



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

***Ullucus tuberosus* Caldas: REVISIÓN DE UN
TUBÉRCULO ANDINO DE INTERÉS NUTRACÉUTICO**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTAR EL GRADO DE
BACHILLER EN FARMACIA Y BIOQUIMICA**

AUTORES:

AROSTEGUI ACOSTUPA, JAIME
PAZ RIMARI, JOSÉ

ASESORA:

MSc. VELARDE APAZA, LESLIE DIANA

LIMA-PERU

2020

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	ii
ÍNDICE DE TABLAS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
Resumen	vi
Abstrac	vii
I. 1	
II. 5	
III. 8	
3.1. Composición bromatológica del Olluco	8
3.2. Composición fitoquímica del olluco	9
3.3. Actividad farmacológica del olluco	10
IV. 12	
V. 14	
ANEXOS	19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición bromatológica del olluco.....	8
--	---

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Biodiversidad de colores de olluco.....	9
---	---

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Operacionalización de la variable	
Anexo B. Instrumentos de recolección de datos	21

Resumen

Objetivo: Establecer la composición bromatológica y fitoquímica y la actividad farmacológica de *Ullucus tuberosus* Caldas.

Material y método: Se abordará una revisión crítica de carácter narrativo, al ser una investigación científica en la que la unidad de análisis son los estudios originales primarios. La revisión será del tipo crítica narrativa, donde se presentará la evidencia sin análisis estadístico (sin meta análisis).

Resultados: El tubérculo andino, conocido como olluco representa una rica fuente de nutrientes y compuestos funcionales. Las variedades y genotipos de olluco difieren en forma muy marcada en su composición bromatológica y el contenido de principios activos. Los nutrientes y compuestos activos del olluco presentes en sus hojas y tubérculos han sido sujeto de investigaciones en las últimas décadas, a pesar de ello los estudios in vivo y clínicos son limitados. Este cultivo ha ganado un reconocimiento dentro de la gastronomía internacional que expande sus horizontes al comercio internacional por lo que debe explorarse a partir de su potencial nutraceútico tecnologías de poscosecha y procesamiento industrial dentro del sector farmacéutico también.

Conclusiones: La información obtenida en este tipo de estudios busca estimular un aumento en la producción y en la conservación de la diversidad de estos productos dentro de la región andina y en la identificación de estos cultivos, como nuevas fuentes de alimentos funcionales y productos saludables, agregándoles valor para, de esta manera, aprovechar el crecimiento actual de este sector del mercado, tanto en la industria alimentaria como farmacéutica, lo cual, se reflejaría, a su vez, en un beneficio económico, para quienes cultivan este tipo de productos.

Palabras clave: *Ullucus tuberosus*; fitoquímica; tubérculo andino.

Abstrac

Objective: To establish the bromatological and phytochemical composition and the pharmacological activity of *Ullucus tuberosus* Caldas.

Material and method: A critical review of a narrative nature will be approached, as it is a scientific investigation in which the unit of analysis is the original primary studies. The review will be of the narrative criticism type, where the evidence will be presented without statistical analysis (without meta-analysis).

Results: The Andean tuber, known as olluco, represents a rich source of nutrients and functional compounds. Olluco varieties and genotypes differ very markedly in their bromatological composition and the content of active principles. The nutrients and active compounds of olluco present in its leaves and tubers have been the subject of research in recent decades, despite this in vivo and clinical studies are limited. This crop has gained recognition within international gastronomy that expands its horizons to international trade, so it should be explored from its nutraceutical potential, postharvest technologies and industrial processing within the pharmaceutical sector as well.

Conclusions: The information obtained in this type of study seeks to stimulate an increase in the production and in the conservation of the diversity of these products within the region and in the identification of these crops, as new sources of functional foods and healthy products, adding to them value to, in this way, take advantage of the current growth of this market sector, both in the food and pharmaceutical industries, which, in turn, would be reflected in an economic benefit, for those who grow this type of products.

Keywords: *Ullucus tuberosus*; phytochemistry; Andean tuber.

I. INTRODUCCIÓN

En la región andina, por encima de los 3000 metros de altitud crecen los tubérculos andinos, que son un grupo muy particular de raíces almidonadas cultivadas por los pueblos andinos como los Incas, Aymaras y Quechuas por más de tres mil años (1). Entre ellos se encuentra la papalisa (*Ullucus tuberosus* Caldas) (2).

Ullucus tuberosus (Basellaceae) se cultiva en los andes de América del Sur caracterizado por formar tubérculos, entre otros cultivos similares como la papa. Ambas especies se han desarrollado y cultivado juntas cuando menos desde que data el Imperio Inca (1400-1533 D.C.), y aún se consume por sus descendientes en el Perú (3). Fuera de América, el cultivo ha sido adoptado de manera importante en Nueva Zelanda y Hawai por su potencial para cultivarse en climas templados y marítimos (4).

En la actualidad el poder alimentarse de manera sana y natural es un hecho científico asociado a la conservación de la salud. De esta manera, los mercados agroalimentario, cosmético y farmacéutico están en busca de recursos que satisfagan esta necesidad, orientados a la diversificación y reemplazo de sustancias sintéticas como los colorantes, de los cuales existen diversos tipos en el olluco debido a la variedad de colores que presenta que van desde el amarillo, naranja hasta el violáceo. Colores que delatan la presencia de antocianinas, carotenos y clorofilas. Entre otros compuesto un grupo menos investigado que son las betalaínas (5).

El tubérculo del olluco se empleó tradicionalmente como cicatrizante y para tratar quemaduras; sin embargo, no se conocen estudios clínicos que demuestren su eficacia o los mecanismos implicados o los compuestos responsables de la actividad (6).

En Perú, los tubérculos de olluco se conservan mediante congelación y secado para obtener un producto de larga duración conocido como lingli. De esta manera los tubérculos adquieren un sabor más intenso, en ocasiones se muelen y como harina se agregan a otros alimentos cocidos. Las hojas también se consumen en ocasiones y son nutritivas, en Perú y Colombia esta práctica es habitual debido al carácter mucilaginoso de las hojas verdes (7). En otras ocasiones, se hierven para hacer sopas o añadir sabor a otros platos como en Nueva Zelanda donde son conocidos como gemas de la tierra (8).

Analizando el marco conceptual sobre la especie motivo del presente estudio se puede en primer término mencionar que Ulluco (*Ullucus tuberosus*) es una planta cultivada como raíz y hoja hortaliza normalmente cultivada a 2800 m sobre el nivel del mar. El género *Ullucus* es monotípico y pertenece a la familia botánica Basellaceae. Es uno de los cultivos de mayor importancia en la región andina de América del Sur, sólo superada por la papa. Entre sus nombres comunes destaca papa lisa y olluco (Perú), melloco (Ecuador), chugua (Colombia) o ruba (Venezuela), entre otros. El olluco tiene una forma que oscila entre oblonga y esférica de apenas unos 2 a 15 cm. LA pulpa se diferencia de la piel debido al cambio de coloración, que es más intensa en la piel y adopta múltiples colores: amarillo, naranja, rojo, magenta y morado, y con o sin pecas (5).

Pacheco *et al.* (2019), mencionan que el almidón extraído de olluco podría ser un agente espesante o gelificante excelente y rentable tanto en alimentos como en una amplia gama de biomateriales, debido a su tasa de digestión cercana al 80%, lo que coincidió con el bajo contenido de almidón resistente (9).

Hiel *et al.* (2017), muestran que *U. tuberosus* es un candidato prometedor para apoyar la regeneración de tejido sin cicatrices debido a su actividad colagenasa del 12% y aumento en la proliferación y migración de fibroblastos dérmicos humanos y la producción de procolágeno y MMP-1 después del tratamiento con extractos de *U. tuberosus* que favorecieron el proceso de cicatrización de la herida durante las fases de remodelación y diferenciación celular (6).

Mosquera *et al.* (2020) sugieren que *Ullucus tuberosus* es una fuente bioactiva alimentaria infrautilizada con una alta concentración de betaxantinas totales (21,8 µg de indicaxantina / g de ulluco fresco) y betacianinas (44,5 µg de betanina / g de ulluco fresco), fuertemente correlacionada con la capacidad de reducción de Folin-Ciocalteu (10).

Campos *et al.* (2018) afirman que tanto los frutos, semillas y tubérculos tienen un amplio valor nutricional debido a su contenido de carbohidratos, proteínas, grasas y fibra del 73,5% al 84,2%, 8,5% a 15,7%, 0,1% a 1,4% y 0,5% a 5,0% DW, respectivamente. Entre los principales azúcares son glucosa, fructosa y sacarosa (13,1, 11,1% y 6,08% MS, respectivamente). Además, almidón de ulluco (64,96% DW) (11).

Mejía *et al.* (2018), encontraron alto porcentaje de capacidad antioxidante en todas las partes de la planta en ambos tubérculos; las que presentaron mayor actividad son hojas y tallos. En la capacidad antimicrobiana, el cubio tuvo un efecto bacteriostático sobre *C. utilis*, mientras que el ulluco tuvo un efecto sobre *E. coli*. Debido a lo anterior, estos dos tubérculos poseen potencial para la extracción de compuestos antioxidantes y antimicrobianos permitiendo, de esta manera, establecer alternativas de uso para los tubérculos y subproductos (hojas y tallos) (12).

Blácido *et al.* (2018) determinaron que el extracto etanólico de los tubérculos de *Ullucus tuberosus* Caldas "olluco" si presenta actividad cicatrizante y no posee toxicidad dérmica. Mediante el análisis fitoquímico se determinó que es soluble en agua destilada y presenta metabolitos primarios y metabolitos secundarios. La crema a concentración del 10% obtuvo el (86%) de eficacia de cicatrización en comparación con la muestra de piel intacta; en la evaluación toxicológica, ninguna rata de cepa Holtzman presentó toxicidad dérmica (13).

En cuanto a la justificación del estudio podemos señalar su valor teórico debido a que los tubérculos andinos formaron parte de la dieta de poblaciones originarias y son considerados como alimentos de alta calidad nutricional; sin embargo, en la actualidad, su uso ha disminuido (14). Es por este motivo que se justifica el presente trabajo de investigación para generar el conocimiento nutricional y funcional que puedan poner en valor y validar el consumo local como

satisfacer la demanda de productos de este tipo con carácter nutraceútico. Por otro lado, la necesidad de incluir los trabajos nacionales no publicados en revistas científicas sino en tesis o la abundancia de evidencia desde los primeros intentos de recopilación de hace 5 años atrás sobre nuestros recursos que amplían las bondades y el conocimiento técnico sobre la especie. Desde un punto de vista práctico, el uso de las plantas medicinales como una alternativa para tratar dolencias y/o enfermedades, está tomando gran importancia para la creación e investigación de nuevas formulaciones a base de ellas en la industria cosmética por su bajo costo y por ser una nueva alternativa natural debido a sus propiedades entre otras, antiinflamatoria y antibacteriana (15).

Por todo lo expuesto, la presente investigación plantea establecer la composición bromatológica y fitoquímica así como la actividad farmacológica de *Ullucus tuberosus* Caldas a través de una revisión crítica de carácter narrativo.

II. MATERIALES Y METODOS

I.1 Enfoque y diseño de la investigación

Este estudio es de enfoque cualitativo, en cuanto al diseño metodológico es una investigación no experimental, descriptiva.

I.2 Población, muestra y muestreo

Se abordará una revisión crítica de carácter narrativo, al ser una investigación científica en la que la unidad de análisis son los estudios originales primarios que traten sobre *Ullucus tuberosus* y sus propiedades farmacológicas, así como su etnobotánica. La revisión será del tipo cualitativo, donde se presentará la evidencia en forma descriptiva y sin análisis estadístico, sin meta análisis.

I.3 Variables de investigación

Dentro de la revisión narrativa se contemplarán las siguientes variables:

Composición bromatológica de *Ullucus tuberosus*

Definición conceptual: Comprende la determinación de los porcentajes de humedad, grasa, fibra, cenizas, carbohidratos solubles y proteína en los alimentos.

Composición fitoquímica de *Ullucus tuberosus*

Definición conceptual: Todas aquellas sustancias que se encuentran presentes en las plantas y en las cantidades en las cuales se encuentran dispuestas.

Actividad farmacológica de *Ullucus tuberosus*

Definición conceptual: Son los efectos benéficos o adversos de una droga sobre el organismo vivo.

I.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos:

La técnica que se utilizó durante la recolección de datos será la revisión crítica de artículos científicos primarios.

Instrumentos de recolección de datos: Algoritmo de búsqueda de información (Ver anexo B)

I.5 Plan de recolección de datos

La revisión se abordó siguiendo el siguiente proceso:

1. Planteamiento de la pregunta de revisión: Se planteó las preguntas específicas de acuerdo con cada variable definida.
2. Criterios de inclusión y exclusión: A partir de cada variable se establecieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión según el análisis PICO:

Criterio de selección	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Tipos de estudio	Estudios originales descriptivos y experimentales.	Artículos de opinión, y comunicaciones científicas
Intervención	Estudios bromatológicos, fitoquímicos y farmacológicos.	Otros estudios
Acceso	Que se tenga acceso al documento completo en formato digital o papel a través de bibliotecas de universidades	Que no se tenga acceso al documento completo en formato digital o bibliotecas
Población	<i>Ullucus tuberosus</i>	Plantas medicinales endémicas de otros países
Periodo temporal	De enero de 2000 hasta diciembre de 2020	Estudios publicados antes de enero de 2000
Idioma de publicación	Inglés, español	Idiomas distintos a los mencionados
Bases de datos	Scopus, Web of Sciencies, Google académico, Lilacs, Pubmed, Tripdatabase, Scielo	Cualquier otra base de datos no relacionada con la temática

3. Búsqueda de la literatura.

Se efectuó una búsqueda exhaustiva de la literatura científica publicada en los últimos 20 años; para ello se consultaron las bases de datos mencionadas en los criterios de inclusión. Además, se realizaron búsquedas en otros sistemas de información local como revistas científicas, bibliotecas de las universidades públicas y privadas empleando como palabras claves: “composición bromatológica”, “composición fitoquímica”, “actividad farmacológica” y no se aplicarán restricciones por idioma.

4. Evaluación de la calidad, heterogeneidad y síntesis de la información.

Una vez seleccionados los estudios se procedió de la siguiente manera:

(i) Se extrajeron los datos necesarios para resumir los estudios incluidos

(ii) Se evaluaron los sesgos de cada estudio pudiendo identificar la calidad de la evidencia disponible.

(iii) Se construyó las tablas y redactó el texto que sinteticen la evidencia.

5. Interpretación de los resultados

Se discutió entre los resultados que se encontraron: lo que mayoritariamente se identificó, casos extraordinarios, características llamativas a destacar de algún estudio, etc. Las conclusiones se relacionaron con los objetivos del estudio, evitando afirmaciones no respaldadas suficientemente por los datos disponibles.

I.6 Métodos de análisis estadísticos

No aplica.

I.7 Aspectos éticos

No aplica

III. RESULTADOS

3.1. Composición bromatológica del Olluco

Tabla 1. Composición bromatológica del olluco

Componente	Cantidad	Referencia
Humedad	El olluco fresco presenta de 70% a 82,53% de humedad relativa, aunque depende de la variedad y la zona de cultivo, como se reporta en tres variedades de olluco puka lisas (85.95 %), papa lisas (agua 85.63 %), alqo lisas (85.61 %).	(16) (17) (18) (19)
Proteína total	Se reportó para las variedades puka lisas (1.17 %), papa lisa (1.04 %), alqo lisas (1.08 %).	(16) (19)
Grasa	Las proporciones de grasa encontradas en el olluco varían entre 0.6 a 1.4g/ 100g. Se reportó para tres variedades de olluco: puka lisa (0.15 %), papa lisa (0.12 %), alqo lisa (0.14 %).	(19) (16)
Fibra cruda	Los autores mencionan que el contenido de fibra en el olluco está entre 4 a 6g. En tres variedades de olluco: puka lisa (0.90 %), papa lisa (0.85 %), alqo lisa (0.96 %).	(19) (16)
Ceniza	Uno de los componentes principales del olluco es la ceniza que se encuentran los valores nutricionales de 3 a 5g. En tres variedades de olluco: puka lisa (5,93%), papa lisa (0,79%), alqo lisa (0.75%).	(16) (19) (20)
Extracto libre de nitrógeno	El contenido de extracto libre de nitrógeno en tres variedades de olluco dio como resultado contenido no proteico.	(19)
Calcio	En un proceso de análisis nutricional para saber las composiciones nutricionales del olluco después de su procesamiento tanto físico y químico se encontró 28.10mg/100. En tres variedades de olluco: puka lisas (6.50 mg/100), papa lisa (calcio 5.80 mg/100), alqo lisa (5.00 mg/100).	(16) (21) (20)
Fósforo	Después de su procesamiento físico y químico se encontró 149.30mg/100. El contenido de fósforo en tres variedades de olluco fue: puka lisas(35.10 mg/100), papa lisas(32.00 mg/100), alqo lisas(28.6 mg/100)	(16) (21) (19)
Hierro	Después de su procesamiento físico y químico se encontró 9.20mg/100. El contenido de hierro en el olluco fresco en tres variedades fue: puka lisas (3.60 mg/100), papa lisas (2.10mg/100) y alqo lisas (1.90mg/100).	(16) (21) (19)

3.2. Composición fitoquímica del olluco

3.2.1. Composición cualitativa

En el análisis cualitativo, del extracto etanólico de los tubérculos de *Ullucus tuberosus* Caldas “olluco”, se evidencio metabolitos primarios: carbohidratos, grupo amino libre que indica la presencia de aminoácidos: isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina, azúcares reductores, y los metabolitos secundarios: flavonoides, taninos, compuestos fenólicos, alcaloides, triterpenos y/o esteroides (22). Por otro lado, en otro tamizaje fitoquímico se demostró que en los extractos de *Ullucus tuberosus* existe la presencia de compuestos grasos, alcaloides, cumarinas, quinonas, triterpenos y /o esteroides, saponinas, taninos pirocatecólicos, aminoácidos libres o aminas y polisacáridos (23). La diversidad de compuestos principalmente fenólicos está asociada a los múltiples colores varietales (Figura 1.)

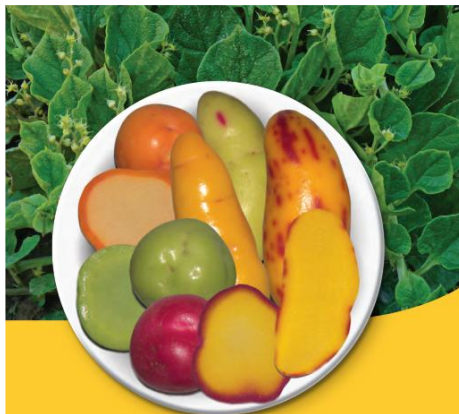


Figura 1. Biodiversidad varietal del olluco

3.2.2 Composición cuantitativa

La composición de aminoácidos de olluco para la Alimentación y la Agricultura. Los tubérculos de olluco presentan el mejor perfil de aminoácidos debido a que no hay deficiencia de ningún aminoácido esencial (24).

El aislamiento y caracterización de saponinas triterpenoides de *Ullucus tuberosus*. Esta clase de productos naturales puede explicar, al menos en parte, la falta de sabor de los tubérculos de la planta. Se aislaron dos saponinas 28-O-beta-D-glucopiranosil-epihederagenina y 28-O-beta-D-glucopiranosido-3-O-beta-D-glucopiranosil (25).

El olluco es el único tubérculo que tiene betalaínas, betaxantinas y betacianinas. De los diferentes fotoquímicos que existen, están los compuestos fenólicos aplicados, en los últimos años, en la industria: alimentaria, farmacéutica, y cosmética. Los compuestos fenólicos identificados en olluco incluyen: rutina, narcisina y kaempferol 3-O- (2, 6 - di-O- α -Lrhamnopyranosyl) - β -D-glucopyranoside (24).

Se separó fracciones puras de betacianinas y betaxantinas de *Ullucus tuberosus* Caldas mediante identificación química en profundidad de cada fracción de betalaína mediante HPLC-DAD-ESI-MS. Este procedimiento permitió evaluar la eficiencia del fraccionamiento y también identificar una gran cantidad de betalaínas, la mayoría de las cuales no han sido descritas hasta el momento en esta materia prima: betanidina- e isobetanidina-5-O- (4'-O-malonil- β - glucósido), 2-descarboxifilocactina, betanidina- e isobetanidina-6-O- (6'-O-feruloil) - β -glucósido (gomfrenina e isogomfrenina III), deshidrofilocactina e isofillocactina, y arginina y glicina (portulacaxantina III). Además, la disponibilidad de fracciones de betalaína puras mediante la metodología propuesta permitió establecer por primera vez el contenido total de betalaína y la actividad antioxidante de las fracciones separadas de betacianina y betaxantina de ulluco (25).

3.3. Actividad farmacológica del olluco

Según Mejía *et al.* (2018), el extracto etanólico de tubérculos y hojas de *Ullucus tuberosus* tienen actividad antimicrobiana sobre *E. coli*, presentando un halo de inhibición, con un diámetro de 4.53mm y 4.85mm (27). En el mismo sentido Silva (2018) menciona que mostró halos de inhibición frente a *S. aureus* y *S. typhimuriumf*, debido quizás a que posee

triterpenos y/o esteroides los cuales son responsables de actividad antibacteriana y pueden actuar en sinergia con los polisacáridos incrementando la respuesta a bacterias, parásitos, virus u hongos (28).

Por otra parte, se destaca también su valor cosmético en concentraciones entre 0,90 - 1,01 g/mL. La crema posee una buena consistencia que permite la fácil penetración y una mayor absorción en la piel. Esto gracias a los compuestos activos utilizados en la preparación y a los metabolitos otorgados por el *Ullucus tuberosus*. Esta es una característica muy significativa ya que, con el paso del tiempo, la piel tiende a perder su firmeza por ello, la importancia de utilizar cremas especialmente diseñadas para recuperar la hidratación y el aspecto joven de la piel (29). De igual manera Torres que destaca que el pH de la crema hidratante de olluco es 7,325 cumpliendo de esa manera con el rango de pH permitido para cremas cosméticas, cuyos valores deben estar entre 7 y 8 (30).

La crema formulada con extracto etanólico de los tubérculos de *Ullucus tuberosus* al 10%, producen una eficacia de cicatrización de 86% y es seguro de administrar debido a que el extracto etanólico de los tubérculos *Ullucus tuberosus* Caldas “olluco” por vía oral y tópica, no presenta toxicidad dérmica en ratas a una dosis de 5000 mg/kg, lo cual se corrobora con los cortes histológicos mediante análisis anatomopatológico (27).

Se estudió también su actividad aglutinante para el extracto acuoso, en todos los grupos existió actividad hemoaglutinante, pero se observó mayor potencia en los grupos sanguíneos A+ y B+ que presentan actividad en todas sus diluciones, mientras que el grupo sanguíneo O+ indicó una menor potencia llegando la actividad hasta la dilución 1/8 en comparación a los demás grupos sanguíneos (28).

Ullucus tuberosus presenta también actividad laxante, ya que produce una mayor cantidad de heces y actúa durante más tiempo sin efectos adversos, esto se debe a que este tubérculo al ser comestible y poseer una gran cantidad de mucílagos, actúa directamente sobre el tránsito intestinal estimulándolo y ejerciendo una actividad laxante natural (31).

IV. DISCUSION

a. Discusión de resultados

La riqueza de los andes sudamericanos es reflejada en sus múltiples plantas comestibles. Estudios anteriores han informado las propiedades químicas y farmacológicas de muchas otras especies, aunque se conoce que la mayoría de las especies creciendo en ambientes de gran altitud en montañas permanecen en gran parte inexplorados, particularmente su química y actividades biológicas (25). Este es el caso del tubérculo andino *Ullucus tuberosus* Caldas (familia Basellaceae), que fue domesticado en la región andina durante la era prehispánica hace aproximadamente 5500 años (27). Los tubérculos andinos formaron parte de la dieta de poblaciones originarias y son considerados como alimentos de alta calidad nutricional; sin embargo, en la actualidad, su uso ha disminuido (16).

Ulluco (u olluco, ulluku, melloco, chigua, ruba, papa lisa o lisas, ulluma y ulluca) es un cultivo andino importante. Los tubérculos varían en formas (cilíndricas, ovoide y esférica) y en colores (blanco, amarillo, rosa, naranja, magenta o rojo o con manchas rojas sobre fondo amarillo). Las variedades presentan una mayor cantidad de mucílagos, por lo que deben hervirse antes preparación (17). El valor nutricional de ulluco también es variable, por lo que presenta potencial bioactivo de frutos, semillas y tubérculos andinos (20).

Como se aprecia en la revisión, el tubérculo es conocido por sus propiedades medicinales para tratar quemaduras y prevenir cicatrices, existen evidencias locales acerca de su eficacia y compuestos bioactivos. En un intento de validar los conocimientos tradicionales y para destacar el potencial terapéutico agentes para la cicatrización de heridas, algunos autores se centraron en determinar el efecto de los extractos de *U. tuberosus* sobre la cicatrización y valor cosmético, entre otros efectos para producir extractos biológicamente activos y para obtener una mejor comprensión del modo de acción de esta planta y para uso industrial (22-31).

La información obtenida en este tipo de estudios busca estimular un aumento en la producción y en la conservación de la diversidad de estos productos dentro de la región andina y en la identificación de estos cultivos, como nuevas fuentes de alimentos funcionales y productos saludables, agregándoles valor para, de esta manera, aprovechar el crecimiento actual de este sector del mercado, tanto en la industria alimentaria como farmacéutica, lo cual, se reflejaría, a su vez, en un beneficio económico, para quienes cultivan este tipo de productos.

b. Conclusiones

El tubérculo andino, conocido como olluco representa una rica fuente de nutrientes y compuestos funcionales. Así, se encuentran diferencias muy marcadas en el contenido y tipo de nutrientes y bioactivos en diferentes genotipos y variedades (color especialmente). Mucho esfuerzo ha se han invertido en las últimas décadas para caracterizar los principales nutrientes y bioactivos y algunas propiedades bioactivas *in vitro* de sus hojas y tubérculos. Sin embargo, se necesitan más estudios clínicos e *in vivo*. Además, este cultivo está ganando atención en la gastronomía internacional, que abre la posibilidad de que estos cultivos sean conocidos y comercializados internacionalmente. Factores más allá de la genética, el medio ambiente y el manejo de cultivos sobre el potencial nutricional y bioactivo, como las tecnologías de pos cosecha y el procesamiento debería explorarse más a fondo para su aprovechamiento industrial en el sector farmacéutico.

c. Recomendaciones

Se recomienda a partir de la evidencia pre clínica estudiar en la fase clínica las aplicaciones farmacológicas del olluco que puedan revalorizar sus propiedades, cultivo y variedades para que no caigan en el olvido y pérdida de tan enorme biodiversidad y legado para el país.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Goldner, M. C., Pérez, O. E., Pilosof, A. M. R., Armada, M., Comparative study of sensory and instrumental characteristics of texture and color of boiled under-exploited Andean tubers. *LWT - Food Sci. Technol.* 2012, 47, 83– 90.
2. Cruz, G., Ribotta, P., Ferrero, C., & Iturriaga, L. (2016). Physicochemical and rheological characterization of Andean tuber starches: Potato (*Solanum tuberosum* ssp. *Andigenum*), Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) and Papalisa (*Ullucus tuberosus* Caldas). *Starch-Stärke*, 68(11-12), 1084-1094.
3. Fletcher P, Fletcher J, 2001. *In vitro* virus elimination in three Andean root crops: oca (*Oxalis tuberosa*), ulluco (*Ullucus tuberosus*), and arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 29, 23– 7.
4. McMoran D, Gauthier J, 2014. Experimenting with growing ulluco as a niche crop for fun and profit. *Journal of Horticulture* 2, 120.
5. Cejudo-Bastante, M. J., Hurtado, N., Mosquera, N., & Heredia, F. J. (2014). Potential use of new Colombian sources of betalains. Color stability of ulluco (*Ullucus tuberosus*) extracts under different pH and thermal conditions. *Food research international*, 64, 465-471.
6. Heil, N., Bravo, K., Montoya, A., Robledo, S., & Osorio, E. (2017). Wound healing activity of *Ullucus tuberosus*, an Andean tuber crop. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 7(6), 538-543.
7. Parra-Quijano M, Panda S, Rodríguez N, Torres E (2012) Diversity of *Ullucus tuberosus* (Basellaceae) in the Colombian Andes and notes on ulluco domestication based on morphological and molecular data. *Genet Resour Crop Evol* 59(1):49–66
8. Lim TK (2015) *Ullucus tuberosus*. En: Plantas medicinales y no medicinales comestibles. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9511-1_24
9. Pacheco, M. T., Moreno, F. J., Moreno, R., Villamiel, M., & Hernandez-Hernandez, O. (2019). Morphological, technological and nutritional

- properties of flours and starches from mashua (*Tropaeolum tuberosum*) and melloco (*Ullucus tuberosus*) cultivated in Ecuador. *Food chemistry*, 301, 125268.
10. Mosquera, N., Cejudo-Bastante, M. J., Heredia, F. J., & Hurtado, N. (2020). Identification of New Betalains in Separated Betacyanin and Betaxanthin Fractions from Ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas) by HPLC-DAD-ESI-MS. *Plant Foods for Human Nutrition*, 1-7.
 11. Campos D, Chirinos R, Gálvez Ranilla L, Pedreschi R. Bioactive Potential of Andean Fruits, Seeds, and Tubers. *Adv Food Nutr Res*. 2018;84:287-343. doi:10.1016/bs.afnr.2017.12.005.
 12. Mejía Lotero Francia Milena, Salcedo Gil Jorge Esteban, Vargas Londoño Santiago, Serna Jiménez Johanna Andrea, Torres Valenzuela Laura Sofía. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ANTIMICROBIANA DE TUBÉRCULOS ANDINOS (*Tropaeolum tuberosum* y *Ullucus tuberosus*). *rev.udcaactual.divulg.cient.* [Internet]. 2018 Dec [cited 2020 Aug 09]; 21(2): 449-456. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262018000200449&lng=en. <http://dx.doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.1083>.
 13. Blacido, Z. "Actividad cicatrizante y toxicidad dérmica del extracto etanólico de los tubérculos de *Ullucus tuberosus* Caldas "olluco" en animales de experimentación." (2018). Disponible en: <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/1734>
 14. Lotero, F. M. M., Gil, J. E. S., Londoño, S. V., Jiménez, J. A. S., & Valenzuela, L. S. T. (2018). Capacidad antioxidante y antimicrobiana de tubérculos andinos (*Tropaeolum tuberosum* y *Ullucus tuberosus*). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), 449-456.
 15. Guadalupe, Silva, and Joselin Magali. Evaluación de la actividad antibacteriana y hemoaglutinante de los extractos de *Solanum phureja*, *Tropaeolum tuberosum*, *Oxalis tuberosa* y *Ullucus tuberosus*. BS thesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018.
 16. Yavar Meza, Y. H. (2016). Efecto del empacado en las características sensoriales y fisicoquímicas del Olluco (*Ullucus tuberosus*) entero al estado fresco.

17. Condori, A. (2005). *Estudio morfológico y fisiológico de los cultivos quinua, cañahua, tarwi, oca, olluco, isaño y maca, para entender los mecanismos de adaptación a factores abióticos adversos* (No. CIDAB-T-S608-A43e). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz (Bolivia). Facultad de Agronomía.
18. Marquez Mendoza, H. C. (2019). Composición nutricional y de mucílago de tres variedades de olluco (*Ullucus tuberosus* Loz.) para la obtención de chuño de olluco en el distrito de Santo Tomás-Cusco.
19. Marquez Mendoza, H. C. (2019). Composición nutricional y de mucílago de tres variedades de olluco (*Ullucus tuberosus* Loz.) para la obtención de chuño de olluco en el distrito de Santo Tomás-Cusco.
20. Goicochea, R. C. C., Laurente, M. C. M., & Rodrigo-Chumbes, J. T. (2020). Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas): Una revisión. *PURIQ*, 2(3), 363-387.
21. Odar Jiménez, M. L., & Parraguez Llaguento, D. A. (2019). Evaluación del Rendimiento de la fermentación alcohólica a partir del almidón de la papa (*Solanum tuberosum*), camote (*Ipomoea batata*) y olluco (*Ullucus tuberosus*).
22. Blacido Paucar, Z. J. (2018). Actividad cicatrizante y toxicidad dérmica del extracto etanólico de los tubérculos de *Ullucus tuberosus* Caldas "olluco" en animales de experimentación.
23. Odar Jiménez, M. L., & Parraguez Llaguento, D. A. (2019). Evaluación del Rendimiento de la fermentación alcohólica a partir del almidón de la papa (*Solanum tuberosum*), camote (*Ipomoea batata*) y olluco (*Ullucus tuberosus*).
24. Goicochea, R. C. C., Laurente, M. C. M., & Rodrigo-Chumbes, J. T. (2020). Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas): Una revisión. *PURIQ*, 2(3), 363-387.
25. Campos, D., Chirinos, R., Ranilla, L. G., & Pedreschi, R. (2018). Bioactive potential of andean fruits, seeds, and tubers. In *Advances in food and nutrition research* (Vol. 84, pp. 287-343). Academic Press.

26. Goicochea, R. C. C., Laurente, M. C. M., & Rodrigo-Chumbes, J. T. (2020). Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas): Una revisión. *PURIQ*, 2(3), 363-387.
27. Mejía Lotero, Francia Milena, Salcedo Gil, Jorge Esteban, Vargas Londoño, Santiago, Serna Jiménez, Johanna Andrea, & Torres Valenzuela, Laura Sofía. (2018). CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ANTIMICROBIANA DE TUBÉRCULOS ANDINOS (*Tropaeolum tuberosum* y *Ullucus tuberosus*). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), 449-456. recuperado de: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/biblio-1094747>.
28. Silva Guadalupe, J. M. (2018). Evaluación de la actividad antibacteriana y hemoaglutinante de los extractos de *Solanum phureja*, *Tropaeolum tuberosum*, *Oxalis tuberosa* y *Ullucus tuberosus*. tesis, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8833>
29. Varon, E. (2018). ELABORACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE MERCADO DE CREMA HIDRATANTE ARTESANAL A BASE DE ULLUCO (*Ullucus tuberosus*). tesis doctoral, UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD, ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA, Cali. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/18013/67031525.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
30. Torres, P. (2006). EL ESTUDIO DE METODOS DE EXTRACCION DE ALMIDON DE (*ollucua tuberosus*). tesis doctoral, universidad técnica de ambato, facultad de ciencias en ingeniería en alimentos, ambato. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3356/1/P91%20Ref.2980.pdf>
31. Pérez, R. (2015). Determinación de la Actividad Laxante de los Mucilagos presentes en la Salvia Hispánica, Borracho *Officinalis* y *Ullucus tuberosus* frente a la actividad laxante del aceite de ricino in vivo. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, ESCUELA DE

BIOQUÍMICA Y FARMACIA. RIOBAMBA: Escuela Superior Politécnica de
Chimborazo. Obtenido de
[http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3754/1/56T00484%20
UDCTFC.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3754/1/56T00484%20UDCTFC.pdf)

ANEXOS

Anexo A. Operacionalización de la variable

Variables	Definición	Dimensión	
Composición bromatológica	Comprende la determinación de los porcentajes de humedad, grasa, fibra, cenizas, carbohidratos solubles y proteína en los alimentos.	Humedad	Conten
		Proteína total	Conten
		Grasa	Conten
		Fibra cruda	Conten
		Ceniza	Conten
		Extracto libre de nitrógeno	Conten
		Calcio	Conten
		Fósforo	Conten
		Hierro	Conten
Composición fitoquímica	Todas aquellas sustancias que se encuentran presentes en las plantas y en las cantidades en las cuales se encuentran dispuestas.	Cualitativa	Clase c
		Cuantitativa	Clase c
Actividad farmacológica	Son los efectos benéficos o adversos de una droga sobre el organismo vivo.	Estimulación	aumen
		Depresión	dismin
		Antiinfecciosa	atenua microc infecci
		Irritación	estimu
		Reemplazo	sustitu

Anexo B. Instrumentos de recolección de datos

ALGORITMO DE LA ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA EN BASES DE DATOS

