

# REVISTA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



ISSN: 2709-4502

Alpha Centauri



Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) cultivo subutilizado con alto potencial para zonas altoandinas en el Perú



Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) underutilized crop with high potential for high Andean areas in Perú

<https://doi.org/10.47422/ac.v1i1.3>

## **Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) cultivo subutilizado con alto potencial para zonas altoandinas en el Perú**

### **Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) underutilized crop with high potential for high Andean areas in Perú**

 DILAS-JIMÉNEZ, Josue Otoniel  
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja  
Daniel Hernández Morillo. Huancavelica, Perú

 ASCURRA-TORO, Dilma  
Yelison Business S.A.C. Perú

#### **RESUMEN**

La mashua o también conocida como ñu o isaño o cubio (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) cultivada en las zonas altoandinas de Sudamérica, es una planta rústica poco demandante de fertilizantes y resistente a nematodos y varias plagas. De las investigaciones realizadas este tubérculo tiene importante como superfood y en la nutraceutica, así como diversos usos industriales. A pesar de ello, es un cultivo subutilizado en los países y las mismas regiones donde se produce. En el Perú, la producción de mashua ha venido incrementándose en los últimos 5 años, con un 36% más de producción nacional anual en el año 2019 respecto a lo que se producía antes del año 2015. También se ha encontrado evidencia de un incremento en el número de investigaciones de tesis vinculadas a este tubérculo en las universidades peruanas, principalmente aquellas ubicadas en las regiones productoras. Ante ello, considerando la potencialidad de la mashua, se hace necesario tomar una especial atención desde el punto de vista de las políticas públicas en el Perú para la promoción de este cultivo en las regiones altoandinas.

**Palabras clave:** mashua, superfood, antioxidantes, tubérculo.

## ABSTRACT

Mashua or also known as *año* or *isaño* or *cubio* (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) is cultivated in the high Andean areas of South America, is a rustic plant with little demand for fertilizers and resistant to nematodes and some pests. From the research carried out, this tuber has potential as a superfood, nutraceutical use, as well as several industrial uses. Despite this, it is an underutilized crop in the countries and regions where it is produced. The production of mashua has been increasing in the last 5 years in Perú, with 36% more annual national production in 2019 compared to what was produced before 2015. Evidence has also been found of an increase in the number of thesis related to this tuber in Peruvian universities, mainly those placed in the producing regions. Given this, considering the potential to mashua, it is necessary to take special attention from the point of view of public policies in Peru for the promotion of this crop in the high Andean regions.

**Keywords:** mashua, superfood, antioxidant, tuber.

## INTRODUCCIÓN

El incremento sostenido de la población mundial proyectada en 9 billones para el 2050 (Akaev & Sadovnichii, 2010; Population City, 2020) pone retos importantes a enfrentar para los países y los organismos internacionales, planteándose Objetivos de Desarrollo Sostenible, entre ellos poner fin a la pobreza y hambre cero (PNUD, 2020), sin embargo, el reto no deja de ser completo y difícil de lograr.

El Perú si bien se ha tenido un avance en la reducción de la pobreza monetaria en 1119 distritos entre los años 2013 al 2018, el desafío sigue siendo aún fuerte principalmente en regiones altoandinas de la sierra peruana como Ayacucho, Cajamarca, Huancavelica, Pasco y La libertad, cuyos distritos más pobres se ubican en los primeros 3 grupos de pobreza monetaria (INEI, 2020). Sin embargo,

estas regiones albergan gran parte de la agrobiodiversidad peruana, entre ellos diversos cultivos como la Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón), el cual además de sus potencialidades, puede conjugarse con modelos de cultivo agroecológicos y de diversidad productiva en sistemas agroforestales (Dilas-Jiménez & Ascurra-Toro, 2020; Dilas-Jiménez & Mugruza-Vassallo, 2020) pudiendo ser cultivos sostenibles, pero que a la actualidad son subutilizados (Pastor et al., 2006); además en estas regiones son predominantemente de pequeña agricultura, que en el mundo es la principal fuente de alimentación (Migliorini & Wezel, 2017).

Este tubérculo conocido como mashua o maswa en Perú, tiene otros nombres en otros países como “año”, “isaño”, “cubio”, es una herbácea perenne de tipo trepadora que crece en la región andina, cuya domesticación data de más de 7500 años (CIP, 2013). Desde las épocas preincas en



América del Sur, este tubérculo era consumido junto con otros como la oca y el ullucu, y que el ejército inca, durante largas campañas debían emplear el ñuño o mashua como alimentación, por sus características antiafrodisiacas (Fernandez, 1973).

Para el presente estudio, además de la búsqueda bibliográfica vinculada al tubérculo *T. tuberosum*, se realizó una búsqueda sistemática de los avances en investigaciones de las universidades peruanas en cuanto a la mashua, así como de los datos históricos de la producción nacional y regional del mismo en los últimos 15 años. Todo ello con el objetivo de identificar las cualidades del cultivo y los avances científicos y productivos que ha tenido la mashua en el Perú como un potencial cultivo para las regiones altoandinas.

## **Taxonomía, distribución y usos de la mashua**

### **Taxonomía y distribución**

La mashua cuyo nombre científico es *Tropaeolum tuberosum*, Ruiz & Pavón 1982, pertenece a la familia Tropaeolaceae, del orden Brassicales, clase Magnoliopsida, división Magnoliophyta, del reino plantae.

*T. tuberosum* es una planta caracterizada por sus rizomas, es multianual poco visible en su hábitat natural, sus tallos aéreos y floración corresponden a épocas lluviosas, en el resto del año desaparece todo vestigio aéreo, sus tallos aéreos son erectos a decumbentes, sus tallos subterráneos son tubérculos turbinados con nudos marcados,

pedúnculos rojizos, flores solitarias (Bulacio & Ayarde, 2012).

Este tubérculo andino está subutilizado aun cuando tiene altas potencialidades en la alimentación y la industria farmacéutica, en evaluaciones realizadas en Cusco se determinaron 89 morfotipos en 4 grupos, los grupos I y II de color amarillo y anaranjado, y los del grupo III y IV de color rojo grisáceo, púrpura grisáceo y negro. Asimismo, se encontró que este cultivo presenta una alta variabilidad morfológica lo que puede estar relacionado con su reproducción sexual y la forma de manejo de la semilla asexual que realizan los agricultores (Quispe et al., 2015).

La mashua se distribuye en todos los andes sudamericanos, desde Colombia hasta Argentina, desde los 2000 hasta más de 4000 m.s.n.m., desde hace décadas también se cultivas en otros países como Nueva Zelanda y Canadá, las mayores áreas de siembra se encuentran en los antes de Perú y Bolivia (CIP, 2013).

### **Usos de la mashua**

Este tubérculo es muy usual para el consumo alimenticio por su amplia cantidad de propiedades nutricionales, en la industria se puede obtener harina de mashua como base para la elaboración de muchos productos, para lo cual se tendrá que estandarizar procesos, así como la caracterización correspondiente de la harina. Estudio realizado en Colombia, después de realizar su caracterización y pruebas, encontró potenciales usos de la mashua como: espesante, mezclas para bebidas, productos de panificación y embutidos

cárnicos (Tuiran, 2017), además en las zonas de producción se consumen en guisos mezclados con carnes, verduras, huevos, otros (King & Gershoff, 1987). En las zonas de producción los productores consumen la mashua hervida o cosida a fuego, así también se le da un uso medicinal para reducir las inflamaciones de riñón y próstata (Aruquipa et al., 2017).

Se precisa que la mashua a pesar de sus importantes características alimenticias, nutracéuticas y medicinales, el 95% de la producción local se destina a la alimentación de los cerdos y sólo el 5% al consumo humano, (Aruquipa et al., 2017).

### **Potencial productivo y comercial de la mashua en las zonas altoandinas del Perú**

#### **Cultivo y cuidados**

La mashua es una planta esta planta que se comporta como una especie rústica, se adapta a zonas muy frías y suelos pobres sin necesidad de fertilizantes, asimismo, es resistente a nematodos y varias plagas, es por ello que en los andes los agricultores lo siembran en sus cercos perimétricos como cortinas protectoras (CIP, 2013), dicha resistencia posiblemente relacionada con la concentración de metabolitos secundarios en esta planta (Campos et al., 2006). Si bien el cultivo de mashua no es muy demandante en nutrientes en el suelo, la fertilización mineral puede incrementar los rendimientos de este tubérculo, al incrementar la cobertura de su follaje, la acumulación de materia seca, y por tanto el incremento de su

producción por unidad de área hasta en un 63% (Valdivia et al., 2016).

En estudios de caracterización de cultivos como oca, olluco y mashua realizados en las zonas andinas de Colombia se encontró que el 84.4% de la producción se destina a autoconsumo, donde el 46.8% de los productores son adultos mayores (Forero et al., 2012).

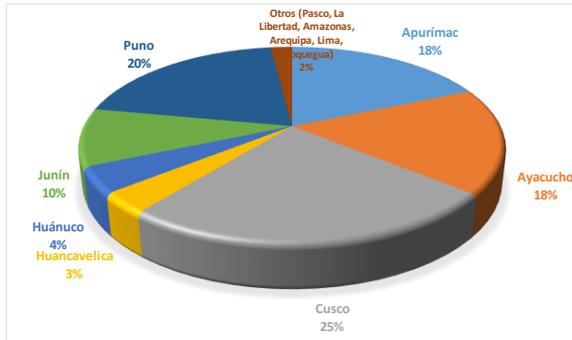
### **Zonas productoras de mashua en el Perú**

En Perú, las principales regiones productoras de mashua son Cusco, Puno, Apurímac, Ayacucho, Junín, Huánuco, Huancavelica que abarcan alrededor del 88% de la producción nacional que para los últimos 2 años (2018 y 2019) está alrededor de las 41 mil toneladas anuales (MINAGRI, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020) en tanto que para el periodo 2005 al 2015 osciló alrededor de las 30 mil toneladas anuales (Fiorella Ramón, 2017), es decir, se ha tenido un incremento del 36% de la producción anual nacional respecto a lo que era antes del año 2015 (ver detalles en el anexo 2). En cuanto a la productividad, para el 2013 se estimaba rendimientos de 5.2 a 6.2 t/ha (Pacheco, 2015) mientras que para el 2019 se estima en promedio 7.0 t/ha (MINAGRI, 2020), es decir se mejora importante (17%) en la productividad por hectárea para este cultivo.

Sin embargo, el precio promedio por kg de mashua para el 2019 sólo fue de 1.03 soles (MINAGRI, 2020), precio similar en los últimos 5 años según los datos del MINAGRI.



Figura 1. Distribución de la producción promedio anual de mashua por regiones, periodo 2015-2019. Elaboración a partir de datos del MINAGRI.



### Productividad y aspectos de mejora

Al margen de las limitaciones en el manejo productivo de los tubérculos andinos, especialmente la mashua por ser un cultivo rústico, en las zonas de producción se evidencian limitantes (González et al., 2003), entre ellas: (i) limitantes socioeconómicas: vinculadas a la comercialización, especialmente los bajos precios y escasa demanda, las variedades de mashua picantes y amargas no se comercializan pero las dulces podrían tener un potencial a desarrollar; (ii) limitantes bióticas: vinculadas a la mala calidad de la semilla y su inadecuado manejo de enfermedades; (iii) limitantes abióticas: vinculados al desgaste en la fertilidad de los suelos, así como las heladas y sequías en las zonas de producción. En un estudio por método de observación participativa en las zonas de producción bolivianas, se encontró potencial revalorar el sistema de cultivo tradicional, ecológico sin el uso de agroquímicos, rescatando los sistemas de asociación de la mashua con maíz, oca y olluco.

Los cultivos subutilizados como la mashua, al ser cultivados en zonas marginales, con muchas limitaciones de suelo, clima y otros, tienen la capacidad de adaptarse fácilmente a nuevas zonas de cultivo, esto aunado a lo ya indicado por sus especiales características como alimentos funcionales, nutraceuticos e incluso medicinales (Pastor et al., 2006) hacen que se consideren como un gran desafío para trabajar en la generación de políticas públicas de apoyo, la apertura de mercados y la promoción del consumo local y nacional. Así también, se evidencia un amplio trabajo en la promoción del consumo humano desde el mercado local siendo que el consumo en las mismas zonas de producción es muy bajo (Aruquipa et al., 2017), cuanto más su promoción para el mercado nacional e incluso internacional.

### La mashua como superfood y nutraceutico

Ya en 1978 en una evaluación de la variabilidad nutricional de tubérculos andinos encontró que la mashua contenía lo siguiente (King & Gershoff, 1987): proteína (6,9% - 15,7%), carbohidratos (69,7% - 79,5%), grasas (0,1% - 0,4%), ceniza (4% - 6,5%), fibra (7,8% - 8,6%), humedad (78,3% - 92,4%) y calorías/100g (342,0 - 350,0).

En los últimos años, investigaciones recientes sobre las aplicaciones nutraceuticas de la mashua, sea destacado su capacidad antioxidante. Campos et al. (2006), encontró que los compuestos fitoquímicos responsables de la capacidad antioxidante están relacionado a los compuestos fenólicos y los carotenoides, por tanto, la mashua

es un tubérculo andino muy prometedor para producir nuevos productos únicos, saludables y funcionales para el beneficio de productores y consumidores. Así Chirinos et al. (2008), en evaluaciones realizadas los extractos fenólicos de mashua demostraron que éstos son capaces de eliminar radicales de peróxido así como quelar iones metálicos redox in vitro, entonces estos polifenoles tienen buenas propiedades antioxidantes ante el daño oxidativo de estructuras biológicas, por lo que pueden aplicarse en el campo de la industria alimentaria o cosmeceútica.

La mashua es un importante alimento en las regiones andinas, donde se cree en sus propiedades medicinales, y también estudios han demostrado sus compuestos bioactivos. Tradicionalmente, previo a su consumo este tubérculo se somete al sol, por ello Aguilar-Galvez et al. (2020), realizaron un estudio proteómico sometiendo los tubérculos a diferentes tratamientos postcosecha (exposición solar, sombra, refrigeración y sombra combinada con exposición solar), encontrándose que la exposición al sol durante periodos prolongados (9 días) resultó en mayor abundancia de proteínas de choque térmico, activando así sistemas de defensa y ajuste de osmoprotección.

Así también, en investigación realizada sobre almidones de tubérculos como oca, olluco y mashua, los resultados demuestran que este almidón podría usarse como espesante en sopas por su alta viscosidad y como agentes gelificantes, sin antes realizar pruebas de tamaño de granúlos del almidón (Velásquez-Barreto & Velezmoro, 2018).

Investigaciones sobre Mashua en el Perú:

En una búsqueda, usando como palabras clave mashua y *tropaeolum*, en el portal público del Registro Nacional de Trabajos de Investigación (SUNEDU, 2020), donde principalmente se registran tesis de pregrado y posgrado de universidades en el territorio peruano, se encontraron 64 registros en total, de los cuales 56 corresponden a tesis de pregrado en 22 universidades, 07 a tesis de maestría en 03 universidades y 01 tesis de doctorado (Universidad Nacional del Altiplano). El periodo de registros es entre los años 2013 al 2020 (fecha de toma de datos 15 de octubre del 2020), ver detalles en el anexo 1.

Las figuras 2 y 3 muestran la distribución de las tesis realizadas en mashua, por universidades. Se evidencia que, en cuanto a tesis de pregrado el mayor número de estas ha sido realizado por universidades ubicadas en las regiones donde se produce la mashua como Junín, Cusco, Huancavelica, Puno, Ayacucho (figura 1), así también un importante número de tesis en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) en Lima por tener estudiantes que provienen de diversas regiones peruanas. Por su parte, en cuanto a tesis de maestría la UNALM es la que abarca el mayor número de tesis en mashua. A pesar de que las investigaciones de tesis en mashua son limitadas respecto a otros cultivos, éstas han tenido un aumento exponencial en los últimos años (ver figura 4).

*Figura 2.* Distribución de las tesis sobre mashua por universidades, nivel pregrado

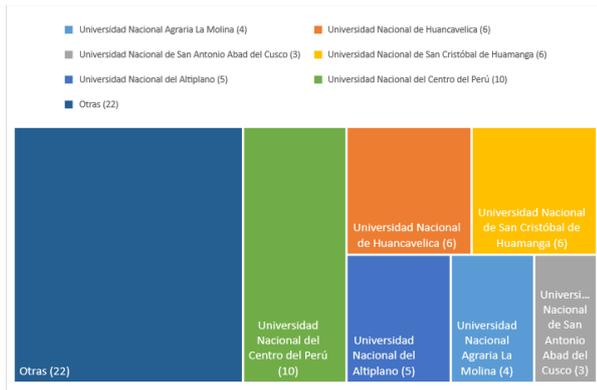


Figura 3. Distribución de las tesis sobre mashua por universidades, nivel maestría

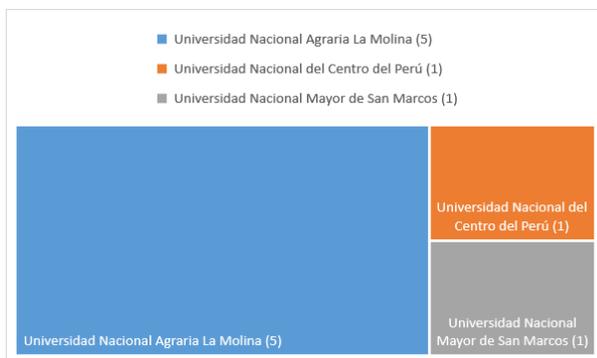
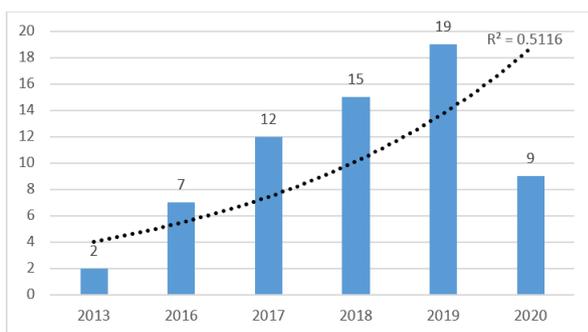


Figura 4. Tendencia del número de investigaciones de tesis sobre mashua.



## CONCLUSIONES

La “mahua” conocida también como “añu o “isaño” o “cubio” es una planta herbácea, cultivada en las zonas andinas, la cual se caracteriza por ser

una planta rústica y poco demandante de fertilizantes y productos para el control de plagas y enfermedades.

La mashua a pesar de ser uno de los tubérculos andinos con características especiales como alimentos funcionales, nutraceuticos (capacidades antioxidantes y otras) incluso medicinales, es un cultivo subutilizado en sus mismas zonas de producción y sobre todo en los mercados nacionales e internacionales, destinándose su cultivo principalmente al autoconsumo, principalmente para la alimentación de cerdos.

En los últimos 5 años la producción anual nacional, así como la productividad por hectárea han venido incrementándose, así también, se ha tenido importantes avances en el número de investigaciones sobre este tubérculo, esto aunado a su rusticidad y potencialidad relacionado a las 2 conclusiones precedentes, hacen que deba tomar una especial importancia desde el punto de vista de las políticas públicas en el Perú para la promoción de este cultivo en las regiones altoandinas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar-Galvez, A., Pedreschi, R., Carpentier, S., Chirinos, R., García-Ríos, D., & Campos, D. (2020). Proteomic analysis of mashua (*Tropaeolum tuberosum*) tubers subjected to postharvest treatments. *Food Chemistry*, 305(May 2019), 125485. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125485>

- Akaev, A. A., & Sadovnichii, V. A. (2010). Mathematical model of population dynamics with the world population size stabilizing about a stationary level. *Doklady Mathematics*, 82(3), 978–981. <https://doi.org/10.1134/S1064562410060360>
- Aruquipa, R., Trigo, R., Bosque, H., Mercado, G., & Condori, J. (2017). El Isaño (*Tropaeolum tuberosum*) un cultivo de consumo y medicina tradicional en Huatacana para el beneficio de la población boliviana. *RIIARn*, 3(2), 146–151. [http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/riiar/v3n2/v3n2\\_a04.pdf](http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/riiar/v3n2/v3n2_a04.pdf)
- Bulacio, E., & Ayarde, H. (2012). Aspectos ecológicos y distribución de *tropaeolum tuberosum* ssp. *silvestre* (tropaeolaceae) en Argentina. *Boletín de La Sociedad Argentina de Botánica*, 47(1–2), 97–101.
- Campos, D., Noratto, G., Chirinos, R., Arbizu, C., Roca, W., & Cisneros-Zevallos, L. (2006). Effect of phytate and storage conditions on the development of the ‘hard-to-cook.’ *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(February), 1481–1488. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jsfa.2529>
- Chirinos, R., Campos, D., Warnier, M., Pedreschi, R., Rees, J. F., & Larondelle, Y. (2008). Antioxidant properties of mashua (*Tropaeolum tuberosum*) phenolic extracts against oxidative damage using biological in vitro assays. *Food Chemistry*, 111(1), 98–105. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.038>
- CIP. (2013). *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav. Colección de germoplasma de mashua conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP) (Primera Ed). Centro Internacional de la Papa. [shorturl.at/nIOV0](http://shorturl.at/nIOV0)
- Dilas-Jiménez, J. O., & Ascurra-Toro, D. (2020). Agroecología: Una alternativa sostenible para la pequeña agricultura en un escenario post COVID19. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica Llamkasun*, 1(2). <http://llamkasun.unat.edu.pe/index.php/revista/article/view/9>
- Dilas-Jiménez, J. O., & Mugruza-Vassallo, C. (2020). Instalación De Fincas Cafetaleras En Sistema Agroforestal Para Recuperación Y Sostenibilidad De Suelos Degradados De Selva Alta. *Revista de Investigación En Agroproducción Sustentable*, 4(1). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.25127/ap.s.20201.534>
- Fernandez, J. (1973). Sobre la dispersion meridional de *tropaeolum tuberosum* r. *Boletín de La Sociedad Argentina de Botánica*, 15(Enero), 106–112. <https://botanicaargentina.org.ar/wp-content/uploads/2018/09/106-112011.pdf>
- Fiorella Ramón. (2017). Efecto del estrés abiótico post-cosecha en las características físico-químicas y de algunos metabolitos de mashua morafda (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/>

- handle/UNALM/3009/Q04-R356-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Forero, S. E. A., Gambasica, N. V. P., & Mojica, I. P. (2012). Andean tuber production system in Boyacá, Colombia. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 9(69), 257–273.
- González, S., Terrazas, J., García, W., & Ramos, J. (2003). PRODUCCIÓN DE OCA ( *Oxalis tuberosa* ), PAPALISA ( *Ullucus tuberosus* ) E ISAÑO ( *Tropaeolum tuberosum* ): Importancia , zonas productoras , manejo y limitantes. [shorturl.at/iAYZ3](http://shorturl.at/iAYZ3)
- INEI. (2020). Mapa de pobreza monetaria provincial y distrital 2018. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1718/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1718/Libro.pdf)
- King, S. R., & Gershoff, S. N. (1987). Nutritional evaluation of three underexploited andean tubers: *Oxalis tuberosa* (Oxalidaceae), *Ullucus tuberosus* (Basellaceae), and *Tropaeolum tuberosum* (Tropaeolaceae). *Economic Botany*, 41(4), 503–511. <https://doi.org/10.1007/BF02908144>
- Migliorini, P., & Wezel, A. (2017). Converging and diverging principles and practices of organic agriculture regulations and agroecology. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(6). <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0472-4>
- MINAGRI. (2016a). Anuario Estadístico de Producción Agrícola 2015. <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=produccion-agricola>
- MINAGRI. (2016b). Un enfoque sostenible en el VRAEM. <https://www.agroideas.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/PUBLICACIONES-VRAEM.pdf>
- MINAGRI. (2017). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera 2016. [http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario-agricola-ganadera2016\\_210917.pdf](http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario-agricola-ganadera2016_210917.pdf)
- MINAGRI. (2018). Anuario Estadístico de Producción Agrícola 2017. [http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario-produccion-agricola-2017\\_171218.pdf](http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario-produccion-agricola-2017_171218.pdf)
- MINAGRI. (2019). Anuario de Producción Agrícola 2018. <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=noticias/anuario-de-produccion-agricola-2018>
- MINAGRI. (2020). Anuario Estadístico de Producción Agrícola 2019. <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=noticias/anuario-estadistico-de-produccion-agricola>
- Pacheco, E. S. (2015). Caracterización morfológica y molecular de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) de los departamentos de Cusco y Cajamarca [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2095/F30-P3234-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pastor, S., Fuentealba, B., & Ruiz, M. (2006). Cultivos Subutilizados en el Perú: Análisis de las Políticas Públicas Relativas a su Conservación y Uso Sostenible. Asociación



- Civil Pro Uso DIVERSITAS-PRODU y Sociedad Peruana de Derecho Ambiental-SPDA.
- PNUD. (2020). Objetivos de Desarrollo Sostenible: Metas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- PopulationCity. (2020). Mundo población 1800-2100. Population.City. <http://poblacion.population.city/world/>
- Quispe, C., Mansilla, R., Chacón, A., & Blas, R. (2015). ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DEL “AÑU” *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón PROCEDENTE DE NUEVE DISTRITOS DE LA REGIÓN CUSCO. *Ecología Aplicada*, 14(1–2), 211. <https://doi.org/10.21704/rea.v14i1-2.97>
- SUNEDU. (2020). Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI. [http://renati.sunedu.gob.pe/simple-search?location=&query=Mashua&rpp=100&sort\\_by=dc.date.issued\\_dt&order=DESC&etal=0&submit\\_search=Actualizar](http://renati.sunedu.gob.pe/simple-search?location=&query=Mashua&rpp=100&sort_by=dc.date.issued_dt&order=DESC&etal=0&submit_search=Actualizar)
- Tuiran, L. (2017). Caracterización fisicoquímica, funcional, reológica y composicional de la harina precocida de cubio (*Tropaeolum tuberosum* R&P) cultivado en diferentes fuentes de fertilización. 1, 26–31.
- Valdivia, G., Devaux, A., Gonzáles, S., Herbas, J., & Hijmans, R. J. (2016). Desarrollo y Producción de Oca (*Oxalis tuberosa*) e Isaño (*Tropaeolum tuberosum*) Bajo Dos Niveles de Fertilización. *Revista Latinoamericana de La Papa*, 11(1), 121–135. <https://doi.org/10.37066/ralap.v11i1.99>
- Velásquez-Barreto, F., & Velezmoro, C. (2018). Rheological and viscoelastic properties of Andean tubers starches. *Scientia Agropecuaria*, 9(2), 189–197. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.02.03>

**CORRESPONDENCIA:**

Mg. Josué Otoniel Dilas-Jiménez  
jdilas@unat.edu.pe

