



Mashua (*tropaeolum tuberosum*): Composición nutricional, características químicas, compuestos bioactivos y propiedades beneficiosas para la salud

Mashua (*tropaeolum tuberosum*): Nutritional composition, chemical characteristics, bioactive compounds and beneficial properties for health

Diego Arteaga-Cano¹; Luis Chacón-Calvo¹; Víctor Samamé-Herrera¹; Darlyn Valverde-Cerna¹; Luz María Paucar-Menacho^{1, *}

¹Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Departamento de Ingeniería Agroindustrial y Agrónoma, Av. Universitaria s/n, Urb. Bellamar, Nuevo Chimbote, Ancash, Perú.

ORCID de los autores

D. Arteaga-Cano: <https://orcid.org/0000-0002-0392-0676>

V. Samamé-Herrera: <https://orcid.org/0000-0003-3732-6656>

L. M. Paucar-Menacho: <https://orcid.org/0000-0001-5349-6167>

L. Chacón-Calvo: <https://orcid.org/0000-0003-0448-245X>

D. Valverde-Cerna: <https://orcid.org/0000-0001-5173-0888>

RESUMEN

La mashua es un tubérculo de origen altoandino parecido a la papa y a la oca, se presentan en una gran variedad de colores (crema, amarillo, negro, morado, blanco, rosado), y poseen de una gran cantidad de carbohidratos, proteínas, vitaminas y un alto valor nutricional que incluye fósforo, hierro y calcio. Su consumo se puede dar de diferentes maneras, se puede decir que necesita estar al sol, tal como el camote para obtener un sabor más agradable. Su capacidad antioxidante recae en su contenido de antocianinas, que tiene un mayor contenido en la especie de mashua morada, es muy buena para los que sufren problemas cardiovasculares por su contenido en vitaminas del complejo C y E, por otra parte, la mashua ayuda a mejorar la agudeza visual, ayuda a combatir la anemia y a eliminar los cálculos renales, también es muy conocida por su capacidad anticancerígena. El objetivo de este trabajo consistió en recopilar información sobre el valor nutricional, los compuestos bioactivos y las propiedades beneficiosas de la mashua peruana desde el punto de vista de la salud, además es recomendable seguir estudiando e investigando su gran poder antioxidante.

Palabras clave: mashua; antioxidante; propiedad medicinal; bioactivo; antidiabético.

ABSTRACT

Mashua is a tuber of high Andean origin like potatoes and goose, they come in a wide variety of colors (cream, yellow, black, purple, white, pink), and they have a large amount of carbohydrates, proteins, vitamins and a high nutritional value that includes phosphorus, iron and calcium. Its consumption can be given in different ways, it can be said that it needs to be in the sun, such as sweet potatoes to obtain a more pleasant flavor. Its antioxidant capacity lies in its anthocyanin content, which has a higher content in the purple mashua species, it is very good for those who suffer from cardiovascular problems due to its content in vitamins of complex C and E, on the other hand, mashua helps to improve visual acuity, help fight anemia and eliminate kidney stones, it is also well known for its anticancer capacity. The objective of this work was to gather information on the nutritional value, the bioactive compounds, and the beneficial properties of Peruvian mashua from the point of view of health, it is also advisable to continue studying and researching its great antioxidant power.

Keywords: mashua; antioxidant; medicinal property; bioactive; antidiabetic.

1. Introducción

Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) es un tubérculo originario de los Andes Peruanos y se extiende en países como Bolivia, Colombia y Ecuador. Posee un alto contenido de proteínas, carbohidratos y vitamina C, también tiene buenas propiedades medicinales y alta productividad en condiciones de bajo cuidado. A pesar de esto, la especie está sufriendo un alto grado de pérdida de su diversidad genética, debido a la introducción de renovados hábitos alimenticios, tecnologías nuevas aplicadas a la agricultura y a la desvalorización de los cultivos tradicionales frente a los importados.

Se cultiva en pequeñas parcelas intercaladas. La mashua, se desarrolla en campos con una mejor materia orgánica, es decir que se encuentren entre los 3700 y 4000 metros sobre el nivel del mar. Es uno de los pocos tubérculos que muestran una gran resistencia ante las enfermedades y plagas (Chirinos et al., 2006). La mashua tiene un alto contenido de carbohidratos, aproximadamente un 11% cuando se encuentra en una base fresca, además de un alto contenido de ácido ascórbico (64 mg por 100 g en estado fresco). El principal componente de la mashua es el glucocianatos la cual es el encargado y responsable de que la mashua tenga en su composición atributos medicinales (Barrera, 2018).

Debido a la presencia del compuesto isotiocianatos, la mashua posee un sabor ocre y picante, pero a la hora de la cocción su sabor se torna dulce, además de tener alto contenido de almidón su valor nutritivo supera al de los cereales como el arroz o la papa (Del Águila, 2018)

La mashua forma parte del grupo de cultivos de tubérculos comestibles autóctonos de los lugares andinos templados. Económicamente, es mucho menos conocida que los otros cultivos de tubérculos altoandinos, pero, nosotros en este trabajo, vamos a demostrar el potencial nutricional que tiene este tubérculo y aquellos factores que se han pasado por alto en gran medida y se han mantenido oportunidades inexploradas para contribuir a un uso más amplio dentro de su área de distribución nativa y más allá (Taípe, 2017).

Es una fuente importante de actividad antioxidante siendo comparado con frutas que contiene un alto contenido de antioxidantes como flavonoides y polifenoles (Beltrán & Mera, 2014). La mashua forma parte del grupo de cultivos de tubérculos comestibles autóctonos de los lugares andinos templados (Taípe, 2017).

El propósito de este trabajo fue analizar la evidencia científica disponible sobre el papel de los compuestos bioactivos y las propiedades funcionales de la mashua, que hacen de ella un tubérculo muy exquisito y nutritivo.

2. Origen

El origen de la mashua está entre los años (650-1350 ap.) en los sedimentos de la cueva Huachumachay, ubicada en el valle de Jauja en Perú. En la cultura nazca se encontraron representaciones de mashua (1000 a.C) entre otros tipos de tubérculos como por ejemplo la papa, oca y olluco (Grau et al., 2018). Las comunidades andinas mantienen y conservan todo lo que respecta a su diversidad genética a través de generaciones; y esto se convierte en una fuente de valor, gracias al conocimiento asociado al tipo diverso de cultivo y a los usos, ya sean de tipo medicinal o alimenticio (Zambrano et al., 2019).

El centro en el cual se origina el cultivo se encuentra en algún lugar de los Andes. Asimismo, el lugar de domesticación ha debido darse en la región que comprende entre el Ecuador y Bolivia. Esto porque en dicha área se encontraron muchas variedades de mashua. Sin embargo, la falta de estudios sobre las diferentes especies de la mashua genera que el origen sea difícil de identificar (Grau et al., 2018).

Los tubérculos comestibles de mashua se cultivan y siembran en áreas pequeñas en sistemas agrícolas tradicionales y en condiciones en la cual la altitud varié entre 2400 y 4300 m.s.n.m donde las temperaturas medias anuales están en el rango de 8-11 °C, como los países Andinos, principalmente en Perú, Ecuador y Bolivia (Malice & Baudoin, 2020).

El consumo de la mashua se da desde la época prehispánica en los andes centrales, por eso se le aprecia mucho en la cerámica. La mashua es considerada como un alimento con sello andino; tiene facilidad para producción y una rentabilidad mayor a otras plantas de raíces. Actualmente, la productividad de dicho tubérculo se encuentra en los valles de Ancash, Apurímac, Ayacucho, Huánuco, Puno y Junín (Suquilanda, 2018).

En la actualidad, su consumo se puede dar como purés, licuados, sopas y las hojas se usan como té medicinal, también puede reemplazar tubérculos como la papa u oca en platos conocidos (Del Águila, 2018).

Botánicamente es una planta herbácea, de tallos cilíndricos y hábitos rastreros como el berro, de

crecimiento erecto cuando es tierna y de tallos postrados cuando madura. Esto le permite competir ventajosamente con las malas hierbas. (Beltrán & Mera, 2014) (Figura 1).



Figura 1. Cultivos de diferentes variedades de mashua (*Tropaeolum tuberosum* R. & P.) (Barrera, 2013).

Los tubérculos son parecidos a la oca o a la papa, pero se diferencian por su forma cónica y alargada, de yemas profundas, además, son de varios colores: gris, blanco, amarillo, rojizo, morado y negro, con rayas oscuras. Es arenoso y posee un sabor fuerte que lo hace menos apetecible que la oca, sin embargo, cuando se expone al sol, al igual que el camote empieza a adoptar un sabor dulce.

3. Composición nutricional y química

Poseen un alto valor nutricional, cuentan con alto contenido de fósforo, calcio y hierro, además

combina proteínas, carbohidratos, fibra, calorías y antocianina la cual cuenta con propiedades curativas debido al colágeno corporal, provocando su síntesis, además de impedir que los antioxidantes dañen el tejido conectivo, inflamaciones o alergias, este compuesto fortalece la micro circulación ocular y capilares. La mashua negra aporta un promedio de 9 mil a 10 mil unidades de antioxidantes siendo excelente para la protección del corazón, y vigorizar la circulación de los vasos sanguíneos.

La mashua contiene alrededor del 15% de proteínas, la cual es variable dependiendo mucho de la variedad (Aguado, 2017), es rico en beta caroteno y en minerales como el K, P, Fe, Mn, Zn, Cu, cuentan con propiedades antioxidantes como el ácido ascórbico. Su almacenamiento aumenta su dulzura debido a la hidrólisis de los almidones en azúcar. El principal componente de las tropeoláceas son los glucosinolatos, los cuales cuentan con diversos usos medicinales de la especie (Beltrán et al., 2014).

En la [Tabla 1](#) se observa la composición química de la mashua, presenta valores de humedad entre 80 a 86%, proteínas entre 1,6 a del 15,7%, la cantidad de grasas es muy baja, por otra parte, la mashua es rica en minerales como potasio, hierro, fósforo, manganeso, zinc y cobre, además de poseer propiedades antioxidantes.

Tabla 1

Composición química de la Mashua (g / 100g)

Elementos	UNALM (2019)	Del Águila (2018)	Ruiz & Pavón 2018
Valor energético	52,0 kcal	76 kcal	4,19-4,64 %
Humedad	86%	80%	85%
Proteínas	1,6 g	9,17%	6,9-15,7 %
Grasas	0,6 g	0,7g	0,004%
Carbohidratos	11,6 g	75,40%	69,7-79,5 %
Fibra	0,8 g	5,86%	0,70%
Cenizas	0,8 g	0,80%	4-6,5 %
Calcio	7 g	0,006	0,006
Potasio	-	1,99%	1,99%
Hierro	1,2 g	0,42%	0,42%
Fósforo	42 g	0,32%	0,32%
Magnesio	-	0,11%	0,11%
Manganeso	-	7,00%	7,00%
Zinc	-	48,00%	48,00%
Sodio	-	0,04%	0,04%
Cobre	-	9,00%	9,00%
Tiamina	0,06 g	-	-
Riboflavina	0,08 g	-	-
Niacina	0,6 mg	-	-
Almidón %	-	46,96%	20,01-79,46 %
Azúcares totales %	-	42,81%	6,77-55,23 %

Tabla 2
Composición fisicoquímica en 100 gramos

Composición	Base húmeda (bh)	Base seca (bs)
Ácido ascórbico (mg)	55,97 ± 0,20	470,35 ± 16,64
Azúcares reductores	7,20 ± 0,24	60,5 ± 1,33
pH		6,22
Sólidos solubles		8,5

Fuente: [Aguado \(2017\)](#).

En la [Tabla 2](#) se observa el contenido de ácido ascórbico con un valor promedio de 55,97 ± 0,20 (bh) para la mashua que contiene valores por encima de la oca (38,4); arracacha (27,1); papa blanca (14,0); camote morado (13,6); camote blanco (12,9); olluco (11,5); papa amarilla (9,0) y maca (2,5). Todos expresados en g de los tubérculos, expresado en base húmeda. El contenido de sólidos solubles, expresados en grados Brix (8,5) y de azúcares reductores expresado en base húmeda para la mashua "zapallo amarillo" (7,20% ± 0,24); estos se encuentran dentro del rango (1,73 % ± 13,48%). El contenido de sólidos solubles de 8 grados Brix y de azúcares reductores 5,7% (bh) lo hace propicio para las operaciones de concentración y secado de colorante ([Aguado, 2017](#)).

4. Componentes bioactivos

Los compuestos bioactivos (fitonutrientes o fitoquímicos) se encuentran en gran proporción en frutas y verduras, también se encuentran en las bacterias "ácido lácticas" presentes en productos lácteos obtenidos por fermentación ácido-láctica, aportando un beneficio a la salud más allá de los considerados como nutrición básica ([León, 2018](#)). Los compuestos bioactivos como polifenoles y flavonoides son investigados en el campo de la industria alimenticia y la nutrición debido a sus diferentes funciones, su actividad antioxidante y su influencia anticancerígena en la salud ([Valencia et al., 2017](#)). La importancia de la capacidad antioxidante es poder mantener una dieta saludable para el organismo, ya que los antioxidantes tienen como fin prevenir a la célula de moléculas que puedan dañarlas ([Ibarra, 2020](#)).

Tabla 3
Actividad antioxidante total de algunos tubérculos

Especie	Mg Trolox Eq. /g
Camote	2119-15573
Mashua	1179-10002
Oca	1738-8092
Yacón	832-5082
Papas nativas	2366-3499
Olluco	432-1524

Fuente: [Campos et al. \(2006\)](#).

En la [Tabla 3](#) se observan las distintas especies de tubérculos que existen y los niveles de antioxidantes correspondientes a cada uno como por ejemplo el camote con un nivel ubicado entre 2119 a 15573 Mg, la mashua con niveles entre 1179 a 10002 Mg Trolox Eq/g la oca con niveles entre 1738 a 8092 Mg Trolox Eq/g, el yacón con un valor entre 832 a 5082 Mg Trolox Eq/g, las papas nativas con un valor entre 2366 a 3499 Mg Trolox Eq/g y el oyucu con valores entre 432 a 1524 Mg Trolox Eq/g. ([Campos et al., 2006](#))

[Huaccho \(2016\)](#) evaluó la capacidad antioxidante, el contenido de compuestos fenólicos, de antocianinas y de carotenoides de 84 cultivares de mashua procedentes de Cusco. Los resultados indicaron que la capacidad antioxidante de la mashua es amplia en tres métodos de ensayo: ABTS, FRAP y ORAC (20,6 – 128,2; 22,7 - 173,2 y 35,1 – 158,8 µmol TE/g (b.s) respectivamente). En varios de estos cultivares se presentaron valores superiores a ciertas frutas y vegetales con alta capacidad antioxidante. El contenido de compuestos fenólicos varió entre 5,5 y 16,7 mg Ac. Gálico Eq./g (b.s.), el de antocianinas entre 0,9 y 2,68 mg cianidina-3-glucósido equivalente (CGE)/g (b.s). (sólo en 17 cultivares) y el de carotenoides entre 0,48 y 15,09 mg β-caroteno/100 g (b.s). Los cultivares morados destacaron en compuestos fenólicos y antocianinas y los amarillos en contenido de carotenoides.

[Díaz \(2019\)](#) argumenta que la mashua morada tiene alta actividad antioxidante así como también compuestos fenólicos porque determinó la actividad antioxidante con el método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) y el contenido de compuestos fenólicos por medio del método de Folin Ciocalteu en el cual se midió la concentración de ácido gálico (AG) obteniendo como resultados; en la actividad antioxidante un contenido de IC50 es 146,46 µg/mL y en los componentes fenólicos encontró que contiene 779,14 ± 32,81 µg AG/ml de extracto.

Los compuestos fenólicos mostraron entre una moderada y buena correlación con las diferentes capacidades antioxidantes siendo entre moderada y baja la correlación entre la capacidad antioxidante y las antocianinas, lo cual indica que los compuestos fenólicos contribuyen a la capacidad antioxidante de la mashua ([Huaccho 2016](#)).

5. Como anticancerígeno

Las propiedades terapéuticas de este tubérculo y su gran utilidad en la medicina antigua, tiene un alto contenido de isotiocianatos y estos son

conocidos por sus propiedades antibióticas, insecticidas, nematicidas, diuréticas y anticancerígenas (Manrique et al., 2013). Por lo cual se demostró que los isotiocianatos inducen la apoptosis en muchas líneas de células de cáncer (Nakamura & Miyoshi, 2006); además que no dejan proliferar las células cancerígenas, es decir, impiden la carcinogénesis química, a través de la suspensión de enzimas que se encuentran involucradas en el no funcionamiento de los carcinógenos (Zhang et al., 2003). El proceso de aislamiento y caracterización de las moléculas "2-bencil-3-tioxohexahidropirrol [1,2-c] imidazol-1-ona (1)" y "N-(4-acetil-5-metil-5-fenil-4,5-dihidro-1,3,4-tiadiazol-2-il) acetamida (2)", identificadas en los tubérculos negros de *Tropaeolum tuberosum*, estas moléculas tienen actividad anticancerígena sobre las líneas celulares tumorales de pulmón, riñón, vejiga y próstata. "La primera de las moléculas mostró una ligera actividad citotóxica frente a todas las líneas celulares tumorales ensayadas. La segunda mostró un potencial anticancerígeno significativo, matando las células cancerígenas incluso a concentraciones micro-molares", han afirmado. Así, han explicado que las moléculas fueron caracterizadas mediante análisis espectroscópicos de resonancia magnética nuclear y espectrometría de masas, y fueron evaluadas por su citotoxicidad y capacidad apoptótica, lo que podría abrir una puerta a una posible nueva terapia contra el cáncer (Apaza et al., 2020).

6. Como antidiabético

La mashua con lo que respecta a la eficacia sobre la inhibición de las carbohidrolasas digestivas podrían estar relacionadas no solo con la concentración fenólica sino también con el perfil fenólico. Estudios de distintas investigaciones han logrado demostrar que los ácidos fenólicos son solo inhibidores muy débiles de la digestión de carbohidratos. enzimas comparadas con antocianinas y otros flavonoides (Nyambe-Silavwe & Williamson, 2018). De tal forma, dichos hallazgos pueden demostrar una mayor efectividad de la mashua con las antocianinas como compuestos dominantes de compuestos fenólicos. Comparándola con la acarbosa, un fármaco que es muy usado para los efectos farmacológicos tratamiento en el control de la diabetes tipo 2 con valores de IC50 de 0,16; 0,03 y 0,07 mg / mL para las actividades de α -amilasa, sacarasa y maltasa, respectivamente (Martínez, 2018; Villalunga, 2018), extractos de la mashua

podría considerarse como un modesto inhibidor de la digestión de carbohidratos enzimas.

7. Otras propiedades beneficiosas

Existen varios estudios que nos hablan del uso medicinal de la mashua con la finalidad de poder aliviar dolencias de riñón e hígado, combatir la anemia, mejorar la agudeza visual (Oblitas, citado por Vásquez et al., 2012), y tratar malestares urinarios y próstata en forma de infusión, y para el caso del reumatismo, con mashua molida (Tapia et al., 2007). La mashua tiene la capacidad de disminuir la función potencial reproductiva en los hombres. Esto fue demostrado científicamente por Cárdenas-Valencia et al. (2008) al experimentar con ratas reduciendo su función testicular y por Vásquez et al. (2012), quien concluyó que el extracto hidroalcohólico de mashua actúa directamente sobre el sistema de reproductor masculino. También se cree que las propiedades de los tubérculos altoandinos pueden aportar en parte a los antioxidantes que se encuentran en los cultivos. En un estudio de la capacidad antioxidante de los tubérculos andinos y la asociación con metabolitos secundarios, se observó que entre los tubérculos en general como papa, olluco y oca, la mashua mostró una capacidad muy alta de antioxidante y también alto contenido de compuestos fenólicos, antocianinas y carotenoides (Campos et al., 2006), lo que también podría sustentar su uso en la medicina tradicional de los Andes y que incluso, como menciona, extractos purificados de mashua con un alto contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante podrían considerarse como una fuente potencial de nutraceuticos en el futuro (Chirinos et al., 2007).

8. Apreciación Crítica

El presente trabajo aborda información acerca de los beneficios de la mashua, donde se ha logrado evidenciar las diferentes investigaciones de las propiedades de este tubérculo. Este alimento con tantos beneficios ha sido investigado en diferentes áreas, resaltando su actividad antioxidante (Figura 2a), la cual destaca debido a su alto contenido en antocianinas, ya que estas investigaciones se realizan para nuevos tratamientos contra enfermedades cardiovasculares, anemia o cálculos renales. Además, ayuda a mejorar la agudeza visual y en los tratamientos de cáncer. En los últimos años, las investigaciones acerca del uso de la mashua han ido en aumento (Figura

2b), en su gran mayoría, estos artículos abarcan su capacidad antioxidante, su función como colorante natural y sus beneficios en la salud y

cada vez los investigadores se interesan por estudiar más a fondo los beneficios de este tubérculo.

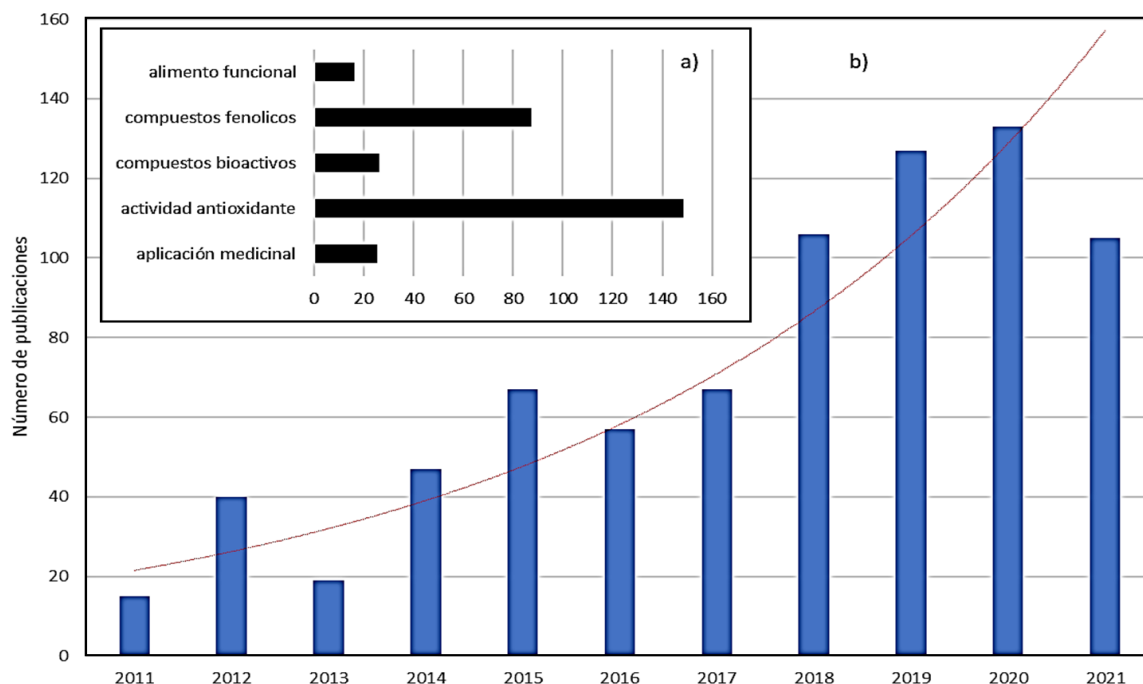


Figura 2. Número de publicaciones de artículos científicos sobre Mashua. (a) Información obtenida de la base de datos de CONCYTEC (criterios de búsqueda: ARTICLE TITLE, ABSTRACT, KEYWORDS: "mashua" y tipo de DOCUMENT TYPE: "materia de aplicación"). (b) información obtenida de la base de datos de CONCYTEC (criterios de búsqueda: ARTICLE TITLE, ABSTRACT, KEYWORDS: "mashua" y tipo de DOCUMENT TYPE: "ALL").

7. Conclusiones

Este trabajo representa una recopilación de información de la mashua peruana, un tubérculo altoandino con grandes beneficios para la salud evidenciados de investigaciones que destacan sus componentes bioactivos y su gran valor nutricional. Este tubérculo debe ser reconocido como un potencial alimento medicinal aplicable que puede reemplazar muchos suplementos y medicinas. Las investigaciones realizadas de la mashua peruana en relación de la salud y sus aplicaciones en distintos campos son muy escasas, por ello es necesario realizar estudios de mayor profundidad, ya que este tubérculo altoandino es un potente diurético y depurativo, ayuda a reducir la presión arterial alta y los problemas cardiovasculares. Además, puede combatir la anemia y el cáncer. La mashua peruana nos promete mucho en el futuro.

Referencias bibliográficas

Aguado, B. (2017). Influencia del tiempo de soleado sobre la concentración de azúcares reductores y capacidad antioxidante de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) ecotipo negra. Tesis

Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica. Perú.

- Apaza, L., Amanz Sebastián, J., Serban, A.M., Rumero Sánchez, Á. (2020). Alkaloids isolated from *Tropaeolum tuberosum* with cytotoxic activity and apoptotic capacity in tumour cell lines. *Phytochemistry*, 177, 112435.
- Barrera, V. H. (2018). Aspectos de Análisis realizados en plantaciones de mashwa. Tesis Agronómica pdf 270-295. Universidad Nacional de San Antonio, Ecuador.
- Barrera, V. H. (2013). Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador (Vol. 4): International Potato Center.
- Beltrán, A., & Mera, J. (2014). Elaboración del tubérculo mashua (*Tropaeolum tuberosum*) troceada en miel y determinación de la capacidad antioxidante. Página 17.
- Campos, D., Noratto, D., Chirinos, R., Arbizu, C., Roca, W., & Cisneros-Zevallos, L. (2006). Antioxidant capacity and secondary metabolites in four species of Andean tuber crops: Native potato (*Solanum* sp.), mashua (*Tropaeolum Tuberosum* Ruiz y Pavón), oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y olluco (*Ollucus tuberosus* Caldas). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 1481- 1788.
- Cárdenas-Valencia, I., Nieto, M., Gasco, M., et al. (2008). *T. tuberosum* (Mashua) reduces testicular function: effect of different treatment times. *Andrologia*, 40, 352-357.
- Chirinos, R.; Campos, D., Arbizu, C., Rees, J.-F., Roez, H., & Larondelle, Y. (2007). Effect of genotype, maturity stage and post-harvest storage on phenolic compounds, carotenoid content and antioxidant capacity of Andean Mashua tubers (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 437- 446.
- Del Águila, S. (2018). El cultivo e importancia socio-económico-cultural del cultivo de la Mashua. Página 27-29.
- Díaz, A. (2019). Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales de la mashua morada *Tropaeolum tuberosum*, Tesis

- para obtener el título profesional de Licenciado en Nutrición. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo. Perú.
- Grau, A., et al. (2018). Estudios preliminares sobre la respiración en la mashua. Reporte técnico publicado. Biblioteca de Caracas. Venezuela.
- Huaccho, C. (2016). Capacidad Antioxidante, Compuestos Fenólicos, Carotenoides Y Antocianinas De 84 Cultivares De Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz Y Pavón) (Tesis de maestría). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Ibarra, J. (2020). Capacidad antioxidante y contenido de polifenoles en el tuberculo *Tropaeolum tuberosum* (mashua naranja). ULADECH. Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.13032/15784>.
- León, C. (2018). Determinación de compuestos bioactivos en la mashua (*Tropaeolum tuberosum*). Tesis, Universidad Nacional del Callao, Callao. Perú.
- Malice & Baudoin. (2020). Alimentación India. Wira Cocha. *Revista Peruana de Estudios Antropológicos*, 17-25.
- Manrique, I., Arbizu, C., Vivanci, F., González, R., Ramírez, C., Chávez, O., Tay, D., & Elís, D. (2013). *Tropaeolum tuberosum* Ruiz and Pav. Colección de germoplasma de mashua conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP). Primera Edición. Centro Internacional de la Papa, La Molina, Perú. 34 - 77 p.
- Nakamura, Y., & Miyoshi, N. (2006). Cell death induction by isothiocyanates and their underlying molecular mechanisms. *Biofactors*, 26, 123-134.
- Nyambe-Silavwe, H., & Williamson, G. (2018). Chlorogenic and phenolic acids are only very weak inhibitors of human salivary α -amylase and rat intestinal maltase activities. *Food Research International*, 113, 452-455.
- Paucar, A. (2014). Composición Química Y Capacidad Antioxidante De Dos Variedades Mashua (*Tropaeolum Tuberosum*): Amarilla Chaucha Y Zapallo. Tesis para la optar el título de Ingeniera de Alimentos. Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Suquilanda, M. (2018). La agricultura de Bolivia. Enciclopedia Boliviana, La paz, Bolivia: 190-210.
- Taipe, L. (2017). La agricultura precolombina en Chile y países vecinos. Universidad Nacional de Chile.
- Tapia, M. Fries, A. Mazar, I., & Rosell, C. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos FAO-Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú. Lima, PE: 2097.
- Valencia, Z., Cámara, F., Ccapa, K., Catacora, P., & Quispe, F. (2017). Compuestos bioactivos y actividad antioxidante de semillas de quinua peruana (*Chenopodium quinoa* W.). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(1), 16-29.
- Vásquez, J. H., Gonzales, J. M., & Pino, J. L. (2012). Decrease in spermatid parameters of mice treated with hydroalcoholic extract *Tropaeolum tuberosum* "mashua". *Revista Peruana de Biología*, 19, 89-93.
- Villaluenga, C. (2018). Bioactive peptides from germinated soybean with anti-diabetic potential by inhibition of dipeptidyl peptidase-IV, α -amylase, and α -glucosidase enzymes. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(10), Article e2883.
- Zambrano, E. (2019). Agrupamiento y morfotipos en 230 entradas de mashua. Congreso Internacional de Cultivos Andinos de los Andes.
- Zhang Y., Tang, L., Gonzalez, V. (2003). Selected isothiocyanates rapidly induce growth inhibition of cancer cells. *Mol. Cancer Ther.*, 2, 1045-1052.

