



## Oca (*Oxalis tuberosa*): Propiedades nutritivas y funcionales. Contenido de oxalato y su influencia en el humano

Oca (*Oxalis tuberosa*): Nutritive and functional properties. Oxalate content and its influence on humans

Elizabeth Dionicio-Varas<sup>1</sup>; Elthon Boñon-Rocha<sup>1</sup>; Nahomi Llontop-Ayasta<sup>1</sup>;  
Julio César Rojas-Naccha<sup>2\*</sup>; Víctor Javier Vásquez-Villalobos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n, Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias Agroindustriales, Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n, Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

ORCID de los autores

E. Dionicio-Varas: <https://orcid.org/0009-0005-0983-7303>

E. Boñon-Rocha: <https://orcid.org/0000-0003-4510-9731>

N. Llontop-Ayasta: <https://orcid.org/0000-0002-9452-0343>

J. C. Rojas-Naccha: <https://orcid.org/0000-0002-9121-8923>

V. J. Vásquez-Villalobos: <https://orcid.org/0000-0002-9625-8385>

### RESUMEN

*Oxalis tuberosa*, comúnmente llamada oca, se ha cultivado desde hace muchos años en los Andes y actualmente presenta una amplia diversidad de variedades. Estudios recientes sobre este tubérculo han demostrado que aporta beneficios significativos para la salud debido a sus propiedades nutritivas y funcionales. La oca contiene minerales como el calcio, fósforo y hierro; vitamina A; vitaminas del complejo B (B1, B2, B3); y vitamina C. Además, presenta compuestos fenólicos activos, entre los que destacan los flavonoides, como los flavan-3-ol. También contiene sustancias bioactivas individuales, como cianidina, malvidina, delphinidina, kaempferol y quercetina. Este artículo ofrece una visión general de sus componentes nutricionales y funcionales, resume la función de sus principales metabolitos con efecto en la prevención de enfermedades crónicas en el ser humano, y analiza el contenido de oxalatos solubles, señalando su influencia negativa en la salud humana.

**Palabras clave:** *Oxalis tuberosa*; metabolitos; delphinidina; malvidina; oxalatos.

### ABSTRACT

*Oxalis tuberosa*, commonly called oca, has been cultivated for many years in the Andes and currently boasts a wide variety of cultivars. Recent studies on this tuber have demonstrated that it provides significant health benefits due to its nutritional and functional properties. Oca contains minerals such as calcium, phosphorus, and iron; vitamin A; B vitamins (B1, B2, B3); and vitamin C. It also contains active phenolic compounds, notably flavonoids such as flavan-3-ol. Additionally, it contains individual bioactive substances, including cyanidin, malvidin, delphinidin, kaempferol, and quercetin. This article provides an overview of its nutritional and functional components, summarizes the role of its main metabolites in the prevention of chronic diseases in humans, and analyzes its soluble oxalate content, highlighting its negative impact on human health.

**Keywords:** Tuberous oxalis; metabolites; delphinidin; malvidin; oxalates.

Received: 3 October 2025

Received in revised form: 10 December 2025

Accepted: 26 December 2025 | Published: 5 January 2026

\* Corresponding author: [jrojasna@unitru.edu.pe](mailto:jrojasna@unitru.edu.pe) (J. C. Rojas-Naccha)

DOI: <http://doi.org/10.17268/agroind.sci.2026.01.16>

## 1. Introducción

En las regiones andinas, la seguridad alimentaria es un desafío vinculado al cambio climático, la pérdida de la biodiversidad agrícola y la dependencia de pocos cultivos comerciales. En este contexto, la revalorización de especies nativas que no se usan lo suficiente se vuelve estratégica. Entre ellas, *Oxalis tuberosa*, conocida comúnmente como oca, oqa, apilla, uncha, ibia o cuiba, destaca por su potencial nutricional y su capacidad de adaptarse a suelos de altura y condiciones climáticas adversas (Campos et al., 2018; Chuquilin et al., 2021). No obstante, a pesar de su importancia agronómica e histórica, la información científica acerca de sus propiedades funcionales, el contenido de antinutrientes (como los oxalatos), así como la composición nutricional detallada, continúa siendo escasa. Esto limita su uso en la industria agrícola y su inclusión en tácticas para garantizar seguridad alimentaria y nutricional (Dimas-López et al., 2023; Morillo et al., 2019).

Giovanni Ignacio Molina fue el primero en describir a *Oxalis tuberosa* en términos botánicos, lo que explica su nombre científico: *Oxalis tuberosa* Molina (Alfredo et al., 2025; Gunckel, 2020). Este tubérculo comestible es parte de la familia *Oxalidaceae*, que contiene entre seis y ocho géneros y alrededor de 770 especies; cerca de 700 pertenecen al género *Oxalis*. Es un tipo de cultivo que se remonta a la época prehispánica, cuando fue uno de los alimentos básicos antes del crecimiento del maíz (Benítez et al., 2017), y que se ha consumido en Perú, Ecuador y Bolivia. Su cultivo se propaga por la zona andina, desde Argentina hasta Venezuela, a una altitud de entre 2800 y 4000 metros sobre el nivel del mar. Le va bien en terrenos un poco ácidos (pH 5,3 - 7,8) y con temperaturas ideales de entre 7 y 10 °C; sin embargo, si las temperaturas superan los 28 °C, puede resultar perjudicial (Gualoto, 2021; Sanchez-Portillo et al., 2023). Para garantizar un desarrollo apropiado, su siembra normalmente se lleva a cabo entre octubre y abril. En cuanto a la productividad, se estima que es el segundo tubérculo cultivado en la zona andina después de la papa, con una producción que oscila entre 6 y 12 t/ha (Surco, 2004). La producción de oca en Perú es de cerca de 116 toneladas, con unos 20 mil hectáreas cultivadas y rendimientos que rondan las 8 toneladas por hectárea (Santivañez, 2019). Además, en Nueva Zelanda y México se cultiva, con un consumo local significativo (Biondi, 2006; Liu et al., 2018) y una producción que va de las 20 a las 40 toneladas por hectárea. Es

importante mencionar que los esfuerzos para cultivar esto en Europa no tuvieron éxito (Castañeta et al., 2022).

Los tubérculos tienen una diversidad fenotípica destacable, con unas doce tonalidades que van desde el blanco hasta el púrpura grisáceo, así como formas ovoides, cilíndricas o claviformes (Acurio et al., 2024; Ordóñez, 2022). Su composición nutricional es similar a la de la papa, ya que proporciona carbohidratos, fibra, calcio, hierro y vitaminas A y C; además, tiene bajo contenido de proteínas y grasas y un valor energético entre 20 y 60 kcal/100 g (Chirinos et al., 2009; Gualoto, 2021). La ocatina, que constituye entre el 40% y el 60% de las proteínas solubles, es una proteína destacada que juega un papel defensivo contra los patógenos (Chuquilin et al., 2021; Morillo et al., 2019). De igual manera, tiene compuestos bioactivos que son interesantes, como antocianinas y polifenoles, que se encuentran en la cáscara y en la pulpa (Dimas-López et al., 2023). Tiene ácido oxálico, que le da un sabor amargo y puede hacer más difícil la absorción de calcio, aunque, es soluble en agua y se puede disminuir a través del remojo o la cocción (Gualoto, 2021; Sangketkit et al., 2001).

El estudio de las propiedades nutricionales y funcionales, así como la variabilidad genética de *Oxalis tuberosa*, sigue siendo insuficiente, a pesar de su gran potencial en el ámbito agronómico, alimentario y nutraceutico. La caracterización integral se complica debido a la heterogeneidad de sus genotipos y a su gran diversidad molecular, lo que se muestra en su coeficiente de diferenciación genética (Morillo et al., 2019). En específico, las poblaciones de Perú han mostrado las distancias genéticas más grandes en comparación con las de Bolivia, Argentina y Chile (Neyra et al., 2021). Esta falta de conocimiento restringe las oportunidades de perfeccionar su uso en programas de mejoramiento genético, su valorización comercial y su integración a la agroindustria como un recurso para compuestos funcionales. En Perú existen más de 50 variedades de oca, donde resaltan la variedad amarilla, negra, gris, morada, roja, líneas rojas, líneas moradas, amarillo-morado, entre otras (Figura 1, Cotrina, 2022).

Por lo tanto, el propósito de esta revisión es organizar y discutir la información científica existente sobre las propiedades nutricionales y funcionales de *Oxalis tuberosa*, así como su contenido en oxalatos y su influencia en el ser humano. En base a esta información encontrar vacíos en el conocimiento que sean motivo de estudios futuros.



**Figura 1.** Variedades representativas de la oca: (A) negra, (B) amarilla, (C) con líneas rojas, (D) con líneas moradas, y (E) amarillo morado (Adaptado de Cotrina, 2022).

**Figure 1.** Representative varieties of oca: (A) black, (B) yellow, (C) with red lines, (D) with purple lines, and (E) yellow purple (Adapted from Cotrina, 2022).

## 2. Propiedades nutricionales

Es una fuente de proteína versátil y nutritiva, que ofrece los mismos o más nutrientes que la papa. El contenido de proteína de la oca puede variar, con ciertos tipos que contienen más proteína que otros. En promedio, la oca contiene 0,83% de proteínas; sin embargo, la oca deshidratada puede alcanzar hasta el 11% de proteínas (Gualoto, 2021).

En la Tabla 1 se registra que el porcentaje de proteínas de acuerdo con diversos autores varía, siendo Oré (2015), quien registra el mayor porcentaje de proteínas en oca entera con 1,43%, y Reyes et al. (2017), el menor porcentaje con 0,7%. A pesar de que ambos autores realizaron la misma metodología para encontrar la cantidad de proteínas en oca, el valor no resultó ser el mismo, reafirmando que este contenido va a depender de la variedad, condiciones de cultivo y de las condiciones ambientales.

Dentro de las proteínas se encuentran los aminoácidos, que son compuestos básicos y esenciales que contribuyen a la salud y el bienestar (Ha & Bhagavan, 2023). Flores et al. (2002) encontraron que los aminoácidos presentes en la oca con altas concentraciones en comparación con la papa son valina, treonina, tirosina, glutamina, glicina y alanina. Según

Gualoto (2021), las proteínas que contienen todos los aminoácidos esenciales en las cantidades adecuadas son consideradas de alta calidad. También indica que los principales aminoácidos presentes en el tubérculo de la oca son isoleucina (73,21 mg/g proteína), treonina (74,70 mg/g proteína), y valina (72,00 mg/g proteína). Sin embargo, Lozada et al. (2021), en su investigación descubrió que tanto la valina como el triptófano eran los únicos aminoácidos esenciales limitantes en el tubérculo, lo que indica que impide el correcto funcionamiento de los demás aminoácidos esenciales, por lo que el consumo de la oca debe estar asociado a una dieta balanceada.

Por otro lado, el contenido de grasas que se registra es bajo. Eso se debe posiblemente a que este tubérculo crece en condiciones de frío y de alta altitud, con una distribución mayor entre los 3000 y 3900 m.s.n.m. (Núñez, 2015). Sin embargo, esta condición no tiene repercusiones en el contenido de carbohidratos, puesto que, a grandes altitudes, este tubérculo almacena más carbohidratos. Siendo Reyes et al. (2017) quienes reportan una oca proveniente de una zona más alta. Debido a eso, su porcentaje de carbohidratos, en comparación de los demás autores en la Tabla 1, es la mayor con 15,60%.

**Tabla 1**  
Composición química de la oca (100 gramos de peso húmedo)

**Table 1**  
Chemical composition of oca (100 grams wet weight)

Componente	Collazos et al. (2014)	Oré (2015)	Reyes et al. (2017)	Promedio y desviación estándar	Coefficiente de variación (%)
Humedad (%)	84,10	81,92	83,00	83,01 ± 1,09	1,31
Proteína (%)	1,10	1,43	0,70	1,08 ± 0,37	33,95
Grasa (%)	0,80	0,09	0,00	0,30 ± 0,44	147,71
Cenizas (%)	0,80	2,01	0,90	1,24 ± 0,67	54,31
Fibra (%)	1,00	1,23	2,40	1,54 ± 0,75	48,65
Carbohidratos (%)	13,10	13,32	15,60	14,01 ± 1,38	9,88
Energía (kcal)	62,00	59,45	53,00	58,15 ± 4,64	7,98



Otros componentes de alto valor en la oca son la cantidad de agua y fibra. El alto contenido de humedad en la oca se relaciona con el hecho de que este tubérculo es un órgano de almacenamiento subterráneo que requiere de agua para crecer y desarrollarse. Así también, su contenido elevado de fibra se atribuye a los componentes de la pared celular presentes en los tubérculos, que contribuyen a su integridad estructural y le proporcionan fibra dietética cuando es consumida (Viana et al., 2020). Este alto valor también podría estar relacionado a su maduración, puesto que, para un tubérculo tierno, el contenido de humedad es mayor en comparación a un tubérculo maduro y el contenido de fibra varía con el grado de maduración (Girma et al., 2017). Para los autores Collazos et al. (2014), Oré (2015) y Reyes et al. (2017), tanto el porcentaje de humedad como fibra presentan valores comunes con un poco variación entre ellos, lo cual está influenciado por las condiciones de cultivo y ambiente.

Con respecto a su aporte energético, la oca presenta un alto valor. Los autores investigados registran un promedio entre los 53 – 62 kcal/100g. Cabe resaltar que ese valor se debe a las concentraciones de carbohidratos, proteínas, fibra y grasas. Sin embargo, si comparamos el aporte energético de la oca frente a diversos tubérculos reportados en tablas peruanas que reportan su composición (Reyes et al., 2017), las que muestran que no se ubican dentro de aquellas con un alto aporte energético.

Asimismo, la oca es rica en oligoelementos como calcio, fósforo, hierro entre otros, los cuales cumplen funciones esenciales en el cuerpo humano para el funcionamiento normal de muchas funciones corporales. El principal mineral presente en el tubérculo de la oca, proporcionado en la Tabla 2, es el fósforo, con 30,8 mg x 100 g en peso húmedo encontrándose en mayor cantidad, seguido del calcio con 18,81 mg x 100 g en peso húmedo y, por último, hierro con 5,24 mg x 100 g en peso húmedo, considerando que las necesidades diarias promedio de hierro varían

entre 6,6 mg y 14,9 mg en infantes de 3,0 a 5,9 meses y niñas de 10,0 a 14,9 años de edad (Herbert, 1987).

Sin embargo, dentro de estos minerales estudiados el más abundante dentro de nuestro organismo es el calcio, cumpliendo funciones relevantes en la formación del esqueleto y los dientes (Martínez, 2016), el cual se encuentra implicado en diversos procesos biológicos en los que se le requiere a niveles constantes (Theobald, 2005). Su metabolismo se encuentra relacionado con su absorción y excreción, de tal manera que su ingesta es recomendada de acuerdo con las edades, a consecuencia de las diversas necesidades de este mineral en las diferentes etapas de la vida (Carral et al., 2000). Uno de los factores limitantes de su absorción es la inadecuada relación de Calcio: Fósforo (Ca:P), siendo la conveniente de 2:1 (Fernández et al., 2011). Los resultados extraídos de la Tabla 2 indican que esta relación entre los minerales no es la adecuada lo cual podría generar una mala absorción de calcio con aprovechamiento ineficiente, por lo que sería recomendable consumir el tubérculo acompañado con un alimento o sustancia que aporte calcio para igualar o revertir esta relación. Iskra et al. (2013), indican que un complemento adecuado sería el magnesio, debido a que contribuye en la absorción de calcio en los huesos y regulariza la entrada de calcio en las células, además comentan que, si las concentraciones de este mineral no son las adecuadas, el cuerpo no puede ser capaz de aprovechar el calcio y fósforo. La presencia de estos minerales en el tubérculo suele ser proporcionados y dependientes de la variedad; sin embargo, estos no son los únicos minerales en la oca. León et al. (2011) y Castañeda (2023) encontraron Zinc en proporciones distintas de 1,79 mg y 1,80 mg. No obstante, es adecuado rescatar que este tubérculo también cuenta con proporciones a nivel traza de boro, cobre, manganeso, aluminio, sodio, silicio, cobalto, cadmio, níquel, cromo y estroncio (Castañeda, 2023).

**Tabla 2**

Principales minerales presentes en la oca (100 gramos de peso húmedo)

**Table 2**

Main minerals present in the oca (100 grams of wet weight)

Mineral	León et al. (2011)	Benítez et al. (2017)	Castañeda (2023)	Promedio y desviación estándar	Coefficiente de variación (%)
Calcio (mg/100 g)	17,18	22	17,25	18,81 ± 2,76	14,69
Fósforo (mg/100 g)	28,20	36	28,20	30,8 ± 4,50	14,62
Hierro (mg/ 100 g)	12,53	1,6	1,6	5,24 ± 6,31	120,35

En cuanto a las vitaminas presentes en la oca, la mayor presencia que se encuentra son las vitaminas del grupo B y C. En particular, este tubérculo contiene cantidades significativas de vitamina B1 (tiamina), vitamina B2 (riboflavina), vitamina B3 (niacina) y vitamina B12. En la Tabla 3 se registra el promedio de vitamina B1 y vitamina B3 que encontraron los autores, siendo 0,04 mg (tiamina) y 0,61 mg (niacina). Estos resultados indican la cantidad significativa del grupo B en la oca; sin embargo, en cuanto a la vitamina B2, los autores León et al. (2011) y Benítez et al. (2017) presentaron resultados altos en comparación con Reyes et al. (2017), una de las posibles causas es que estos dos autores emplearon ocas con cáscara para su evaluación, mientras que el autor con proporción baja de vitamina B2 no, como bien resalta Sánchez (2022) la cáscara de este tubérculo es una fuente rica de vitaminas, lo que involucraría que al hacer análisis en una oca con cáscara la presencia de vitaminas es mayor que en una oca sin cáscara. Por otro lado, León et al. (2011) encontró vitamina B12 (0,91 mg) y Alvarez (2010) vitamina B6 (0,19 mg) en el tubérculo.

La oca también es una buena fuente de vitamina C, que es un poderoso antioxidante que ayuda a proteger el cuerpo del daño celular. Investigaciones analizadas comprueban la presencia de esta vitamina en cantidades mayoritarias en comparación con las vitaminas del grupo B, indicando que son las vitaminas con mayor relevancia en la oca. Los autores León et al. (2011) registran el mayor valor de vitamina C en la oca con 39,68 mg en la Tabla 3, mientras que Reyes et al. (2017) registraron el menor valor con 23,92 mg. Pese a ser valores un poco alejados, son altos en comparación con otros tubérculos. También, Oré (2015) identificó la cantidad de vitamina C en oca fresca (38,4 mg) y en oca expuesta al sol (33 mg) con valores diferentes.

Eso se debe a que la vitamina C es una vitamina hidrosoluble. Cuando la oca es expuesta a la luz solar, la vitamina C se puede oxidar y degradar debido a que la luz solar rompe los enlaces químicos que mantienen unida a la vitamina C.

Otras de las vitaminas presentes en el tubérculo de la oca es la vitamina A (retinol, ácido retinoico), que se encuentra en proporciones menores a las otras vitaminas según lo expuesto en la Tabla 3. Los valores registrados se encuentran entre 0 UI a 1,26 UI. Así también este tubérculo contiene vitamina K y E (Gualoto, 2021).

### Propiedades funcionales

La oca es un tubérculo que, en estado fresco, contiene compuestos activos importantes. Dentro de esos compuestos activos se encuentran los compuestos fenólicos, sustancias naturales que, en los últimos años, se ha demostrado que poseen propiedades antioxidantes, lo que ha despertado el interés de las industrias alimentarias, farmacéuticas, de la salud y cosmética.

Para identificar los principales beneficios que proporciona este tubérculo, se identificó los principales metabolitos secundarios útiles en términos de sus propiedades medicinales, alimenticias y estructurales. Al respecto Chirinos et al. (2009) identificaron fenoles no antocianinos presentes en tubérculos de oca que pertenecieron a las familias de los ácidos cinámico y benzoico, flavan-3-ol, flavonas y flavanonas. Sus cantidades totales variaron entre 1,23 y 2,11; 13,82 a 16,25; 1,44 a 2,24; y 0,21 a 0,68 mg/100 g de peso fresco, respectivamente. Así también, Mollinedo & Peñarrieta (2015) encontraron altos valores de flavonoides, ácido gálico, y como compuestos individuales identificaron cianidina (287 g/mol), malvidina (331 g/mol), delphinifina (338 g/mol), kaempferol (283 g/mol) y quercetina (302 g/mol) en oca.

**Tabla 3**  
Vitaminas presentes en la oca (100 gramos de peso húmedo)

**Table 3**  
Vitamins present in oca (100 grams wet weight)

Vitamina	León et al. (2011)	Benítez et al. (2017)	Reyes et al. (2017)	Promedio y desviación estándar	Coefficiente de variación (%)
Vitamina A (UI/100 g)	0,99	1,26	0	0,75 ± 0,66	88,45
Vitamina B1 (mg/100 g)	0,05	0,05	0,01	0,04 ± 0,02	62,98
Vitamina B2 (mg/100 g)	0,94	0,13	0,06	0,38 ± 0,49	129,85
Vitamina B3 (mg/100 g)	1,09	0,43	0,61	0,71 ± 0,34	48,05
Vitamina C (mg/100 g)	39,68	38,40	23,92	34 ± 8,75	25,74

1UI vitamina A = 0,3 µg (0,003 mg) de vitamina A.

Dentro de los principales compuestos, destacan los flavonoides, compuestos polifenólicos que se encuentran en los alimentos y que, debido a su complejidad estructural, se han subclasificado. Así, en la oca se encuentra a los siguientes subcompuestos: flavan-3-ol, flavonas y flavanonas. De los cuales, la subclase que ha sido más estudiada es los flavan-3-ol, por su impacto que tiene frente a las enfermedades cardiovasculares (ECV) y la diabetes. Raman et al. (2018) indicaron que la influencia de los flavan-3-ol en el cuerpo humano va a depender de las fuentes de donde provengan, ya que varían en relación tanto a la biodisponibilidad como la bioactividad. También resaltaron el valor de la ingesta de flavan-3-ol y los resultados frente a enfermedades cardiovasculares como síndrome coronario agudo, fibrilación auricular, insuficiencia cardíaca, entre otros, y también enfermedades como la diabetes, resistencia a la insulina. Crowe-White et al. (2022), tras una recopilación de investigaciones, recomiendan que el consumo de este compuesto debe de ser de 400-600 mg/día, puesto que estas cantidades pueden reducir el riesgo asociado a enfermedades cardiovasculares y diabetes. Además, indican que su consumo en una dieta balanceada puede ayudar a mejorar la presión arterial, concentraciones de colesterol y azúcar en sangre.

Con respecto a los compuestos individuales, Li et al. (2020), en sus investigaciones, reflejan que el compuesto de cianidina ayuda a combatir enfermedades de hígado graso mejorando el flujo autofágico, aumentando la expresión de PINK1/Parkin y la localización mitocondrial, para que posteriormente induzca la mitofagia para degradar las mitocondrias dañadas. Cremonini et al. (2022) señalan que el consumo de cianidina y delfinidina, por medio de dieta o suplementos, es considerada como una estrategia para controlar los efectos adversos de las dietas comunes en occidente, incluidas el sobrepeso, la obesidad y la diabetes de tipo 2. Otro de los beneficios de la cianidina lo ha demostrado Saclier et al. (2020), indicando que el consumo de este compuesto retrasa fuertemente la progresión de las distrofias musculares, preparando el camino para un enfoque combinado donde la disminución de la inflamación muscular y el estrés oxidativo mediante la nutrición beneficie el éxito de los tratamientos definitivos. Por otro lado, Sharma et al. (2021) revisaron las implicaciones preclínicas e in vitro respecto a la protección celular mediada por delfinidina y la prevención del cáncer. Sus resultados mostraron que este compuesto y sus glucósidos constituyen una medida quimiopreventiva prometedora en los cánceres de próstata, mama y

ovario, del mismo modo que en el cáncer de pulmón, colorrectal, piel, hígado y otros tipos de cáncer. Además, resaltaron que la protección contra el cáncer parece derivar de sus interacciones con otras antocianidinas, la hidrólisis y la transformación en ácido gálico, junto con otros productos. Así también, Dong-Yeong et al. (2018), en su estudio para determinar si la delfinidina actúa como citoprotectora o citotóxica en células de osteosarcoma, los investigadores descubrieron que este compuesto exhibió citotoxicidad dependiente de la concentración en las células de osteosarcoma. Además, observaron la formación de autofagosomas inducida por la delfinidina, llegando a la conclusión de que esta antocianidina podría desempeñar un papel crucial como agente quimioterapéutico al prevenir el desarrollo y la progresión de las células de osteosarcoma.

El compuesto de malvidina es una de las antocianidinas más conocidas. Para Merecz-Sadowska et al. (2023), la malvidina y sus glucósidos exhiben propiedades anticancerígenas, controlan la diabetes, previene enfermedades cardiovasculares y mejoran la función cerebral. Señalan que estos beneficios se atribuyen a sus efectos antioxidantes y antiinflamatorios, los cuales están vinculados a los mecanismos moleculares que afectan la expresión y modulación de genes críticos. Ma et al. (2020) indican que la malvidina sirve como un potencial nutraceutico beneficioso para la salud del hígado, induciendo la apoptosis de las células estrelladas hepáticas activadas. Así también, Fagundes et al. (2021), en su estudio acerca del potencial de la antocianidina malvidina para prevenir y tratar úlceras pépticas en modelos de ratón con úlcera gástrica inducida por etanol, observaron que la malvidina evitó la formación de úlceras en el estómago y el duodeno. Este efecto protector se atribuyó a significativos efectos antiinflamatorios y antioxidantes en el tracto gastrointestinal, los cuales estaban vinculados con la modulación de la expresión genética y un aumento en los mecanismos de defensa endógenos. Mientras que Gilani et al. (2022) estudiaron las propiedades de la malvidina como una posible terapia para la toxicidad neuronal, y sus hallazgos señalaron que la malvidina exhibe actividad antioxidante al inhibir la acetilcolinesterasa y regular el estrés oxidativo en las células neuronales. En consecuencia, sugirieron que la malvidina podría representar un fármaco prometedor para abordar la enfermedad de Alzheimer.

Otro de los compuestos individuales encontrados en la oca es el flavonoide kaempferol, utilizado por las plantas para estimular y regular su crecimiento con

finés de defensa. Además, en los últimos años tuvo un creciente interés en la investigación por su potencial anticancerígeno que posee (Periferakis et al., 2022). Felice et al. (2022) señalan que el kaempferol posee beneficios para la cura de enfermedades como hepatocarcinoma, cáncer colorrectal y cáncer de mama. Así también, Wong et al. (2019), en su estudio de los efectos osteoprotectores del kaempferol, evidenciaron que este compuesto posee propiedades beneficiosas para el sistema esquelético, lo que lo convierte en un posible agente eficaz para prevenir y tratar la osteoporosis. Esto se debe a que el kaempferol ha demostrado efectos protectores sobre los huesos al inhibir la formación de tejido adiposo en ellos, reducir la inflamación, contrarrestar el estrés oxidativo, prevenir la autofagia osteoclástica y la apoptosis osteoblástica, al mismo tiempo que activa la autofagia en las células osteoblásticas. De Moraes et al. (2024) llevaron a cabo una revisión de información acerca del potencial anticancerígeno del kaempferol y descubrieron que la ingesta de alimentos ricos en este compuesto se ha asociado con una reducción en la probabilidad de desarrollar

ciertos tipos de cáncer, como los de piel, hígado y colon.

El último componente individual que se encuentra presente en oca es quercitina, compuesto flavonoide que cuenta con mecanismos antioxidantes, propiedades antibacterianas y antiparasitarias. Yang et al. (2020), en su investigación, reflejan que la quercitina ejerce actividades antioxidantes en el cuerpo, lo que le permite mejor las funciones físicas y reducir las reacciones de estrés. Además, indican que este compuesto contiene potentes efectos antiinflamatorios y antitumorales, así como propiedades antimicrobianas que pueden ser útiles para enfermedades bacterianas infecciosas, lo que reduce el uso de antibióticos. Cui et al. (2022) señalan que la quercitina fue identificada como un inhibidor de la ferroptosis para aliviar la lesión renal aguda. Además, destacan el papel de este compuesto para prevenir enfermedades relacionadas con el envejecimiento mediante el estrés oxidativo y el alivio a la inflamación. Una síntesis de los principales compuestos de la oca y su efecto benéfico para la salud humana se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4**

Principales compuestos activos de la oca

**Table 4**

Main active compounds of oca

Compuestos	Propiedad	Fuente
Flavan-3-ol	Reducción del riesgo de enfermedades.	Raman et al.(2018) Crowe-White et al.(2022)
Cianidina	Combate enfermedad del hígado graso. Reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares y diabetes. Retraso de la progresión de la distrofia muscular.	Li et al.(2020) Crowe-White et al.(2022) Saclier et al.(2020)
Delfinidina	Prevención del sobrepeso y de la obesidad. Prevención de varios tipos de cáncer: próstata, mama, ovario, pulmón, colorrectal, piel, hígado. Prevención del desarrollo y progresión de las células del osteosarcoma.	Cremonini et al.(2022) Sharma et al.(2021) Dong-yeong et al.(2018)
Malvidina	Propiedad anticancerígena, control de la diabetes, prevención de enfermedades cardiovasculares, mejoramiento de la función cerebral. Potencial nutraceutico en beneficio de la salud del hígado. Prevención y tratamiento de úlceras en estómago y duodeno. Acción terapéutica en la toxicidad neuronal (regulación del estrés oxidativo en neuronas), posibilidad de ser usado en tratamiento del Alzheimer.	Merecz-Sadowska et al.(2023) Ma et al.(2020) Fagundes et al.(2021) Gilani et al.(2022)
Kaempferol	Potencial anticancerígeno. Tratamiento de hepatocarcinoma, cáncer colorrectal y cáncer de mama. Prevención y tratamiento de la osteoporosis.	Periferakis et al.(2022) De Moraes et al.(2024) Felice et al.(2022) Wong et al.(2019)
Quercitina	Actividad antioxidante, antiinflamatoria, antitumoral y antimicrobiana. Inhibición de la ferroptosis para alivio de la lesión renal aguda.	Yang et al.(2020) Cui et al.(2022)



### Oxalatos en oca

El oxalato es un elemento presente en muchos alimentos de origen vegetal y se encuentra en dos formas diferentes: soluble e insoluble. Los oxalatos solubles son considerados antinutrientes en las plantas, ya que inhiben la absorción de minerales como el calcio, magnesio y algunos oligoelementos como el hierro. La presencia elevada de este compuesto en la corriente sanguínea puede desencadenar graves condiciones como hipocalcemia e hipomagnesemia. Cuando las concentraciones de sales de oxalato son altas en la sangre, los riñones filtran estas sustancias y forman cristales insolubles de oxalato, lo que puede llevar a problemas renales, incluyendo la insuficiencia renal. A diferencia de los oxalatos solubles, que causan nefrosis, los oxalatos insolubles no se absorben y causan irritación del tracto gastrointestinal (Riet-Correa et al., 2023). Es importante conocer que en los tubérculos el oxalato se encuentra presente de forma soluble. En el caso de la oca, Albiñ & Savage (2001) indican que, al contener oxalatos solubles, se puede colocar en el grupo de alimentos de alto riesgo para personas predispuestas a la formación de cálculos renales. El contenido de este compuesto depende de la variedad, puesto que las ocas consideradas amargas han demostrado ser las que contienen mayor cantidad de oxalato. Los niveles de oxalatos en oca varían de 80 a 220 mg de oxalato soluble/100 g de peso fresco con concentraciones de hasta 500  $\mu\text{gkg}^{-1}$  (Savage et al., 2008).

El contenido de oxalato de los tubérculos de oca permanece estable al hervirlos o al vapor, pero aumenta al hornearlos debido a la pérdida de contenido de humedad de los tubérculos. Además, la distribución de oxalatos en oca es desigual debido a que este componente actúa como sistema de defensa en las plantas para protegerlas de los depredadores. Por lo tanto, es muy probable que la acumulación de oxalatos se concentre en la piel y no en el tejido interno del tubérculo (Sangketkit et al., 2001).

Sin embargo, a diferencia de otros alimentos como la espinaca, que contiene altos niveles de oxalato en sus hojas y es considerada como un alimento de alto riesgo (Albiñ & Savage, 2001), el tubérculo de la oca puede formar parte de una dieta mixta, debido a que no supone ningún problema para la salud.

Una manera de prevenir la formación de azúcares libres y reducir el contenido de oxalatos solubles en oca, es exponiéndola al sol por unos días antes de su consumo, debido a que la radiación solar

por encima de los 3000 m.s.n.m. es elevada y la humedad relativa del ambiente es baja, fomentando a la reducción de oxalatos solubles (Castañeta et al., 2022), de tal manera Campos et al. (2006) en su investigación descubrieron que la exposición al sol durante 8 días de este tubérculo provoca una disminución de más del 50% el contenido de oxalato. Asimismo, utilizando procesamiento de campo eléctrico pulsado se ha reducido el contenido de oxalato de los tubérculos de oca con retención de los granos de almidón, manteniendo la integridad estructural general de los tubérculos (Liu et al., 2018).

### Conclusiones y perspectivas

Este artículo de revisión proporciona una visión general del papel del tubérculo de la oca con relación a sus beneficios nutricionales y funcionales. La adaptabilidad a condiciones difíciles, como la altitud de los Andes, han convertido a la oca en una fuente valiosa de nutrientes esenciales. Además, presenta una amplia variedad de colores y formas, lo que contribuye a su atractivo visual y diversidad gastronómica. Aunque las propiedades nutricionales de la oca varían entre diferentes genotipos y zonas de cultivo, se destaca su contenido significativo de proteínas, carbohidratos, fibra, y minerales como fósforo, calcio, y hierro. Su riqueza en vitaminas del grupo B, vitamina C y vitamina A la convierte en un alimento de importancia nutricional.

En cuanto a las propiedades funcionales, la oca exhibe compuestos fenólicos como flavonoides, que poseen propiedades antioxidantes y potenciales beneficios para la salud cardiovascular y la prevención de enfermedades. Se ha identificado una variedad de compuestos individuales como cianidina, malvidina, kaempferol y quercetina que se asocian con propiedades anticancerígenas, antiinflamatorias y antioxidantes.

Aunque la oca contiene oxalatos, su forma soluble y su distribución desigual en el tubérculo no la convierten en un alimento de alto riesgo para la salud renal, permitiendo su inclusión en una dieta equilibrada. Asimismo, se propone investigar más a fondo los estudios de biodisponibilidad y ensayos clínicos de sus compuestos bioactivos, así como las estrategias para mejorar la genética y las prácticas agrícolas con el objetivo de aumentar la cantidad de nutrientes y disminuir los oxalatos. Estas investigaciones van a posibilitar que se expanda su uso en alimentos funcionales y que se facilite su inclusión en mercados de nutrición y salud especializados.



## Referencias bibliográficas

- Acurio, L., Salazar, D., Castillo, B., Santiana, C., Martínez-Monzó, J., & Igual, M. (2024). Characterization of Second-Generation Snacks Manufactured from Andean Tubers and Tuberous Root Flours. *Foods*, 13(1), 51. <https://doi.org/10.3390/foods13010051>
- Albihn, P. B. E., & Savage, G. P. (2001). The bioavailability of oxalate from oca (*Oxalis tuberosa*). *Journal of Urology*, 166(2), 420-422. [https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(05\)65956-3](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(05)65956-3)
- Alfredo, L.-M., Germán, C. M., & Manuel, S. T., Santiago. (2025). *Ibía-Oca (Oxalis tuberosa Molina): Caracterización y procesamiento en Colombia*. Ediciones Unisalle.
- Alvarez, M. J. (2010). *Aplicación de la tecnología de fritura para la obtención de chips de oca (Oxalis tuberosa, Mol) a diferentes temperaturas y tiempos, utilizando dos empaques a dos condiciones de almacenamiento*. Latacunga, EC: Universidad Técnica de Cotopaxi, Especialidad de Ingeniería Agroindustrial, 2010. 158 p.
- Benítez, L., Pagán, M., Martínez-Monzó, J., & García-Segovia, P. (2017). Propiedades funcionales de tubérculos nativos de la región andina de Chimborazo (Ecuador): Una revisión. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 22(4), 28-33.
- Biondi, J. A. (2006). *Análisis de la diversidad genética de la Colección de Oxalis tuberosa Molina "oca" mantenida en el Centro Internacional de la Papa, usando marcadores AFLP*. Universidad Ricardo Palma.
- Campos, D., Chirinos, R., Gálvez Ranilla, L., & Pedreschi, R. (2018). Bioactive Potential of Andean Fruits, Seeds, and Tubers. *Advances in Food and Nutrition Research*, 84, 287-343. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.12.005>
- Campos, D., Noratto, G., 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 & Pavón), Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) and ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(10), 1481-1488. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2529>
- Carra, F., Oliveira, G., & Aguilar, M. (2000). Homeostasis del calcio, fósforo y magnesio. *Med. integral (Ed. impr)*, 261-266.
- Castañeda, G. (2023). *Efecto de la radiación solar y la deshidratación en las propiedades fisicoquímicas y nutricionales de la oca (Oxalis tuberosa)*. Tesis de Maestría. Universidad Mayor de San Andrés.
- Castañeta, G., Castañeta, R., & Peñarrieta, J. M. (2022). Cambios Fisicoquímicos Por Exposición a La Radiación Solar En Tubérculos De Oxalis Tuberosa, "Oca" Cultivados En Bolivia. *Revista Boliviana de Química*, 39(2). <https://doi.org/10.34098/2078-3949.39.2.3>
- Chirinos, R., Betalleluz-Pallardel, I., Huamán, A., Arbizu, C., Pedreschi, R., & Campos, D. (2009). HPLC-DAD characterisation of phenolic compounds from Andean oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) tubers and their contribution to the antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 113(4), 1243-1251. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.015>
- Chuquilin, R. C., Laurente, M. M., & Chumbes, J. R. (2021). Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas): Una revisión. *PURIQ*, 2(3), 363-387.
- Collazos, C., White, P. L., White, H. S., Viñas, E., Alvistur, E., Urquieta, R., Vásquez, J., Díaz, C., Quiróz, A., Roca, A., Hegsted, M., & Brandfield, R. B. (2014). La composición de los alimentos peruanos. *Anales de la Facultad de Medicina*, 40(1), 232. <https://doi.org/10.15381/anales.v40i1.10737>
- Cotrina, G. (2022). *La oca u Oxalis tuberosa*. Universidad Nacional Alcides Carrión. Cerro de Pasco. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32928.87043>
- Cremonini, E., Iglesias, D. E., Matsukuma, K. E., Hester, S. N., Wood, S. M., Bartlett, M., Fraga, C. G., & Oteiza, P. I. (2022). Supplementation with cyanidin and delphinidin mitigates high fat diet-induced endotoxemia and associated liver inflammation in mice. *Food & Function*, 13(2), 781-794. <https://doi.org/10.1039/D1FO03108B>
- Crowe-White, K. M., Evans, L. W., Kuhnle, G. G. C., Milenkovic, D., Stote, K., Wallace, T., Handu, D., & Senkus, K. E. (2022). Flavan-3-ols and Cardiometabolic Health: First Ever Dietary Bioactive Guideline. *Advances in Nutrition*, 13(6), 2070-2083. <https://doi.org/10.1093/advances/nmac105>
- Cui, Z., Zhao, X., Amezor, F. K., Du, X., Wang, Y., Li, D., Shu, G., Tian, Y., & Zhao, X. (2022). Therapeutic application of quercetin in aging-related diseases: SIRT1 as a potential mechanism. *Frontiers in Immunology*, 13, 943321. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.943321>
- De Moraes, E. F., De Oliveira, L. Q. R., Farias Moraes, H. G. D., Souto Medeiros, M. R. D., Freitas, R. D. A., Rodini, C. O., & Coletta, R. D. (2024). The Anticancer Potential of Kaempferol: A Systematic Review Based on In Vitro Studies. *Cancers*, 16(3), 585. <https://doi.org/10.3390/cancers16030585>
- Dimas-López, D., Soto-Simental, S., Güemes-Vera, G.-V., Ojeda-Ramírez, D., Quintero-Lira, A., & Piloni-Martini, J. (2023). Optimization of anthocyanin extraction from *Oxalis tuberosa* peel by ultrasound, enzymatic treatment and their combination. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17(2), 1775-1782. <https://doi.org/10.1007/s11694-022-01721-7>
- Dong-Yeong, L., Young-Jin, P., Sun-Chul, H., Kwang-Dong, K., Dong-Kyu, M., & Dong-Hee, K. (2018). Cytotoxic effects of delphinidin in human osteosarcoma cells. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 52(1), 58-64. <https://doi.org/10.1016/j.aott.2017.11.011>
- Fagundes, F. L., Pereira, Q. C., Zarricueta, M. L., & Dos Santos, R. D. C. (2021). Malvidin Protects against and Repairs Peptic Ulcers in Mice by Alleviating Oxidative Stress and Inflammation. *Nutrients*, 13(10), 3312. <https://doi.org/10.3390/nu13103312>
- Felice, M. R., Maugeri, A., De Sarro, G., Navarra, M., & Barreca, D. (2022). Molecular Pathways Involved in the Anti-Cancer Activity of Flavonols: A Focus on Myricetin and Kaempferol. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(8), 4411. <https://doi.org/10.3390/ijms23084411>
- Fernández, A., Sosa, P., Setton, D., Desantadina, V., Fabeiro, M., Martínez, M., Piazza, N., Casavalle, P., Tonietti, M., Vacarezza, V., De Grandis, S., Granados, N., & Hernandez, J. (2011). *Calcio y Nutrición*. Sociedad Argentina de Pediatría. Buenos Aires.
- Flores, T., Alape-Girón, A., Flores-Díaz, M., & Flores, H. E. (2002). Ocatin. A Novel Tuber Storage Protein from the Andean Tuber Crop Oca with Antibacterial and Antifungal Activities. *Plant Physiology*, 128(4), 1291-1302. <https://doi.org/10.1104/pp.010541>
- Gilani, S. J., Bin-Jumah, M. N., Al-Abbasi, F. A., Imam, S. S., Alshehri, S., Ghoneim, M. M., Shahid Nadeem, M., Afzal, M., Alzarea, S. I., Sayyed, N., & Kazmi, I. (2022). Antiamnesic Potential of Malvidin on Aluminum Chloride Activated by the Free Radical Scavenging Property. *ACS Omega*, 7(28), 24231-24240. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c01406>
- Girma, G., Gedil, M., & Spillane, C. (2017). Morphological, SSR and ploidy analysis of water yam (*Dioscorea alata* L.) accessions for utilization of aerial tubers as planting materials. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 64(2), 291-305. <https://doi.org/10.1007/s10722-015-0351-2>
- Gualoto, J. A. (2021). *Evaluación nutricional de la oca, mashua, quinua y avena para su uso en la elaboración de muesli*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
- Gunckel, H. (2020). Plantas chilenas descritas como nuevas por Juan Ignacio Molina y sus concordancias con la nomenclatura actual. *Chloris Chilensis*, 23(2), 80-93.
- Ha, C. E., & Bhagavan, N. V. (2023). Amino acids. En *Essentials of Medical Biochemistry* (pp. 39-54). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-88541-6.00025-9>
- Herbert, V. (1987). Recommended dietary intakes (RDI) of iron in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 45(4), 679-686. <https://doi.org/10.1093/ajcn/45.4.679>
- Iskra, M., Krasinska, B., & Tykarski, A. (2013). Magnesium — Physiological role, clinical importance of deficiency in hypertension and related diseases, and possibility of supplementation in the human body. *Arterial Hypertension*, 17(6), 447-459.
- León, M., Villacorta, M., & Pagador, S. (2011). Composición química de "oca" (*Oxalis tuberosa*), "arracacha" (*Arracaccia xanthorrhiza*) y "tarwi" (*Lupinus mutabilis*). Formulación de una mezcla base para productos alimenticios. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2(2).

- Li, X., Shi, Z., Zhu, Y., Shen, T., Wang, H., Shui, G., Loo, J. J., Fang, Z., Chen, M., Wang, X., Peng, Z., Song, Y., Wang, Z., Du, X., & Liu, G. (2020). Cyanidin-3-O-glucoside improves non-alcoholic fatty liver disease by promoting PINK1-mediated mitophagy in mice. *British Journal of Pharmacology*, 177(15), 3591-3607. <https://doi.org/10.1111/bph.15083>
- Liu, T., Burritt, D. J., Eyres, G. T., & Oey, I. (2018). Pulsed electric field processing reduces the oxalate content of oca (*Oxalis tuberosa*) tubers while retaining starch grains and the general structural integrity of tubers. *Food Chemistry*, 245, 890-898. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.085>
- Lozada, D. F. G., Oña, G. E. C., & Chavez, A. F. M. (2021). Drying Kinetics of Oca (*Oxalis Tuberosa*). *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.*, 1(5), 1322-1333. <https://doi.org/10.18502/epoch.v1i5.9573>
- Ma, Y., Li, Y., Zhang, H., Wang, Y., Wu, C., & Huang, W. (2020). Malvidin induces hepatic stellate cell apoptosis via the endoplasmic reticulum stress pathway and mitochondrial pathway. *Food Science & Nutrition*, 8(9), 5095-5106. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1810>
- Martínez, E. (2016). El calcio, esencial para la salud. *Nutrición Hospitalaria*, 33, 26-31. <https://doi.org/10.20960/nh.341>
- Merecz-Sadowska, A., Sitarek, P., Kowalczyk, T., Zajdel, K., Jęcek, M., Nowak, P., & Zajdel, R. (2023). Food Anthocyanins: Malvidin and Its Glycosides as Promising Antioxidant and Anti-Inflammatory Agents with Potential Health Benefits. *Nutrients*, 15(13), 3016. <https://doi.org/10.3390/nu15133016>
- Mollinedo, P., & Peñarrieta, J. M. (2015). Anthocyanins, Antioxidant Capacity and Content of Flavonoids and Other Phenolic Compounds Oca (*Oxalis Tuberosum*) an Andean Tuber. *Austin J Nutr Metab*, 1(2), 4.
- Morillo, A. C., Morillo, Y., & Leguizamo M., M. F. (2019). Caracterización morfológica y molecular de *Oxalis tuberosa* Mol. En el departamento de Boyacá. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 21(1), 18-28. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v21n1.57356>
- Neyra, C. D., Delgado Ramos, E., Díaz Soria, F., Quispe Ramírez, J. S., Ge, J., & Budowle, B. (2021). Genetic study with autosomal STR markers in people of the Peruvian jungle for human identification purposes. *Canadian Society of Forensic Science Journal*, 54(3), 117-138. <https://doi.org/10.1080/00085030.2021.1933811>
- Núñez, E. (2015). *Análisis de la variabilidad genética de las ocas cultivadas (Oxalis tuberosa mol.) de la región Cajamarca*. Tesis de Título Profesional de Biólogo. UNALM.
- Ordóñez, L. D. (2022). *Desarrollo de una bebida alcohólica destilada tipo (vodka) a partir de dos variedades de tubérculos, Papa China (Colocasia Esculenta) y Oca (Oxalis Tuberosa)* Bachelor Thesis, Universidad del Azuay.
- Oré, F. (2015). *Determinación de los parámetros adecuados de la deshidratación de oca (oxalis tuberosa mol.) mediante lecho fluidizado para la obtención de harina*. Tesis Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica.
- Periferakis, A., Periferakis, K., Badarau, I. A., Petran, E. M., Popa, D. C., Caruntu, A., Costache, R. S., Scheau, C., Caruntu, C., & Costache, D. O. (2022). Kaempferol: Antimicrobial Properties, Sources, Clinical, and Traditional Applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(23), 15054. <https://doi.org/10.3390/ijms232315054>
- Raman, G., Shams-White, M., Avendano, E. E., Chen, F., Novotny, J. A., & Cassidy, A. (2018). Dietary intakes of flavan-3-ols and cardiovascular health: A field synopsis using evidence mapping of randomized trials and prospective cohort studies. *Systematic Reviews*, 7(1), 100. <https://doi.org/10.1186/s13643-018-0764-z>
- Reyes, M. M., Gómez-Sánchez, I., & Espinoza, C. M. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Instituto Nacional de Salud. Lima.
- Riet-Correa, F., Machado, M., & Micheloud, J. F. (2023). Plants causing poisoning outbreaks of livestock in South America: A review. *Toxicon*, 17, 100150. <https://doi.org/10.1016/j.toxcon.2023.100150>
- Sacrier, M., Bonfanti, C., Antonini, S., Angelini, G., Mura, G., Zanaglio, F., Taglietti, V., Romanello, V., Sandri, M., Tonelli, C., Petroni, K., Cassano, M., & Messina, G. (2020). Nutritional intervention with cyanidin hinders the progression of muscular dystrophy. *Cell Death & Disease*, 11(2), 127. <https://doi.org/10.1038/s41419-020-2332-4>
- Sánchez, F. del R. (2022). *Caracterización de la oca (Oxalis tuberosa) como base para la elaboración de mermelada*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
- Sanchez-Portillo, S., Salazar, M. D. R., Solanilla-Duque, J. F., & Rodríguez, R. (2023). Andean Tubers, Morphological Diversity, and Agronomic Management: A Review. *Plant Science Today*, 10(sp2), 98-105. <https://doi.org/10.14719/pst.2504>
- Sangketkit, C., Savage, G. P., Martin, R. J., & Mason, S. L. (2001). Oxalate Content of Raw and Cooked Oca (*Oxalis tuberosa*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 14(4), 389-397. <https://doi.org/10.1006/jfca.2000.0982>
- Santivañez, C. I. (2019). *Análisis del sector productivo en el cultivo de oca (Oxalis tuberosa Mol) y el manejo comercial para el incremento de oferta en el mercado local bajo las condiciones de marketing – mix en el Distrito de Comas-Concepción*. Tesis de grado. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Savage, G. P., Mason, S. L., & Vanhanen, L. (2008). The effect of storage on the oxalate content of New Zealand grown oca. *International Journal of Food Science & Technology*, 43(12), 2130-2133. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01807.x>
- Sharma, A., Choi, H.-K., Kim, Y.-K., & Lee, H.-J. (2021). Delphinidin and Its Glycosides' War on Cancer: Preclinical Perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(21), 11500. <https://doi.org/10.3390/ijms222111500>
- Surco, F. (2004). *Caracterización de almidones aislados de tubérculos andinos: Mashua (Tropaeolum tuberosum), oca (Oxalis tuberosa), ulluco (Ullucus tuberosus) para su aplicación tecnológica*. Tesis Maestría Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Theobald, H. E. (2005). Dietary calcium and health. *Nutrition Bulletin*, 30(3), 237-277. <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2005.00514.x>
- Viana, J. D. S., Palaretti, L. F., Faria, R. T. D., Delgado, Y. V., Dalri, A. B., & Barbosa, J. D. A. (2020). Potato production affected by fertilization methods, masses of seed tubers and water regimes. *Horticultura Brasileira*, 38(2), 166-174. <https://doi.org/10.1590/s0102-053620200209>
- Wong, S. K., Chin, K.-Y., & Ima-Nirwana, S. (2019). The Osteoprotective Effects Of Kaempferol: The Evidence From In Vivo And In Vitro Studies. *Drug Design, Development and Therapy*, Volume 13, 3497-3514. <https://doi.org/10.2147/DDDT.S227738>
- Yang, D., Wang, T., Long, M., & Li, P. (2020). Quercetin: Its Main Pharmacological Activity and Potential Application in Clinical Medicine. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020, 1-13. <https://doi.org/10.1155/2020/8825387>