

Extracción de saponinas en granos de quinua (*Chenopodium quinoa willd*), saponinas triterpénicas en cañahua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*) relación-ecotipo

Hugo Mobarec C.*
Carlos Diaz Mercado**

Resumen

Actualmente, la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y cañahua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*) van tomando relevancia, para ser considerados como alimentos alternativos al cambio climático y seguridad alimentaria. Así mismo, conocer que este tipo de pseudocereales no solamente contienen componentes de alto valor nutricional, sino también contienen saponinas, que son metabolitos secundarios bioactivos que están siendo objeto de investigación, debido a su potencial y beneficios para la salud, que actúan como barreras protectoras frente a factores bióticos y abióticos. No obstante, en el caso de las saponinas de quinua cuyo alto contenido de saponinas, hace que se deba aplicar métodos de extracción que disminuyan su contenido, siendo por la vía seca una de las alternativas y de corto tiempo de acción, sin embargo, el más adecuado y recomendable para la extracción se plantea al secado por aspersion, ya que no altera físico-químicamente las características de los granos.

Palabras clave:

Quinoa, cañahua, saponinas, triterpenos, extracción, ecotipos.

Keywords:

Quinoa, cañahua, saponins, triterpenes, extraction, ecotypes.

Palavras chave:

Quinoa, cañahua, saponinas, triterpenos, extração, ecótipos.

* Profesor de la Universidad Mayor de San Andrés - Bolivia. Correo: hmobcla@yahoo.com | <https://orcid.org/0000-0002-0383-8373>

** Investigador de la Universidad Mayor de San Andrés - Bolivia. Correo: carlos.diaz.mercado@gmail.com | <https://orcid.org/0009-0009-9956-9371>

Llegados a este punto, el objetivo de la presente revisión sistemática de literatura, es describir generalidades de las saponinas en quinua y cañahua, en relación al contenido de saponinas de algunos ecotipos, además de plantear alternativas de extracción y separación de las mismas en vía seca y por aspersion, de igual modo describir sus propiedades antioxidantes, anticancerígenas. Por consiguiente, enfatizar que las características genéticas de quinua y cañahua, son inherentes de los diferentes ecotipos existentes, las cuales son determinantes en el contenido de saponinas y saponinas triterpénicas.

Abstract

Currently, quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) and Cañahua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*) are gaining importance, to be considered as alternative foods to climate change and food security. Likewise, know that this type of pseudocereals not only contain components of high nutritional value, but also contain saponins, which are bioactive secondary metabolites that are being the subject of research, due to their potential and health benefits, which act as protective barriers. against biotic and abiotic factors. However, in the case of quinoa saponins, whose high saponin content means that extraction methods must be applied that reduce their content, with the dry method being one of the alternatives and with a short time of action, however, the The most suitable and recommended for extraction is spray drying, since it does not physically-chemically alter the characteristics of the grains. At this point, the objective of the present systematic literature review is to describe generalities of the saponins in quinoa and Cañahua, in relation to the saponin content of some ecotypes, in addition to proposing alternatives for extraction and separation of the same in a dry process. and by spraying, in the same way describe its antioxidant and anti-cancer properties. Therefore, we emphasize that the genetic characteristics of quinoa and Cañahua are inherent to the different existing ecotypes, which are determining factors in the content of saponins and triterpenic saponins.

Resumo

Atualmente, a quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) e a Cañahua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*) vêm ganhando importância, por serem consideradas alimentos alternativos às mudanças climáticas e à segurança alimentar. Da mesma forma, saiba que este tipo de pseudocereais não contém apenas componentes

de alto valor nutricional, mas também contém saponinas, que são metabólitos secundários bioativos que estão sendo objeto de pesquisas, devido ao seu potencial e benefícios à saúde, que atuam como barreiras protetoras. fatores bióticos e abióticos. Porém, no caso das saponinas de quinoa, cujo alto teor de saponinas exige a aplicação de métodos de extração que reduzam seu teor, sendo o método seco uma das alternativas e com curto tempo de ação, porém, o mais adequado e recomendado para a extração é a secagem por atomização, pois não altera físico-quimicamente as características dos grãos. Neste ponto, o objetivo da presente revisão sistemática da literatura é descrever generalidades das saponinas em quinoa e Cañahua, em relação ao teor de saponinas de alguns ecótipos, além de propor alternativas para extração e separação das mesmas em processo seco. e por pulverização, descreve da mesma forma as suas propriedades antioxidantes e anticancerígenas. Portanto, destacamos que as características genéticas da quinoa e da Cañahua são inerentes aos diferentes ecótipos existentes, que são fatores determinantes no teor de saponinas e saponinas triterpênicas.

Introducción

La quinua (*Chenopodium quinoa willd.*) y cañahua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*) son dos granos andinos que han ganado popularidad debido a su contenido nutricional excepcional y sus beneficios para la salud. Estos pseudocereales han sido objeto de importantes investigaciones científicas para comprender mejor sus componentes bioactivos, por ejemplo estudios de saponinas en quinua y cañahua realizados por Gómez-Caravaca et al., (2012) y Tang (2018) muestran el potencial y contenido representativo de las mismas. Las saponinas son compuestos vegetales con propiedades biológicas destacadas que pueden contribuir al valor saludable de estos granos, pero también pueden actuar como defensa natural de la planta contra plagas y enfermedades. Ambos pseudocereales, como alimento son fuentes de proteínas que en conjunto tienen muy buena calidad, como cantidad porcentual, siendo ricos en aminoácidos azufrados y especialmente en la lisina. Sin embargo, pueden no estar disponibles como alimento porque además contienen sustancias conocidas como saponinas que interfieren en la bio-digestibilidad de todos estos nutrientes, además de tener un sabor muy amargo trasladándose éste a los alimentos. (Ahumada, et al., 2016)

Estudios fitoquímicos en productos naturales realizados, muestran que la quinua y cañahua contienen diversas saponinas que han mostrado actividades biológicas prometedoras. Por

ejemplo, un estudio publicado en la revista "Food Chemistry" señala que la quinua (*Chenopodium quinoa willd.*) contiene saponinas triterpenoides, como la avena cocida A y la avena cocida B, las cuales presentan efectos antioxidantes y antiinflamatorios significativos (Gómez-Caravaca et al., 2012). Otro estudio publicado en "Molecules" destaca que las saponinas de la quinua exhiben propiedades anticancerígenas y antimicrobianas, lo que sugiere su potencial como agentes terapéuticos (Tang et al., 2018). Para poder realizar estudios relacionados a las saponinas presentes en quinua y cañahua, debemos también tomar en cuenta la importancia que tienen las operaciones de separación o extracción de las mismas.

Es conocido que tanto la quinua como la cañahua tienen sus saponinas mayormente en su superficie epitelial, estas saponinas son solubles en agua, lo que ha generado dos procesos industriales de mayor utilización para su extracción, el primero consiste en la escarificación abrasiva y separación por elutriación que se desarrolla sin solvente y por ello se conoce como un "proceso seco". La extracción por solubilización en agua implica una posterior etapa de secado, pero tiene mayor rendimiento. La combinación de ambos métodos suele ser la más usada en el beneficiado industrial de estos granos. Asociado a la preparación de los granos como alimentos ha surgido un gran interés por las saponinas en las industrias farmacológicas y nutraceuticas, posicionándose como fuentes de subproductos ricos en saponinas que requieren ser explorados. (Bazile, D., et. al. 2014). En el caso de la cañahua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*), investigaciones han revelado la presencia de saponinas triterpenoides y esteroides en este grano. Un estudio publicado en "Journal of Agricultural and Food Chemistry" demostró que las saponinas de la cañahua exhiben propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, y también pueden contribuir a la prevención de enfermedades cardiovasculares (Zhao et al., 2015). Asimismo, otro estudio publicado en "Journal of Functional Foods" resaltó el potencial de las saponinas de la cañahua para reducir los niveles de colesterol y regular la presión arterial (Deng et al., 2020).

Estos pseudocereales, han sido objeto de diversas investigaciones fitoquímicas, nutraceuticas y funcionales, para comprender mejor sus componentes bioactivos, entre ellos, las saponinas. Sin embargo, pueden no estar disponibles como alimento porque además contienen sustancias conocidas como saponinas que interfieren en la bio-digestibilidad de todos estos nutrientes, además de tener un sabor muy amargo trasladándose éste a los alimentos (Ahumada, et. al., 2016)

Asociado a la preparación de los granos como alimentos ha surgido un gran interés por las saponinas en las industrias farmacológicas y nutraceuticas, posicionándose como fuentes de subproductos ricos en saponinas que requieren ser explorados. (Bazile, D., et. al. 2014). En el caso de la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), investigaciones han revelado la presencia de saponinas triterpenoides y esteroides en este grano. Un estudio publicado en "Journal of Agricultural and Food Chemistry" demostró que las saponinas de la cañahua exhiben propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, y también pueden contribuir a la prevención de enfermedades cardiovasculares (Zhao et al., 2015). Asimismo, otro estudio publicado en "Journal of Functional Foods" resaltó el potencial de las saponinas de la cañahua para reducir los niveles de colesterol y regular la presión arterial (Deng et al., 2020).

Estos hallazgos científicos respaldan la relevancia de las saponinas presentes en la quinua y la cañahua como compuestos bioactivos con beneficios para la salud. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las concentraciones de saponinas pueden variar entre diferentes variedades y cultivares de estos granos, así como en su preparación y procesamiento.

Materiales y métodos

En el presente estudio de revisión sistemática, se evaluaron e interpretaron investigaciones disponibles, en relación a la extracción y caracterización de saponinas, dentro de la producción y estudios de pseudocereales andinos en el altiplano boliviano, en función a las siguientes etapas:

1. Establecimiento del cuestionamiento y propuesta que se desea responder.
2. Cuantificación de los efectos generados en relación a la temática planteada.
3. Localización (ubicación) de los estudios de investigación.
4. Criterios de inclusión/exclusión de estudios realizados.
5. Búsqueda de información y datos relevantes de cada estudio.
6. Evaluación de la calidad de estudios incluidos.
7. Análisis de la heterogeneidad de estudios realizados.
8. Combinación de resultados.
9. Identificación del sesgo de publicación.
10. Análisis de sensibilidad que permite estudiar la influencia individual de cada estudio.

Sin embargo, es importante tomar en cuenta, los aspectos positivos como los desafíos asociados con sus características, propiedades, potencialidades y aplicaciones. A continuación, presentaremos una evaluación crítica de la quinua y la cañahua.

Resultados y discusiones

Aspectos positivos:

1. **Valor nutricional:** Tanto la quinua como la cañahua son consideradas alimentos altamente nutritivos. Son fuentes de proteínas de alta calidad que contienen todos los aminoácidos esenciales, lo que las convierte en opciones atractivas para vegetarianos y veganos. Además, son ricas en fibra, vitaminas y minerales como el hierro, el calcio y el magnesio.
2. **Adaptabilidad:** Estos pseudocereales son altamente resistentes y se adaptan a diferentes condiciones climáticas, creciendo en altitudes elevadas, suelos pobres y en áreas donde otros cultivos pueden tener dificultades. Esto es especialmente importante en regiones montañosas de América Latina, donde la agricultura es un desafío.

Aspectos positivos de las saponinas:

Las saponinas son metabolitos secundarios bioactivos presentes en la quinua y cañahua que han sido objeto de investigación debido a sus potenciales beneficios para la salud. Estas saponinas son compuestos químicos con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y anticancerígenas, entre otras. A continuación, se presentan algunas generalidades sobre las saponinas en la quinua y la cañahua.

1. **Presencia de saponinas en quinua:** La quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) contiene diversas saponinas triterpenoides. Un estudio realizado por Gómez-Caravaca et al. (2012) identificó la presencia de saponinas como avenacosida A y avenacosida B en la quinua, las cuales presentan propiedades con actividad antioxidante, cuyo roles la de frenar las reacciones de oxidación en las células a partir de las cuales se originan los nocivos radicales libres. Por tanto, su papel es clave en la reducción de enfermedades cardiovasculares, de tumores y de enfermedades neurodegenerativas significativas, un estudio publicado en la revista "Molecules" por Tang et

- al. (2018) reportó las propiedades anticancerígenas de las saponinas de la quinua y encontró que presentaban efectos inhibidores sobre la proliferación celular en líneas celulares cancerígenas.
2. La presencia de saponinas en cañahua: La cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) también contiene saponinas con propiedades bioactivas, que cumplen funciones en el cuerpo promotores de la buena salud. Zhao et al. (2015) analizaron la composición química de la cañahua y encontraron la presencia de saponinas triterpenoides y esteroides en este grano pseudocereal, lo que se traduce en actividad bioactiva.
 3. Efectos beneficiosos para la salud cardiovascular de las saponinas de la cañahua, han mostrado efectos beneficiosos para la salud, en patologías cardiovasculares. Un estudio publicado en el *Journal of Agricultural and Food Chemistry* por Zhao et al. (2015) señaló que las saponinas de la cañahua presentaban propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, lo que podría contribuir a la prevención de enfermedades cardiovasculares gracias a su potencial y actividad bioactiva, lo que se traduce en lo beneficioso de consumir este tipo de pseudocereales.

La de-saponificación “seca” consiste en una abrasión de “lecho fluidizado” que extrae las saponinas de la corteza epitelial para separarlas por elutriación. La de-saponificación húmeda aprovecha la solubilidad de las saponinas en agua, que luego de una extracción sólido-líquida se separa tras sucesivos lavados hasta lograr el nivel adecuado de extracción se decantan y se secan los granos en túneles de secado (Amores, 2022). El posterior uso de los granos dependerá del proceso al cual sea sometido el alimento, que puede ser una molienda y/o cocción ya sea solos o como parte de otros cereales. Cabe mencionar que a la fecha se estudia la obtención de harinas compuestas que combinan propiedades características de los cereales.

La extracción de saponinas, puede llegar a ser un problema de contaminación ambiental, por ello se requiere de estudios que determinen sus nuevos usos y aplicaciones. Estas generalidades sobre las saponinas en la quinua y cañahua resaltan su potencial como compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y anticancerígenas, así como su relevancia para la salud cardiovascular. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la concentración y actividad de las saponinas pueden variar en diferentes variedades y cultivares de estos granos, así como en su procesamiento y preparación.

El proceso de desaponificación en la quinua (*Chenopodium quinoa willd*) es una práctica común para reducir los niveles de saponinas, que pueden tener efectos adversos en ciertas circunstancias. El beneficiado de la quinua y cañahua, tiene dos fases principales hasta su completo “desamargado” o extracción de saponinas (Condori, J. 2013). Para el secado se recomienda hacerlo por procesos rápidos y de poco tiempo de acción, el más adecuado es el secado por aspersion, ya que no altera químicamente las estructuras del producto (Norma Boliviana NB NA 0038). Todas estas operaciones unitarias pueden ser llevadas a cabo con equipos sencillos de operación, lo que reduce la intervención de mucho personal en la planta.

Será muy importante, considerar las variables de operación de una planta de de-saponificación, asumiendo las siguientes consideraciones: (A.E.V. Lilley, et al., 1998)

1. Determinación de impurezas como piedrecillas, granos dañados, ramillas, etc.; que serán aspectos claves que definirán el método de extracción, que podría ser manual o mecanizado.
2. Tamaño de grano: Se controla con tamices que clasifican por tamaños y se define el tiempo de operación ya sea en el escarificado como en la extracción húmeda.
3. Grado de absorción de solvente (humedad), define el tiempo de residencia en el secador, así como el perfil de temperaturas a lo largo del recorrido del equipo.
4. A los concentrados vía seca se los debe pasar por una clasificadora a aire forzado para separar toda la cascarilla con muy bajo nivel de saponinas.
5. Filtrado, para clarificar las saponinas para su posterior concentración a humedades menores al 10 %
6. Si el secado es por aspersion se debe concentrar la disolución extractora y para ello se requiere conocer el contenido de sólidos tanto a la entrada del concentrador (evaporador) como a su salida.

Es importante destacar que los métodos de des-saponificación pueden afectar el perfil nutricional de la quinua, ya que algunas saponinas también pueden tener propiedades beneficiosas. Por lo tanto, es importante encontrar un equilibrio entre la des-saponificación y la retención de los compuestos bioactivos beneficiosos presentes en la quinua. Se debe considerar que existen diferentes ecotipos, ya que estos son variedades de una especie que se adaptan a diferentes condiciones ambientales. En el caso de la cañahua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*), los diferentes

ecotipos pueden mostrar variaciones en la composición y concentración de las saponinas triterpénicas. Estas diferencias pueden deberse a la influencia del clima, el suelo y otros factores ambientales en la biosíntesis de las saponinas.

Algunos estudios han investigado la relación entre los ecotipos de cañahua y las saponinas triterpénicas. Por ejemplo, en un estudio realizado por Mamani et al. (2019), se analizó la composición química de diferentes ecotipos de cañahua en Bolivia. Los resultados mostraron variaciones significativas en la concentración de saponinas triterpénicas entre los ecotipos estudiados.

Otro estudio realizado por Plaza et al. (2018) evaluó los perfiles de saponinas triterpénicas en diferentes ecotipos de cañahua cultivados en Perú. Los resultados revelaron diferencias en la composición y concentración de las saponinas entre los ecotipos, lo que sugiere una influencia de los factores ambientales en la biosíntesis de estas moléculas.

Conclusiones

Las saponinas presentes en quinua y cañahua son compuestos bioactivos que han demostrado propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, anticancerígenas y beneficios para la salud cardiovascular. Estas investigaciones respaldan la importancia de incluir estos granos andinos en una dieta equilibrada y resaltan su potencial como fuentes naturales de compuestos bioactivos con propiedades saludables. Estos hallazgos científicos confirman la importancia de las saponinas de quinua y cañahua como compuestos bioactivos con beneficios para la salud. Estos componentes bioactivos, además de los nutrientes, amplían el concepto de dieta saludable, nutracéutico y funcional, además pone de relieve la importancia de considerar la dieta en su conjunto, como un todo, sin tratar de excluir los alimentos y sus componentes teniendo en cuenta las posibles interacciones entre ellos.

Se conoce la tecnología de extracción de saponinas en todos sus detalles, siendo las opciones industriales mucho más eficientes y de mayor capacidad de producción que las tradicionales. Las plantas de desamargado de estos granos pueden ser manipulados con muy poco personal. Se debe planificar una recuperación muy efectiva de saponinas a efecto de evitar la contaminación ambiental, especialmente cerca de lagunas o ríos que tengan fauna piscícola, debido a sus características tóxicas que provienen de su habilidad para formar complejos con esteroides, que ocasionarían complicaciones en la actividad fúnica.

En resumen, las saponinas de quinua y cañahua son compuestos bioactivos con beneficios antioxidantes, antiinflamatorios, anticancerígenos y para la salud cardiovascular.

Referencias

- A.E.V. Lilley, J. G. Brennan, J. R. Butters, N. D. Cowell. (1998).** Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. *Acribia*. <https://doi.org/10.1177/108201329900500210>
- Ahumada, A. Ortega, D. Chito, R. Benítez. (2016).** Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*): un subproducto con alto potencial biológico. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 45(3), 438-469. <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v45n3.62043>
- Amores H. (2022).** Saponinas de la quinua, obtención y aplicaciones Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Central del Ecuador Carrera de Química Farmacéutica [Trabajo de titulación modalidad artículo de revisión previo a la obtención del título de Química Farmacéutica]. *Repositorio Institucional UCE*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/26757>
- Bazile, D. et al. (2014).** Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013. *FAO y CIRAD*.
- Condori, J. (2013).** Desaponificado, selección y clasificado de granos andinos (Informe técnico N° 1). *PromPerú*. <https://repositorio.promperu.gob.pe/server/api/core/bitstreams/dda65c9d-7bb5-4deb-8dcd-8cb297f8d1b7/content>
- Deng, Y., Liu, R., Zhang, M., Zhang, R., & Zhao, L. (2020).** Identification of saponins in Cañahua (*Chenopodium pallidicaule*) and their cholesterol-lowering effects. *Journal of Functional Foods*, 72, 104053. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104053>
- Gómez-Caravaca, A. M., lafelice, G., Verardo, V., & Marconi, E. (2012).** Characterization of bioactive phytochemicals in quinoa grains (*Chenopodium quinoa Willd.*) by means of LC-MS/MS. *Food Chemistry*, 138(2-3), 1432-1437. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.023>
- Mamani, J.C., Guzmán, F., Plaza, L. et al. (2019).** Variability of Bioactive Compounds in Cañahua (*Chenopodium pallidicaule*): An Andean Cereal Adapted to Extreme Growing Conditions. *Molecules*, 24(20), 3746. https://doi.org/10.1007/978-981-16-3832-9_12
- Plaza, L., Guzmán, F., Mamani, J.C. et al. (2018).** Saponins from Andean Native Crops: Yacon and Cañahua. En V. Cano-Sánchez (Ed.), *Saponins in Food, Feedstuffs and Medicinal Plants* (pp. 193-212). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1115-8_10

Tang, Y., Li, X., Zhang, B., Chen, P. X., & Liu, R. (2018).

Characterization of saponins in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasms by HPLC-MS/MS and their anti-proliferative activities. *Molecules*, 23(6), 1451. <https://doi.org/10.3390/molecules23061451>

Zhao, J., Mu, W., Gao, W., & Zhao, L. (2015). Chemical composition, saponins and antioxidant activity of Cañahua (*Chenopodium pallidicaule*) grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(33), 7317-7325. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b02448>