo, J. (2013). *Minerales y microminerales en nuestra dieta*. Recuperado de <https://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documentos/Minerales.pdf>
- Rojas, W. y Pinto, M. (2010). *Colecta de germoplasma*. En Avances, Logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua, y amaranto en Bolivia..
- Rojas, W., Pinto, M., Soto, J. L. y Alcocer, E. (2010). *Valor nutricional. agroindustrial y*

funcional de los granos andinos. En Avances. logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia.

- Rojas. W., Vargas. A. y Pinto M. (2016). *La diversidad genética de la quinua: potenciales usos en el mejoramiento y agroindustria*. En RIIAR. 3(2):114-124
- Ruz. E. (2014). *Caracterización de valor nutricional de alimentos*. Recuperado de <http://repiica.iica.int/docs/B3885e/B3885e.pdf>
- Sanchez. F. (2018). *Alto valor nutritivo del amaranto y la quinua*. Recuperado de <http://conacytprensa.mx/index.php/tecnologia/biotecnologia/19711-valor-nutritivo-amaranto-quinua>