

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



**Perfil químico, contenido de compuestos fenólicos y
potencial antioxidante de las hojas y frutos de
Lepidoceras peruvianum Kuijt.**

**Tesis para optar el título profesional de:
Químico Farmacéutico**

**Presentado por:
Bach. Freshsia Ingrid Ortiz Perez**

**Asesor:
Dr. Marco Rolando Aronés Jara**

Ayacucho - Perú

2024

Dedico mi tesis principalmente a Dios, por darme las fuerzas necesarias para lograr está meta. A mis padres por su amor incondicional y por creer en mí desde el primer día, por sus sacrificios y apoyo constante que han sido la clave de mi éxito. A mí hermana, por siempre estar para mí, sabes que este logro también es tuyo.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a nuestra “Alma mater” la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga y a la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud y a los docentes que contribuyeron en mi formación académica y personal.

Mi agradecimiento a mi asesor el Dr. Marco Rolando Aronés Jara por su contribución académica y científica.

Mi agradecimiento a todas las personas que contribuyeron en la consecución y culminación de esta investigación.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Redacción del marco teórico	6
2.2.1. <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt	6
2.2.2. Plantas parásitas	9
2.2.3. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos	11
2.3. Marco conceptual	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Ubicación	19
3.2. Tipo de investigación	19
3.3. Definición de la población y muestra	19
3.3.1. Población	19
3.3.1. Muestra	19
3.4. Métodos instrumentales para la recolección de datos	19
3.5. Procedimiento para la recolección de datos	19
3.5.1. Recolección e identificación del material vegetal	19
3.5.2. Determinación del contenido de fenoles totales y flavonoides	20
3.5.3. Determinación del contenido de antocianinas	21
3.5.4. Determinación del potencial antioxidante	21
3.6. Diseño de investigación	23
3.7. Análisis de datos	23
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSIÓN	33
VI. CONCLUSIONES	41
VII. RECOMENDACIONES	43
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
IX. ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Determinación de compuestos químicos de las hojas de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt mediante LC-MS/MS. Ayacucho 2024.	29
Tabla 2. Determinación de compuestos químicos de los frutos de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt mediante LC-MS/MS. Ayacucho 2024.	30
Tabla 3. Contenido de compuestos fenólicos en las hojas y frutos de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt. Ayacucho 2024.	31
Tabla 4. Actividad antioxidante <i>in vitro</i> de las hojas y frutos de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt. Ayacucho 2024.	32

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.	06
Fotografía de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt.	
Figura 2.	07
Descripción botánica de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt.	
Figura 3.	12
Trímero de procianidina tipo B.	
Figura 4.	12
Dímero de procianidina tipo B.	
Figura 5.	13
Siringaresinol diglucósido.	
Figura 6.	14
Quercetina-3-O-rutinósido.	
Figura 7.	15
Cianidina-3-O-rutinósido	
Figura 8.	16
Kaempferol.	
Figura 9.	27
Cromatograma de corriente iónica total (TIC) en modo ESI negativo (superior) y positivo (inferior) de las hojas de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt.	
Figura 10.	28
Cromatograma de corriente iónica total (TIC) en modo ESI negativo (superior) y positivo (inferior) de los frutos de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt.	

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Identificación taxonómica de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt.	51
Anexo 2. Ubicación del Bosque de Piedras de Huaraca en el Centro Poblado de Huaraca en el distrito de Vinchos, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho.	52
Anexo 3. Matriz de definición y operacionalización de variables.	53
Anexo 4. Determinación de compuestos químicos de las hojas de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt mediante LC-MS.	54
Anexo 5. Determinación de compuestos químicos de los frutos de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt mediante LC-MS.	55
Anexo 6. Curva de calibración de ácido gálico para la cuantificación de fenoles totales.	62
Anexo 7. Análisis estadístico del contenido de fenoles totales de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt.	63
Anexo 8. Curva de calibración de rutina para la cuantificación de flavonoides.	64
Anexo 9. Análisis estadístico del porcentaje de actividad antioxidante de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt mediante el método DPPH.	65
Anexo 10. Análisis estadístico de la concentración eficiente antioxidante de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt mediante el método DPPH.	66
Anexo 11. Análisis estadístico del porcentaje de actividad antioxidante de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt mediante el método ABTS ^{•+} .	67
Anexo 12. Análisis estadístico de la concentración eficiente antioxidante de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt mediante el método ABTS ^{•+} .	68
Anexo 13. Análisis estadístico del porcentaje de actividad antioxidante de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt mediante el método FRAP.	69

Anexo 14.	Análisis estadístico de la concentración efeciente antioxidante de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt mediante el método FRAP.	70
Anexo 15.	Matriz de consistencia.	71

RESUMEN

Lepidoceras peruvianum Kuijt es una especie hemiparásita endémica del Perú. El objetivo fue determinar la composición química, el contenido de compuestos fenólicos y el potencial actividad antioxidante de las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt. La especie vegetal fue recolectada en el distrito de Vinchos en Perú. El perfil químico se evaluó mediante cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas (LC-MS/MS). Los fenoles totales se cuantificaron mediante el método de Folin-Ciocalteu y se expresaron como miligramos equivalentes a ácido gálico (mg GAE/g); los flavonoides mediante el método del tricloruro de aluminio expresados como miligramos equivalentes a rutina (mg RuE/g) y antocianinas por el método de pH-diferencial expresados como miligramos equivalentes a cianidina-3-glicósido (mg/100 g). Se determinó el potencial antioxidante mediante los métodos *in vitro* DPPH, ABTS^{•+} y FRAP y fue expresado como actividad antioxidante (%) y concentración eficiente antioxidante (CE50). El análisis LC-MS/MS de las hojas reveló la presencia de carbohidratos, ácidos orgánicos, flavonoides, taninos condensados, lignanos, alcaloides; y en los frutos, ácidos orgánicos, taninos condensados, antocianinas y flavonoides, entre otros compuestos. Las hojas evidenciaron $292,4 \pm 2,1$ mg GAE/g y $44,0 \pm 1,1$ mg RuE/g. Los frutos contienen $216,8 \pm 3,9$ mg GAE/g y antocianinas $120,08 \pm 3,6$ mg/ 100 g. Las hojas presentaron mayor potencial antioxidante por los tres métodos, con valores de CE50 de $90,6 \pm 0,1$ µg/mL; $215,1 \pm 0,1$ µg/mL y $101,2 \pm 3,9$ µg/mL, respectivamente. Se concluye que las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* contienen compuestos químicos con potencial antioxidante.

Palabras clave: *Lepidoceras peruvianum*, hemiparásita, composición química, LC-MS/MS, compuestos fenólicos, actividad antioxidante *in vitro*.

ABSTRACT

Lepidoceras peruvianum Kuijt is a hemiparasitic species endemic to Peru. The objective was to determine the chemical composition, the content of phenolic compounds and the potential antioxidant activity of the leaves and fruits of *Lepidoceras peruvianum* Kuijt. The plant species was collected in the Vinchos district in Peru. The chemical profile was evaluated by liquid chromatography coupled to mass spectrometry (LC-MS/MS). Total phenols were quantified using the Folin-Ciocalteu method and expressed as milligrams equivalent to gallic acid (mg GAE/g); the flavonoids by the aluminum trichloride method expressed as milligrams equivalent to rutin (mg RuE/g) and anthocyanins by the pH-differential method expressed as milligrams equivalent to cyanidin-3-glycoside (mg/100 g). The antioxidant potential was determined using the *in vitro* DPPH, ABTS^{•+} and FRAP methods and was expressed as antioxidant activity (%) and efficient antioxidant concentration (EC₅₀). LC-MS/MS analysis of the leaves revealed the presence of carbohydrates, organic acids, flavonoids, condensed tannins, lignans, alkaloids; and in the fruits, organic acids, condensed tannins, anthocyanins and flavonoids, among other compounds. The leaves showed 292.4 ± 2.1 mg GAE/g and 44.0 ± 1.1 mg RuE/g. The fruits contain 216.8 ± 3.9 mg GAE/g and anthocyanins 120.08 ± 3.6 mg/ 100 g. The leaves presented greater antioxidant potential by the three methods, with EC₅₀ values of 90.6 ± 0.1 µg/mL; 215.1 ± 0.1 µg/mL and 101.2 ± 3.9 µg/mL, respectively. It is concluded that the leaves and fruits of *Lepidoceras peruvianum* contain chemical compounds with antioxidant potential.

Keywords: *Lepidoceras peruvianum*, hemiparasite, chemical composition, LC-MS/MS, phenolic compounds, *in vitro* antioxidant activity.

I. INTRODUCCIÓN

Lepidoceras peruvianum Kuijt es una especie hemiparásita endémica del Perú. A decir de Kuijt, es una especie notable, conocida solo por la colección de tipos en Perú y que hasta ahora había escapado a su detección, y que junto a *Lepidoceras chilense*, son las únicas especies del género *Lepidoceras* Hooker f., pertenecientes a la familia Eremolepidaceae.¹ Ocupa las partes altas de la región Mesoandina, entre los 3500 y 3600 msnm, entre las cuencas del Pampas y Mantaro y que no se encuentra representada en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado.²

L. peruvianum, fue recolectada por primera vez por Weberbauer en 1910 en Totorobamba, en la Provincia de Huamanga del Departamento de Ayacucho y posteriormente fue estudiada por Kuijt en 1985, quien realizó su descripción botánica.^{1,2} En el 2013 fue recolectada por Aronés et al.,³ en el Bosque de Piedras de Huaraca, distrito de Vinchos en Perú.

El endemismo es un instrumento importante para determinar y examinar los objetivos y prioridades de una estrategia para la conservación de la biodiversidad biológica. Los endemismos peruanos están vinculados a los Andes y se reconocen un total de 5509 taxones restringidos al Perú y que corresponde a un 27,9% de la flora.² *L. peruvianum* solo ha sido reportada en el Perú, y específicamente en la región de Ayacucho, lo que le da un valor incalculable, tanto en la preservación de especies y la conservación de su material genético.

Las angiospermas parasitarias son especies que dependen, en diversos grados, de la planta hospedante para la adquisición de agua y solutos; y el movimiento de los recursos ocurre a través de uno o más haustorios, que sirven para unir el parásito al huésped. Las hemiparásitas, como la *L. peruvianum*, son capaces de fijar una proporción de su carbono de forma autotrófica y también pueden tener una mayor capacidad de asimilar nutrientes inorgánicos.⁴ Las especies parásitas y hemiparásitas por lo general son agentes patógenos de sus hospedantes y en

muchas partes del mundo son serias plagas forestales. Por otro lado, algunas especies han sido utilizadas tradicionalmente para el tratamiento de problemas urológicos, dermatológicos, diabetes, tumores en la piel y como antiséptico.⁵

El único estudio reportado sobre *L. peruvianum* fue el publicado por Aronés et al.,³ en el 2022, quienes reportaron que las hojas de *L. peruvianum* son usadas para la inflamación y el dolor, en forma de decocción y son administradas por vía tópica y que los frutos son comestibles. Evidenciaron que las hojas contienen triterpenos y/o esteroides, quinonas, flavonoides, cardiotónicos, fenoles y/o taninos, saponinas y cumarinas; asimismo, los frutos contienen triterpenos y/o esteroides, flavonoides, fenoles y/o taninos y antocianinas; asimismo, determinaron que esta especie tiene actividad antioxidante.

Siguiendo la línea de investigación de esta especie, se pretende evaluar el perfil químico, tanto de las hojas y frutos, ya que permitirá un conocimiento preliminar del comportamiento químico de esta especie. El perfil químico es un instrumento utilizado en la selección de plantas para el estudio.⁶

Asimismo, se evaluará el contenido de compuestos fenólicos y su actividad antioxidante. Al respecto, el uso de métodos *in vitro* para evaluar la capacidad antioxidante se recomienda como criterio preliminar para jerarquizar las distintas plantas, extractos o fracciones de éstos, de acuerdo con su poder antioxidante. Así mismo, éstos métodos, a menudo son correlacionados con el contenido de fenoles totales.⁶

Esta investigación se justifica desde el ámbito tecnológico, ya que el estudio de las plantas hemiparásitas y sus compuestos bioactivos puede ser una fuente de innovación tecnológica para la industria farmacéutica y la biotecnología. La identificación de nuevos compuestos bioactivos y la optimización de los procesos de producción pueden llevar a nuevos medicamentos y terapias para enfermedades que actualmente no tienen tratamientos efectivos.

Desde una perspectiva humanística, este estudio puede proporcionar un enfoque natural y no invasivo para el tratamiento de problemas de salud, lo que puede mejorar la calidad de vida de las personas. Los compuestos fenólicos pueden ser utilizados como antioxidantes y estos a su vez para prevenir y tratar diversas enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, tales como, el cáncer, entre otras.

A nivel científico la investigación se justifica, ya que la caracterización química de las hojas y frutos de *L. peruvianum* permitirá el uso eficaz y seguro de este recurso

natural sustentado en la evaluación de su calidad. Entre otros, permite la identificación de los componentes activos y ayuda a comprender cómo estos componentes interactúan con el cuerpo. La caracterización química es importante para establecer estándares de calidad y asegurar su autenticidad y contenga los componentes activos necesarios. La caracterización química es importante para evaluar la seguridad, ya que se pueden evaluar posibles interacciones con otros fármacos, alergias y efectos secundarios; además, algunos componentes pueden ser tóxicos en grandes cantidades. La caracterización química puede ayudar a identificar nuevos componentes y aplicaciones terapéuticas, al conocer la composición química se pueden realizar estudios para evaluar su actividad biológica y establecer su potencial terapéutico.

El estudio de especies nativas y endémicas tiene importancia en la conservación no solo de la biodiversidad, sino también, en la conservación del material genético. En ese sentido esta investigación se planteó como problema de investigación: ¿Cuál es perfil químico, el contenido de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante de las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt? Asimismo, se plantea como objetivo determinar la composición química, el contenido de compuestos fenólicos y potencial actividad antioxidante de las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt.

Entre los objetivos específicos tenemos:

- a. Determinar la composición química de las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt. mediante LC-MS/MS.
- b. Determinar el contenido de compuestos fenólicos de las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt.
- c. Evaluar la actividad antioxidante de las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt. mediante el método *in vitro* de DPPH, ABTS^{•+} y FRAP.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Los estudios de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt son escasos y a continuación lo presentamos:

Kuijt,¹ en 1988, en su publicación “Monografía de Eremolepidaceae”, refiere que *Lepidoceras peruvianum* Kuijt es una especie hemiparásita endémica del Perú. A decir de Kuijt, es una especie notable, conocida solo por la colección de tipos en Perú y que hasta ese momento había escapado a su detección, y que junto a *Lepidoceras chilense*, son las únicas especies del género *Lepidoceras* Hooker f., pertenecientes a la familia Eremolepidaceae.

León,² en el 2006, reportó el estudio de Eremolepidaceae endémicas del Perú. Evidenció que la familia Eremolepidaceae es reconocida en el Perú por presentar dos géneros y tres especies, todos arbustos parásitos. Reconoció un endemismo en el género *Lepidoceras* y que estas especies ocupan las partes altas de la región Mesoandina, entre los 3500 y 3600 metros de altitud y que no se encuentra representada en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. Respecto a *L. peruvianum* refiere que es un arbusto parásito descrito de una planta recolectada en 1910, de una localidad entre las cuencas del Pampas y Mantaro. Además, menciona que esta especie, al parecer, no ha vuelto a ser recolectada, tal vez por su hábito y por la poca herborización en esa zona. Por su rango geográfico restringido y el impacto en la zona de la extracción para leña, sus poblaciones podrían estar amenazadas.

Aronés et al.,³ en el 2022, reportó el estudio del tamizaje fitoquímico, determinación del contenido de compuestos fenólicos y evaluación del potencial antioxidante de trece plantas medicinales de los afloramientos rocosos del Bosque de Piedras de Huaraca en Perú. Entre las especies incluidas se reportó los resultados del análisis de la hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt.³. Reportaron que las hojas de *L. peruvianum* se usan para la inflamación y el dolor,

en forma de decocción y se administra por vía tópica.³ Evidenciaron que las hojas contienen triterpenos y/o esteroides, quinonas, flavonoides, cardiotónicos, fenoles y/o taninos, saponinas y cumarinas; asimismo, los frutos contienen triterpenos y/o esteroides, flavonoides, fenoles y/o taninos y antocianinas.³ Las hojas presentaron un contenido de fenoles totales de $292,4 \pm 2,1$ mg GAE/g y de flavonoides de $44,0 \pm 1,1$ mg RUE/g. El contenido de antocianinas totales en frutos fue de $1463,6 \pm 37,8$ mg/100 g expresados en base a cianidina-3-glicósido.³ La actividad antioxidante de las hojas por el método DPPH, a una concentración de 100 µg/mL, fue de $46,3 \pm 0,9\%$ con una concentración eficiente de $106,1 \pm 0,7$ µg/mL. Asimismo, la actividad antioxidante de los frutos, por el método DPPH a una concentración de 100 µg/mL, fue de $19,4 \pm 0,51 \%$ y con una concentración eficiente de $761,5 \pm 4,11$ µg/mL.

2.2. Redacción del marco teórico

2.2.1. *Lepidoceras peruvianum* Kuijt

2.2.1.1. Clasificación taxonómica y descripción botánica

Lepidoceras peruvianum Kuijt fue recolectada por primera vez por Weberbauer en 1910 en Totorobamba, en la Provincia de Huamanga del Departamento de Ayacucho y posteriormente fue estudiada por Kuijt en 1985, quien realizó su descripción botánica.¹ En el 2013 fue recolectada por Aronés et al., en el Bosque de Piedras de Huaraca, distrito de Vinchos, Perú,³ y fue identificado en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Anexo 1). Su clasificación taxonómica es:

Clase	: Equisetopsida C. Agardh
Subclase	: Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden	: Santalanae Thorne ex Reveal
Orden	: Santalales R. Br. ex Bercht. & J. Presl
Familia	: Santalaceae R. Br.
Género	: <i>Lepidoceras</i> Hook. F



Figura 1. Fotografía de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt.

Especie : *Lepidoceras peruvianum* Kuijt,

Nombre vulgar : "tullma"

Lepidoceras peruvianum Kuijt es una especie hemiparásita endémica del Perú. A decir de Kuijt, es una especie notable, conocida solo por la colección de tipos en Perú y que hasta ahora había escapado a su detección, y que junto a *Lepidoceras chilense*, son las únicas especies del género *Lepidoceras* Hooker f., pertenecientes a la familia Eremolepidaceae.¹

León,² refiere que *L. peruvianum* es una planta endémica del género *Lepidoceras*, que ocupa las partes altas de la región Mesoandina, entre los 3500 y 3600 msnm, entre las cuencas del Pampas y Mantaro y que no se encuentra representada en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado.

L. peruvianum es una planta parva, densifoliata, erecta; filotaxis opuesta; internodio ancho de 1 cm de largo; **folia sat carnosa, sessilia**, calloso-apiculata. Flores monoici, en **spicis diversis**; semen exalbuminoso; embrión sphaeroideus, cotyledonibus nullis. Plantas pequeñas, densamente ramificadas con ramas rígidas, que se vuelven quebradizas cuando se secan; tallos minuciosamente verrugosos /papilados, los más viejos, sin

hojas, parecen espinosos debido a las brácteas persistentes en los nudos; filotaxia decusada en todas partes. Entrenudos de 1 cm o menos de largo, alrededor de 1 mm de espesor cuando tienen hojas; ramificado percurrente, pero estacional, formándose una yema latente al final del crecimiento de la temporada. Hojas de hasta 11 mm de largo y 3 mm de ancho, anchas en forma de punzón a estrechamente ovadas, sésiles, gruesas, márgenes enrollables cuando están secas, nervadura oscura; cada hoja con una "uña" esclerótica terminal prominente, lisa, aguda, oscura; esta estructura es relativamente más prominente en las primeras hojas, las primeras hojas aparentemente expanden ligeramente

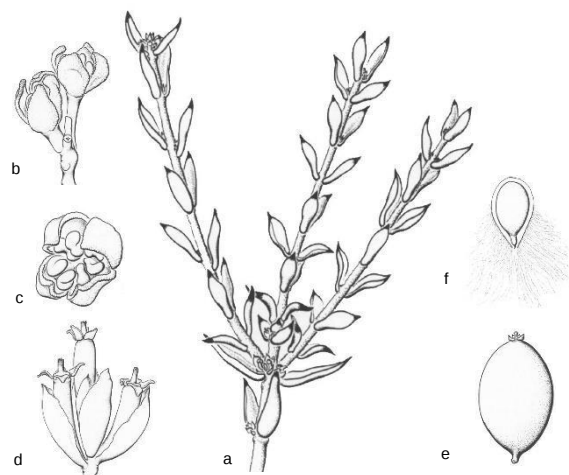


Figura 2. Descripción botánica de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt. a. Hábito; b. Inflorescencia masculina; c. Flores masculinas; d) Espiga femenina; e) Fruto maduro; f) Embrión.

las escamas de las yemas; base de la hoja algo gibosa/saca. Monoico. Inflorescencia en racimo (macho) o espiga (hembra) axilar, corta, sésil, unisexual, indeterminada, revestida de varios pares de hojas de escamas decusadas, en su mayoría con 4 o 5 flores por inflorescencia, las hojas de escamas caducas en el macho, posiblemente persistentes en la hembra. Flores masculinas en racimo indeterminado con un eje de aproximadamente 1 mm de largo, brácteas deciduas/caducas, cada flor de pedúnculo corto, 4-partidas, pétalos triangulares, cada uno con una antera de 4 lóbulos en un filamento libre muy corto, centro de la flor con disco pequeño, débilmente de 4 lóbulos. Flores femeninas sésiles, ovario inferior, cerca de 1 mm de largo, menos de 0,5 mm de ancho y afinándose hacia abajo; pétalos 4, de 0,5 mm de largo, triangulares, colocados sobre una ligera constricción, rodeando un disco del centro del cual se eleva el estilo robusto (0,5 mm de largo); estigma pobremente diferenciado, débilmente de 4 lóbulos. Fruto de 3,5 mm de largo, 2,5 mm de ancho, de contorno elíptico, pétalos y estilo persistentes; embrión una estructura indiferenciada, globular, acótula, ovoide de aproximadamente 1,5 mm de largo. Número de cromosomas desconocido.¹

Aunque la morfología y filotaxia de sus hojas, junto con la falta de endospermo, indican claramente una posición sistemática en Lepidoceras, esta especie muestra diferencias significativas con *L. chilense*. Entre estos, la presencia de una inflorescencia femenina escamosa claramente definida es muy importante, pero más aún lo es el embrión indiferenciado, una condición que invita a especular sobre la germinación y la producción de brotes en base a una comparación con *Tristerix aphyllus* (de Candolle) Barlow & Wiens (Loranthaceae). Esta última es la única otra especie conocida de muérdago con un embrión acotilar, y se dispone de mucha más información. En esa especie, el polo de la raíz de la radícula crece para adherirse eventualmente a la superficie del huésped por medio de un disco haustorial expandido; a partir de este disco se produce la penetración. El polo cotiledonario de la plántula nunca emerge del endospermo. De hecho, toda la plántula y el disco mueren y se marchitan al penetrar con éxito, y todos los brotes aéreos se derivan accidentalmente de hebras endófitas. Por lo tanto, es completamente posible que *L. peruvianum* haya desarrollado independientemente un patrón de crecimiento similar. Es de esperar que la especie sea recolectada nuevamente por un observador que preste atención a la distribución de los brotes en la superficie del huésped y otros detalles relacionados. Mientras tanto, existe la posibilidad de que esta plántula simplemente represente una condición extrema

de la que se ve en *Eubrachion*, donde los cotiledones también son muy pequeños; por lo tanto, la germinación y el establecimiento pueden ser tan simples como en ese género.¹

La espiga femenina parece proporcionar un vínculo sistemático con *Antidaphne*; de manera similar, la condición monoica de *Lepidoceras peruvianum* es comparable a la de *A. schottii*. Por lo tanto, podemos considerar a *L. peruvianum* como una especie de puente entre *L. chilense* y el género *Antidaphne*. Aunque la ubicación en ese género no es apropiada, el descubrimiento de *L. peruvianum* agrega una unidad considerable a la familia como un todo.¹

2.2.1.2. Usos tradicionales

Las hojas de *L. peruvianum* se usan para la inflamación y el dolor, en forma de decocción y se administra por vía tópica.³ Los pobladores consumen los frutos como alimento.³

2.2.1.3. Composición química

Las hojas contienen triterpenos y/o esteroides, quinonas, flavonoides, cardiotónicos, fenoles y/o taninos, saponinas y cumarinas; asimismo, los frutos contienen triterpenos y/o esteroides, flavonoides, fenoles y/o taninos y antocianinas.³

Las hojas presentan un contenido de fenoles totales de $292,4 \pm 2,1$ mg GAE/g y de flavonoides de $44,0 \pm 1,1$ mg RUE/g. El contenido de antocianinas totales en frutos fue de $1463,6 \pm 37,8$ mg/100 g expresados en base a cianidina-3-glicósido.³

2.2.1.4. Actividad antioxidante

Se ha demostrado la actividad antioxidante de las hojas de *L. peruvianum* por el método DPPH. Sus hojas presentan una actividad antioxidante de $46,3 \pm 0,9\%$ una concentración de 100 µg/mL y una concentración eficiente de $106,1 \pm 0,7$ µg/mL. Asimismo, la actividad antioxidante de los frutos, por el método DPPH a una concentración de 100 µg/mL, fue de $19,4 \pm 0,51 \%$, con una concentración eficiente de $761,5 \pm 4,11$ µg/mL.³

2.2.2. Plantas parásitas

Las plantas parásitas son plantas que se adhieren y se alimentan de otras plantas usando una estructura parásita llamada **haustorio**. El haustorio es un órgano multicelular especializado homólogo a una raíz, que penetra en un huésped, establece una conexión vascular y facilita la transferencia de nutrientes y otras moléculas. Aproximadamente 4530 de las 369 000 especies de plantas con flores (1,2 %) son parásitas, y el parasitismo evoluciona al menos 12 veces entre las

angiospermas. Son extremadamente diversos desde el punto de vista morfológico y van desde plantas herbáceas diminutas hasta árboles grandes, así como parásitos muy reducidos que crecen incrustados en su huésped y carecen de hojas y raíces. Las plantas parásitas se pueden dividir en función de si son fotosintéticamente activas (**hemiparásitos**) o carecen de actividad fotosintética y dependen completamente de un huésped para el carbono (**holoparásitos**), si son **parásitos facultativos** u obligados, y si se adhieren a las raíces o al tallo del huésped.⁵

Las plantas parásitas pueden tener un efecto **perjudicial**, así como **benéfico**. Pueden afectar los sistemas naturales y agrícolas, reducir la productividad del hospedero. Sin embargo, pueden actuar como ingenieros de ecosistemas que suprimen el crecimiento de plantas competitivamente dominantes y ayudan a mantener la diversidad de especies, y se utilizan en proyectos de restauración de pastizales. También se usan en horticultura con fines turísticos, por ejemplo, *Rafflesia arnoldi* produce las flores más grandes del mundo.⁵ Las plantas parásitas también han sido de interés terapéutico, tal como, se evidencia en *Viscum album*⁷ y *Ligaria cuneifolia*,⁸ entre otros.

La actividad antioxidante de las plantas hemiparásitas se ha estudiado en diferentes especies, y se ha encontrado que muchas de ellas poseen compuestos con actividad antioxidante. Los antioxidantes son sustancias que protegen a las células del daño causado por los radicales libres, que se producen como resultado del metabolismo normal del cuerpo, pero también debido a factores ambientales como la exposición a la radiación solar, la contaminación y el tabaquismo. Entre las especies de plantas hemiparásitas estudiadas, se encuentran *Viscum album* que es una especie europea⁷, y de *Ligaria cuneifolia* que es una especie de nativa de Latinoamérica.⁸ En estudios in vitro se ha demostrado que extractos de estas plantas poseen actividad antioxidante y pueden proteger a las células de la oxidación.⁷⁻⁹

Además, algunos estudios han sugerido que las plantas hemiparásitas pueden contener compuestos con actividad anticancerígena. Sin embargo, es importante señalar que la actividad antioxidante y anticancerígena de las plantas hemiparásitas puede variar según la especie y la parte de la planta que se utilice, así como la forma de extracción y preparación del extracto. Por lo tanto, se necesitan más estudios para determinar las propiedades específicas de cada especie y su potencial uso en la medicina y la industria.

2.2.3. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos son conocidos por sus **propiedades antioxidantes** debido a su capacidad para neutralizar los radicales libres y reducir el estrés oxidativo en el cuerpo. Estos compuestos se encuentran en una amplia variedad de alimentos, incluyendo frutas, verduras, granos enteros, té y vino. Los compuestos fenólicos pueden reducir el estrés oxidativo en el cuerpo humano y mejorar la salud en general. Los alimentos ricos en compuestos fenólicos, como las frutas y verduras, deberían formar parte de una dieta saludable y equilibrada para maximizar los beneficios antioxidantes.¹⁰

La ingesta de compuestos fenólicos está inversamente asociada con el riesgo de enfermedad cardiovascular, cáncer y otras enfermedades crónicas y su consumo puede reducir el riesgo de enfermedades crónicas.^{11,12}

En general, estos estudios y muchos otros han demostrado que los compuestos fenólicos tienen una actividad antioxidante significativa y que su consumo puede tener efectos beneficiosos para la salud en general. Es importante consumir una variedad de alimentos ricos en compuestos fenólicos como parte de una dieta saludable y equilibrada para maximizar estos beneficios.

El **mecanismo de acción** de la actividad antioxidante de los compuestos fenólicos ha sido ampliamente investigado en la literatura científica. Se cree que estos compuestos actúan mediante una variedad de mecanismos, incluyendo la neutralización de los radicales libres, la quelación de metales pesados y la estimulación de enzimas antioxidantes endógenas.

Los compuestos fenólicos actúan principalmente mediante la neutralización de los radicales libres y la quelación de metales pesados, aunque también pueden estimular la producción de enzimas antioxidantes endógenas en el cuerpo.¹³ Por ejemplo, el ácido ferúlico actúa mediante la neutralización de los radicales libres y la quelación de metales pesados, y también puede estimular la producción de enzimas antioxidantes endógenas en el cuerpo.¹⁴

Los compuestos fenólicos actúan mediante una variedad de mecanismos, incluyendo la neutralización de los radicales libres, la inhibición de la oxidación lipídica y la estimulación de la producción de enzimas antioxidantes endógenas.¹⁵

El **trímero de procianidina tipo B** es un tipo específico de procianidina, que es una clase de compuestos fenólicos encontrados en una variedad de plantas. Las procianidinas son un tipo de taninos condensados y forman parte de los polifenoles, conocidos por sus propiedades antioxidantes. Estos compuestos contribuyen a la salud humana de varias maneras, incluyendo la protección contra enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de

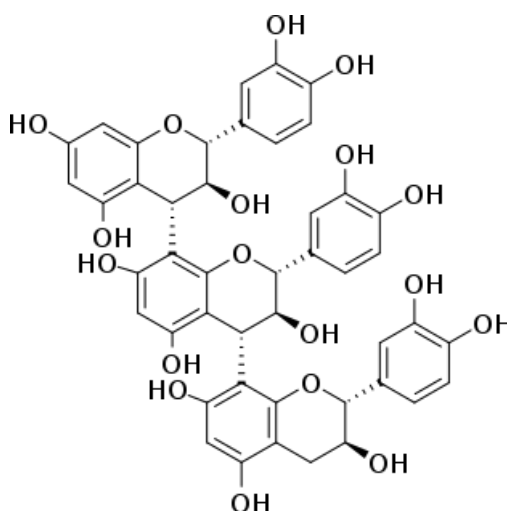


Figura 3. Trímero de procianidina tipo B.

cáncer, así como la modulación del sistema inmunológico.¹⁶

Los trómeros de procianidina tipo B están compuestos por tres unidades de catequinas (un tipo de flavonoides) unidas entre sí. Estas estructuras pueden variar dependiendo de la forma en que las unidades de catequinas están enlazadas. Las procianidinas se encuentran en una amplia gama de alimentos y bebidas, incluyendo el vino tinto, las manzanas, el chocolate, las uvas, y el té, entre otros. Debido a sus efectos antioxidantes, se ha investigado el papel de las procianidinas en la prevención de diversas enfermedades crónicas, así como en la mejora de la salud cardiovascular y la función endotelial.¹⁶

El **dímero de procianidina tipo B** es un compuesto polifenólico perteneciente a la clase de las procianidinas, que son un tipo de taninos condensados encontrados en diversas plantas. Este compuesto se caracteriza por la unión de dos monómeros de catequina, un tipo de flavonoide, a través de enlaces específicos que forman una

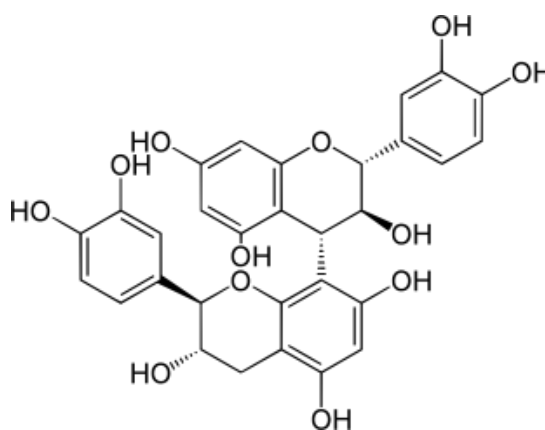


Figura 4. Dímero de procianidina tipo B.

estructura dímica. Las procianidinas, incluidos los dímeros de tipo B, son conocidas por sus potentes propiedades antioxidantes, contribuyendo a la protección contra el estrés oxidativo y la inflamación, factores asociados con diversas enfermedades crónicas.¹⁶

Los dímeros de procianidina tipo B se encuentran en varios alimentos y bebidas, tales como el vino tinto, el chocolate, las manzanas, las uvas y el té. Estos compuestos han sido objeto de estudio debido a su capacidad para beneficiar la salud humana, incluyendo la mejora de la salud cardiovascular, la protección contra ciertos tipos de cáncer, y la modulación de la respuesta inmunitaria. También se investiga su papel en la mejora de la función endotelial y en la reducción de la presión arterial.¹⁶

El **siringaresinol diglucósido** (SDG) es un lignano, un tipo de fitoquímico que se encuentra principalmente en semillas de lino (*Linum usitatissimum*), así como en otras plantas y alimentos como el sésamo, ciertas frutas, vegetales y cereales. Los lignanos son conocidos por su actividad antioxidante y por su capacidad de actuar como fitoestrógenos, es decir, compuestos vegetales capaces de ejercer efectos similares a los estrógenos en el cuerpo humano.¹⁷

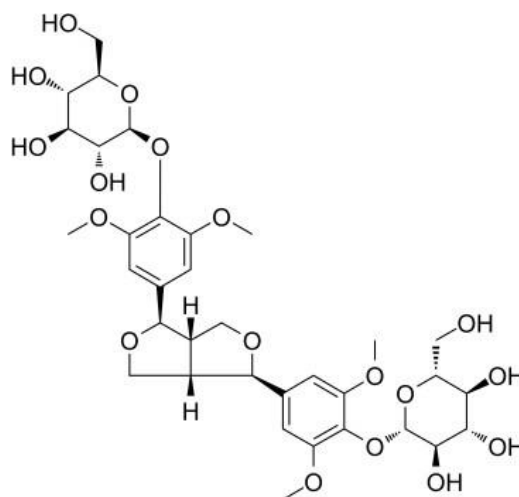


Figura 5. Siringaresinol diglucósido.

El SDG ha sido objeto de interés científico debido a sus potenciales beneficios para la salud. La investigación sugiere que puede tener varios efectos positivos, incluyendo:

- **Propiedades antioxidantes:** El SDG puede ayudar a proteger las células contra el daño causado por los radicales libres, sustancias que están implicadas en el desarrollo de enfermedades crónicas como enfermedades cardiovasculares y cáncer.¹⁷
- **Efectos sobre la salud cardiovascular:** Se ha sugerido que el SDG puede contribuir a mejorar la salud cardiovascular mediante la reducción de los niveles de colesterol, la presión arterial y la inflamación.¹⁷
- **Potencial anticancerígeno:** Algunos estudios han indicado que el SDG podría tener propiedades anticancerígenas, particularmente en lo que respecta a la prevención de ciertos tipos de cáncer, como el de mama y el de próstata, posiblemente debido a su capacidad para influir en el metabolismo de los estrógenos.¹⁷

- Efectos sobre la salud ósea: El SDG también podría tener un papel en la protección contra la osteoporosis, especialmente en mujeres postmenopáusicas, gracias a sus efectos fitoestrogénicos.¹⁷

No obstante, a pesar de estos posibles beneficios, es importante destacar que la mayoría de las investigaciones sobre el siringaresinol diglucósido se han realizado en modelos animales o in vitro. Por lo tanto, se necesita más investigación, especialmente estudios en humanos, para confirmar su seguridad y eficacia como suplemento o tratamiento para diversas condiciones de salud.

La **quercetina-3-O-rutinósido**, más conocida como **rutina**, es un flavonoide natural presente en una amplia variedad de plantas, incluyendo frutas y verduras como los cítricos, las bayas, las manzanas, y el trigo sarraceno, entre otros. La rutina es un glucósido de la quercetina, lo que significa que la molécula de

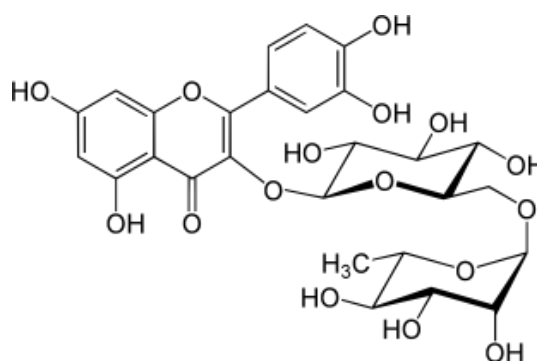


Figura 6. Quercetina-3-O-rutinósido.

quercetina está unida a un azúcar (rutinosa en este caso), lo que afecta su solubilidad y absorción en el cuerpo humano.¹⁸

Este compuesto posee múltiples propiedades beneficiosas para la salud, incluyendo actividad antioxidante, antiinflamatoria, antitrombótica, y vasoprotectora. Las investigaciones sugieren que la rutina puede ayudar a fortalecer los vasos sanguíneos, mejorar la circulación, y reducir la permeabilidad capilar, lo que la hace útil en el tratamiento de venas varicosas y hemorroides, así como en la prevención de trombosis.¹⁸

Además de sus efectos sobre el sistema circulatorio, la rutina ha demostrado tener potencial para proteger contra ciertas enfermedades crónicas, como enfermedades cardiovasculares, ciertos tipos de cáncer, y trastornos inflamatorios. También se ha investigado su capacidad para mejorar la absorción y efectividad de otros antioxidantes, como la vitamina C.¹⁸

A pesar de estos beneficios potenciales, la investigación sobre la rutina y su efectividad en humanos sigue siendo limitada, y se requieren más estudios clínicos para establecer dosis efectivas, seguridad a largo plazo, y mecanismos de acción específicos.¹⁸

El **buddlenol D 4-O-glucopiranosido** es un compuesto específico que pertenece a la clase de los glucósidos fenólicos, sustancias químicas naturales encontradas en algunas plantas. Este tipo de compuesto se caracteriza por la presencia de un grupo fenólico unido a una molécula de glucosa mediante un enlace glucosídico, específicamente en la posición 4 del anillo de glucopiranosido.

Los glucósidos fenólicos, como el buddlenol D 4-O-glucopiranosido, tienen varias propiedades importantes, incluyendo actividades antioxidantes, antiinflamatorias, y potencialmente antimicrobianas, entre otras. Estas sustancias pueden jugar un papel significativo en la protección de las plantas contra patógenos y estrés ambiental, y también ofrecen beneficios potenciales para la salud humana cuando se consumen en la dieta a través de plantas medicinales, frutas, verduras, y otros alimentos vegetales.

Sin embargo, la información específica sobre el buddlenol D 4-O-glucopiranosido, incluyendo su fuente exacta, actividad biológica, y aplicaciones potenciales, puede ser limitada en la literatura científica disponible, ya que la investigación sobre muchos compuestos naturales específicos es a menudo preliminar o no tan extensa como la investigación sobre compuestos más conocidos y estudiados. En general, el estudio de los glucósidos y otros fitoquímicos continúa siendo un área de interés para la ciencia debido a su potencial para descubrir nuevos tratamientos y beneficios para la salud basados en recursos naturales.

La **cianidina-3-O-rutinósido** es un tipo de glucósido flavonoide, un compuesto químico natural que se encuentra en ciertas plantas. Pertenece a la clase de las antocianinas, que son pigmentos responsables de los colores rojos, púrpuras y azules en muchas frutas, verduras, granos y flores. Las antocianinas, incluyendo la cianidina-3-O-rutinósido, son conocidos por sus propiedades

antioxidantes, lo que significa que pueden ayudar a proteger las células contra el daño causado por los radicales libres, moléculas inestables que pueden contribuir al envejecimiento y a diversas enfermedades.¹⁷

La cianidina-3-O-rutinósido, en particular, se ha estudiado por sus potenciales beneficios para la salud, incluyendo la mejora de la función visual, la protección

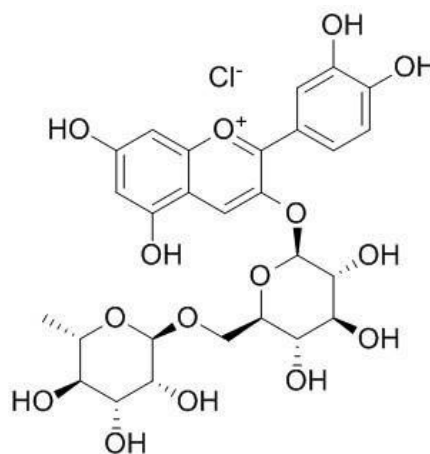


Figura 7. Cianidina-3-O-rutinósido.

cardiovascular y la regulación del metabolismo de la glucosa, aunque la evidencia científica aún está en desarrollo y se requiere más investigación para comprender completamente sus efectos y mecanismos de acción. Este compuesto se encuentra en alimentos como las bayas (por ejemplo, moras, arándanos, frambuesas), algunas verduras, vinos tintos y té, contribuyendo no solo a sus vibrantes colores sino también a sus beneficios nutricionales y potencial terapéutico.¹⁷

El **kaempferol-3-O-hexosil-3''-desoxihexósido** es un compuesto bioactivo perteneciente a la clase de los flavonoides, específicamente un tipo de glucósido de kaempferol. Los flavonoides son una amplia clase de fitonutrientes (nutrientes de las plantas)

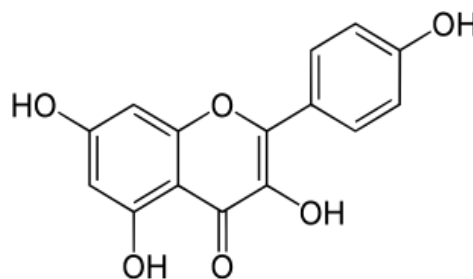


Figura 8. Kaempferol.

conocidos por sus propiedades

antioxidantes, antiinflamatorias y protectoras contra diversas enfermedades. El kaempferol es un flavonol, un subgrupo de los flavonoides, y se encuentra en una amplia variedad de plantas, incluidas frutas, verduras, té, y vino. La presencia y el tipo de azúcar(s) adjunto(s) pueden influir significativamente en las propiedades biológicas del compuesto, incluyendo su solubilidad, estabilidad, absorción y metabolismo en el cuerpo humano, así como sus efectos sobre la salud.¹⁹

El kaempferol y sus glucósidos han sido estudiados por sus potenciales beneficios para la salud, que incluyen actividades anticancerígenas, cardioprotectoras, antiinflamatorias, y neuroprotectoras. Sin embargo, el kaempferol-3-O-hexosil-3''-desoxihexósido en particular es un compuesto más específico y menos común, y podría requerir investigación científica adicional para comprender completamente sus efectos específicos y mecanismos de acción.¹⁹

2.3. Marco conceptual

Hemiparásitas. Son especies vegetales parásitas fotosintéticamente activas.⁵

Especie endémica. Una especie vegetal endémica es una planta que se encuentra únicamente en una región geográfica específica y no se encuentra de manera natural en ningún otro lugar del mundo.²⁰

Radical DPPH. Es el 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo.⁶

Radical ABTS. Es el Acido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6-sulfónico.⁶

Radical FRAP. Es el radical formado por un complejo férrico-2,4,6-tripiridil-s-triazina.⁶

Perfil químico. El perfil químico se refiere a la composición química de una sustancia, que puede incluir información sobre sus componentes, su concentración, su estructura molecular y sus propiedades físicas y químicas.²¹

Potencial antioxidante. El potencial antioxidante se refiere a la capacidad de una sustancia para proteger a las células del daño causado por los radicales libres, que son moléculas inestables y altamente reactivas que pueden dañar las células y contribuir al desarrollo de diversas enfermedades.²²

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

La investigación se realizó en los laboratorios del Centro de Desarrollo, Análisis y Control de Calidad de Medicamentos y Fitomedicamentos de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es básica, ya que está orientado a conocer la composición química y potencial actividad antioxidante de las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt.

3.3. Definición de la población y muestra

3.3.1. Población

Hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt. que crece de manera silvestre en el Bosque de Piedras de Huaraca.

3.3.1. Muestra

200 gramos de hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt.

3.4. Métodos instrumentales para la recolección de datos

El perfil químico se evaluó por cromatografía líquida acoplada a espectroscopía de masas (LC-MSMS). El contenido de fenoles se evaluó por el método de Folin Ciocalteu, flavonoides por el método de tricloruro de aluminio y las antocianinas por el método pH-diferencial. La evaluación de la actividad antioxidante por los métodos DPPH, ABTS^{•+} y FRAP se realizó mediante el método espectrofotométrico.

3.5. Procedimiento para la recolección de datos

3.5.1. Recolección e identificación del material vegetal

L. peruvianum fue recolectado en el anexo de Huaraca del centro poblado de Anchacchuasi del distrito de Vinchos, Provincia de Huamanga del Departamento de Ayacucho, en el lugar conocido como Bosque de Piedras de Huaraca. Las

coordenadas geográficas son 13°18'58.9" latitud sur, 74°26'55.8" longitud oeste y una altitud de 3627 msnm.

Se confeccionó un herbario del material vegetal para su identificación y depósito respectivo en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (Anexo 1)

Para la evaluación del perfil químico por LC-MS, se liofilizaron 20 gramos de hojas y frutos utilizando un liofilizador Labcom a -42 °C y 0,013 mbar durante 48 h y se remitió a la Unidad de Investigación en Productos Naturales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Para la evaluación de la actividad antioxidante 200 g de las hojas y frutos se secaron a la sombra y luego en una estufa a 40 °C; posteriormente se pulverizaron con un molino y se almacenaron en envases de vidrio herméticamente cerrados hasta su análisis en el Laboratorio de Control de Calidad del CEDACMEF.

3.5.2. Determinación del contenido de fenoles totales y flavonoides

3.5.2.1. Preparación del extracto hidroalcohólico

El extracto de las hojas fue obtenido por percolación, usando como solvente etanol de 70°. El extracto fue filtrado y luego concentrado en un Rotavapor R-3000 a 40 °C. El extracto hidroalcohólico seco se obtuvo utilizando el Mini Spray Dryer B-290 a una temperatura de entrada de 120 °C, velocidad de flujo 2 mL/min y aspiración 100%.³

3.5.2.2. Contenido de fenoles totales

El contenido de fenoles totales (TPC) fue determinado colorimétricamente usando el reactivo de Folin-Ciocalteu (RFC).²³ Se preparó una solución madre de 320 µg/mL del extracto por triplicado. Se midió 100 µL de cada solución y se adicionará 500 µL de RFC (1:10) y 400 µL de Na₂CO₃ 7,5 %. Transcurrido 30 min se midió la absorbancia a 765 nm. La concentración se calculó a partir de una curva patrón de ácido gálico ($y = 0,01x + 0,0262$; $r = 0,999$) y el TPC es expresado en miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de extracto seco (mg GAE/g).

3.5.2.3. Contenido de flavonoides

Para la cuantificación de flavonoides (TFC) se utilizó el método colorimétrico de tricloruro de aluminio.⁶ Se preparó una solución de 800 µg/mL del extracto por triplicado. Se midió 2,0 mL de cada solución y se adicionó 0,5 mL de AlCl₃ 2% y se completó a volumen de 5,0 mL con etanol 50°. Después de 30 min se midió las absorbancias a 415 nm. La concentración se calculó a partir de una curva patrón

de rutina ($y = 0,0259x + 0,0044$; $r = 0,998$) y el TFC es expresado en miligramos equivalentes de rutina por gramo de extracto seco (mg RUE/g).

3.5.3. Determinación del contenido de antocianinas

3.5.3.1. Preparación del extracto de antocianinas

Se pesó 15 g de fruto liofilizado y se maceró por 24 h en 200 mL de etanol 70° acidulado con ácido cítrico a pH 3,3; el macerado se filtró y luego concentró en un rotavapor a 40 °C. El extracto fue liofilizado a -42 °C y 0,013 mbar durante 48 h.

3.5.3.2. Cuantificación de antocianinas

El contenido de antocianinas (TAC) se determinó por el método de pH-diferencial.²⁴ Se preparó una solución de extracto de 10 mg/mL en etanol 70°, a partir del cual se preparó una solución de 1 mg/mL en buffer pH 1,0 y otra en buffer pH 4,5 por triplicado. Se midió las absorbancias a 520 nm y 720 nm, usando como blanco las soluciones buffer respectivas. Se calculó el TAC como equivalentes a cianidina-3-glicósido (mg/100 g), a partir de la Ecuación (1).

$$\text{TAC}(\text{mg. } 100 \text{ g}^{-1}) = \left(\frac{A^* \times \text{PM}}{\epsilon \times l} \times \frac{V_{\text{mp}}(\text{mL})}{W_{\text{mp}}(\text{mL})} \right) \times 100 \quad \text{Ecuación (1)}$$

donde, A*: diferencia de absorbancias en las dos longitudes de onda; PM: peso molecular para cianidina-3-glicósido (449,2 g mol); FD: factor de dilución; ϵ : coeficiente de extinción molar para cianidina-3-glicósido (26900 L/mL.cm); l: longitud de paso de celda (1 cm).

3.5.4. Determinación del potencial antioxidante

3.5.4.1. Determinación de la capacidad antioxidante por el método DPPH

La evaluación del potencial antioxidante se realizó monitoreando el consumo del radical libre DPPH por las muestras, a través de la disminución de las absorbancias de las soluciones a diferentes concentraciones y teniendo como control positivo al Trolox.^{6,23}

En primer lugar, se construyó una curva de calibración de DPPH, para lo cual se preparó 250 mL de solución de DPPH en metanol a una concentración de 40 $\mu\text{g/mL}$, mantenida en refrigeración y protegida de la luz. Se obtuvo diluciones de 1 a 35 $\mu\text{g/mL}$. La curva de calibración fue construida con los valores de absorbancia leídos a 515 nm de todas las soluciones por triplicado (1 a 40 $\mu\text{g/mL}$), utilizando como blanco el metanol.

En segundo lugar, se prepararon soluciones de los extractos y el control positivo Trolox en etanol de 96° a una concentración de 500 $\mu\text{g/mL}$ a partir de los cuales se prepararon diluciones de 25 a 250 $\mu\text{g/mL}$ en metanol. Se midió 300 μL de cada dilución y se adicionó 2,7 mL de solución de DPPH (40 $\mu\text{g/mL}$). Después de 30

min se midió la absorbancia a 515 nm, calibrando el espectrofotómetro con el blanco (300 µL de agua y 2,7 mL de DPPH). A partir de la curva de calibración de DPPH se determinó los porcentajes de DPPH remanentes (%DPPH_{REM}) a partir de la Ecuación (2).

$$\%DPPH_{REM} = \frac{[DPPH]_{T=t}}{[DPPH]_{T=0}} \quad \text{Ecuación (2)}$$

Donde $[DPPH]_{T=t}$ corresponde a la concentración de DPPH en el medio después de la reacción con el extracto y el control positivo y $[DPPH]_{T=0}$ es la concentración inicial de DPPH.

La concentración eficiente, cantidad de antioxidante necesaria para disminuir la concentración inicial de DPPH en 50 % (CE50), fue determinada utilizando el software OriginPro 8, a partir de una curva exponencial ($y = y_0 + Ae^{R_0 \cdot x}$) obtenida de los valores del porcentaje de DPPH remanente en función de la concentración de la muestra (µg/mL) o del control positivo.

Los porcentajes de actividad antioxidante (%AA) se calcularon a partir de la Ecuación (3):

$$AA(\%) = [(A_c) - (A_m - A_b)] / (A_c) \times 100 \quad \text{Ecuación (3)}$$

donde A_c es la absorbancia inicial de la solución metanólica de DPPH; A_m es la absorbancia de la mezcla de reacción (DPPH + muestra) y A_b es la Absorbancia del blanco.

La comparación del %AA se realizó con los valores obtenidos a la concentración 100 µg/mL.

3.5.4.2. Determinación de la capacidad antioxidante por el método ABTS

La reacción del radical ABTS^{•+} se realizó según lo descrito por Rivas et al.⁶ Se preparó una solución de radical ABTS^{•+}, mezclando 3 mL de una solución de ABTS 7 µM y 3 mL de una solución de persulfato de potasio 2,45 mM. Se incubó la solución durante 16 horas a temperatura ambiente y se diluyó con etanol 96° hasta obtener una absorbancia de $0,70 \pm 0,2$ a 734 nm. Se preparó diluciones del extracto y el control positivo (Trolox) a concentraciones de 25 a 250 µg/mL en etanol de 96° a partir de una solución de 500 µg/mL. Se tomaron alícuotas de 20 µL de cada dilución y se adicionó 980 µL de solución de radical ABTS^{•+}, se reposó por 7 minutos y midió la absorbancia a 734 nm calibrando el espectrofotómetro con el blanco (20 µL de agua, 980 µL de solución de radical ABTS^{•+}). El porcentaje de actividad antioxidante se calculó por la Ecuación (4):

$$AA (\%) = [(A_c) - (A_m - A_b)] / (A_c) \times 100$$

Donde A_c es la absorbancia del control; A_m es la absorbancia del extracto y/o Trolox y A_b es la absorbancia del blanco. La comparación del %AA se realizó con los valores obtenidos a la concentración 100 µg/mL.

La concentración eficiente (CE50) se calculó utilizando el software OriginPro 8, a partir de una curva exponencial ($y = bx + a$) obtenida de los valores del porcentaje de AA (%) en función de la concentración del extracto (µg/mL) o del Trolox.

3.5.4.3. Determinación de la capacidad antioxidante por el método FRAP

El ensayo FRAP se realizó según lo descrito por Rivas et al.⁶ Se preparó el reactivo de FRAP mezclando 25 mL de tampón acetato 0,3 mM con 2,5 mL de 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine 10 mM preparado en HCl 40 mM y 2,5 mL de $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 20 mM. El reactivo de FRAP se mantuvo en baño maría a 37°C durante el ensayo. Se prepararon diluciones del extracto y el control positivo (Trolox) a concentraciones de 25 a 250 µg/mL en etanol de 96° a partir de una solución de 500 µg/mL. Se midieron alícuotas de 20 µL de cada dilución y se adicionó 980 µL de reactivo FRAP y se dejó reposar por 30 minutos. Se midió la absorbancia a 593 nm, calibrando el espectrofotómetro con el blanco (20 µL de agua, 980 µL de reactivo FRAP). El porcentaje de actividad antioxidante se calculó por la Ecuación (4). La comparación del %AA se realizó con los valores obtenidos a la concentración 100 µg/mL.

La concentración eficiente (CE50) se calculó utilizando el software OriginPro 8, a partir de una curva exponencial ($y = b.x + a$) obtenida de los valores del porcentaje de AA (%) en función de la concentración del extracto (µg/mL) o del Trolox.

3.6. Diseño de investigación

El diseño de investigación para la determinación del perfil químico y contenido de compuestos fenólicos es transeccional descriptivo y para la evaluación de la actividad antioxidante es experimental puro con grupo control.²⁵

3.7. Análisis de datos

Los datos obtenidos se expresan en forma de medias y desviación estándar de tres repeticiones. Los resultados se presentan mediante tablas y figuras. Los promedios se compararon mediante análisis de varianza y de comparaciones múltiples de Tukey con un nivel de confianza del 95%.^{25,26}

IV. RESULTADOS

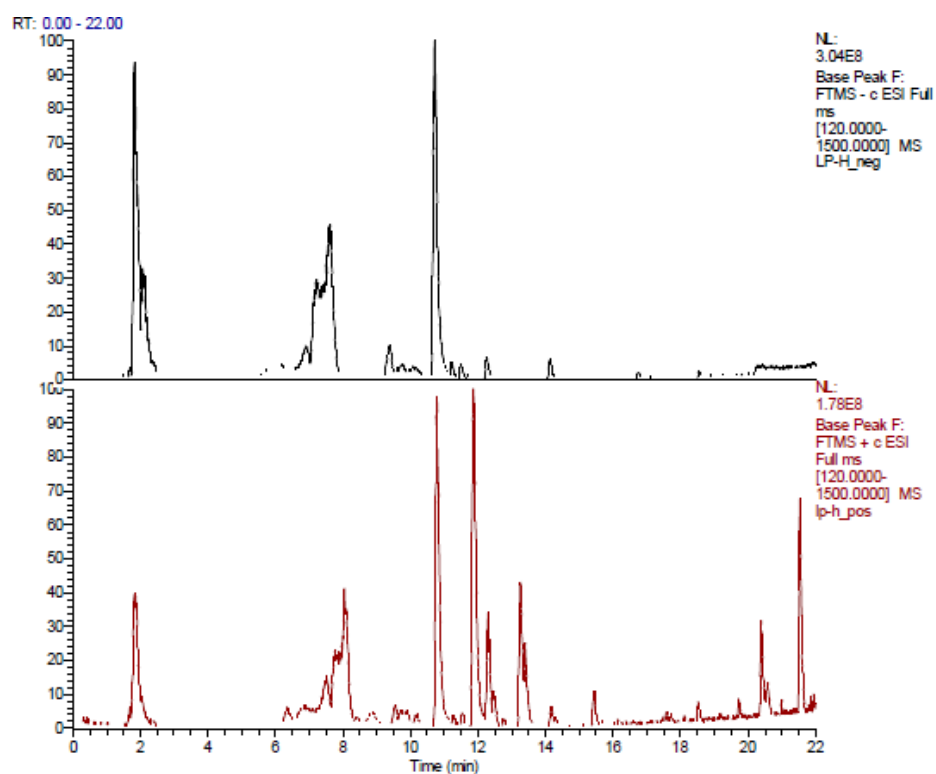


Figura 9. Cromatogramas de corriente iónica total (TIC) en modo ESI negativo (superior) y positivo (inferior) de las hojas de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt. Ayacucho 2024.

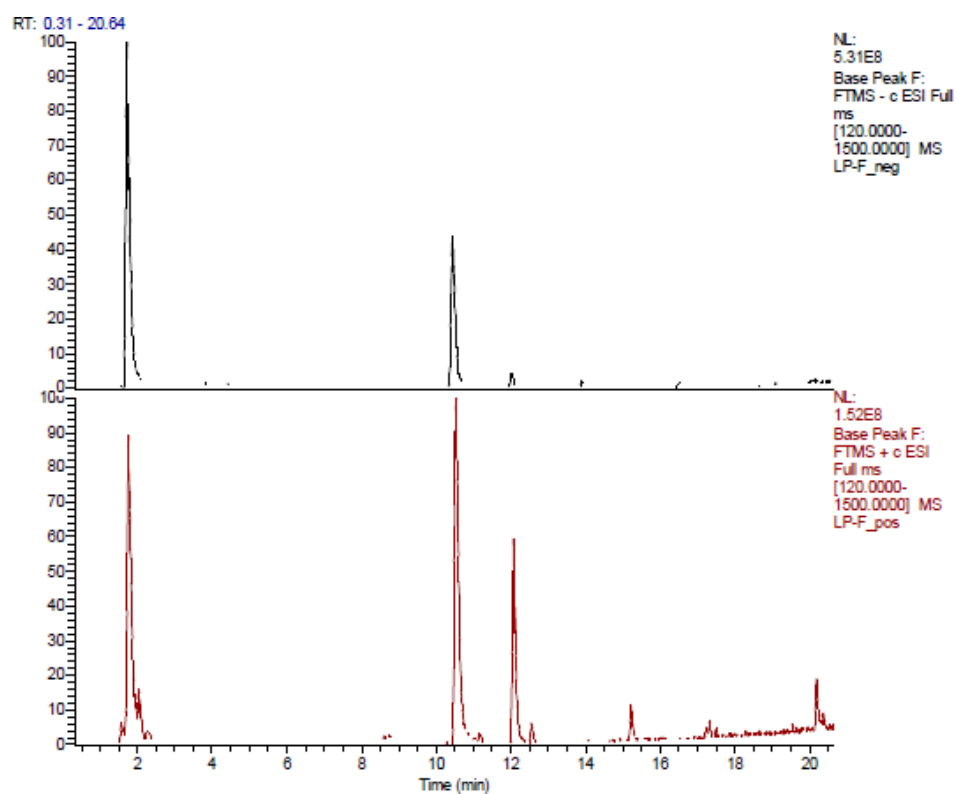


Figura 10. Cromatogramas de corriente iónica total (TIC) en modo ESI negativo (superior) y positivo (inferior) de los frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt. Ayacucho 2024.

Tabla 1. Determinación de compuestos químicos de las hojas de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt mediante LC-MS/MS. Ayacucho 2024.

N°	tR (min)	MS-ESI ⁻	MS-ESI ⁺	Masa nominal	Fórmula molecular	Estructura tentativa
1	1,64		175,1191	174	C ₆ H ₁₄ N ₄ O ₂	Arginina
2	1,8	181,0712		182	C ₆ H ₁₄ O ₆	Manitol
3	1,81	341,1089		342	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	Sacarosa
4	2,05		308,0911	307	C ₁₀ H ₁₇ N ₃ O ₆ S	Glutati6n
5	2,07	133,0134		134	C ₄ H ₆ O ₅	Ácido málico
6	2,14		268,1042	267	C ₁₀ H ₁₃ N ₅ O ₄	Adenosina
7	2,19	133,0134		134	C ₆ H ₈ O ₇	Citrato
8	3,57	577,1357	579,1501	578	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₂	Dímero de procianidina tipo B (is6mero 1)
9	5,69	577,1354	579,1501	578	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₂	Dímero de procianidina tipo B (is6mero 2)
10	6,9	577,135	579,1496	578	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₂	Dímero de procianidina tipo B (is6mero 3)
11	7,6	289,0717	291,0862	290	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	Catequina
12	7,94	865,1984	867,2135	866	C ₄₅ H ₃₈ O ₁₈	Trímero de procianidina tipo B (is6mero 1)
13	8,57	577,1350	579,1498	578	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₂	Dímero de procianidina tipo B (is6mero 4)
14	9,38	289,0715	291,0863	290	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	Epicatequina
15	9,75	865,1975	867,2135	866	C ₄₅ H ₃₈ O ₁₈	Trímero de procianidina tipo B (is6mero 2)
16	10,12	787,2662 [M+FA-H]		742	C ₃₄ H ₄₆ O ₁₈	Siringaresinol digluc6sido
17	10,71	609,1457	611,1604	610	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	Quercetina-3-O-rutin6sido
18	10,89	449,1086		450	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₁	Hex6sido de eriodictiol (is6mero 1)
19	11,06	463,0881		464	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	Quercetin hex6sido
20	11,22	593,1512	595,1664	594	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	Kaempferol-3-O-rutin6sido
21	11,5	579,2084		580	C ₂₈ H ₃₆ O ₁₃	Siringaresinol 4'-gluc6sido
22	11,76	433,1138		434	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₀	Naringenina-7-O-gluc6sido
23	11,85	449,1089		450	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₁	Hex6sido de eriodictiol (is6mero 2)
24	11,87		354,1335	354	C ₂₀ H ₂₀ NO ₅	Protopina
25	11,96	435,1292		436	C ₂₁ H ₂₄ O ₁₀	Floretina-2'-O-hex6sido
26	12,23	805,2920		806	C ₃₉ H ₅₀ O ₁₈	Budlenol D 4-O-glucopiran6sido
27	12,27		370,1650	369	C ₂₁ H ₂₄ NO ₅	Alocriptopina
28	12,47		338,1388	337	C ₂₀ H ₁₉ NO ₄	Dihidroberberina
29	13,27		352,1544	351	C ₂₁ H ₂₂ NO ₄	Palmatina
30	13,39		336,1230	335	C ₂₀ H ₁₈ NO ₄	Berberina
31	13,79	643,2401		644	C ₃₃ H ₄₀ O ₁₃	Budlenol D
32	14,13	271,0611	273,0757	272	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	Naringenina
33	16,74	293,1758		294	C ₁₇ H ₂₆ O ₄	6-Gingerol
34	18,54	559,3123		514	C ₂₇ H ₄₆ O ₉	Hex6sido del ácid6 9,12,15-octadecatienoico

* Los valores de MS-ESI⁻ y MS-ESI⁺ corresponden a los aductos [M-H]⁻ y [M+H]⁺, respectivamente.

Tabla 2. Determinación de compuestos químicos de los frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt mediante LC-MS/MS. Ayacucho 2024.

N°	tR (min)	MS-ESI ⁻	MS-ESI ⁺	Masa nominal	Fórmula molecular	Estructura tentativa
1			175,1191	174	C ₆ H ₁₄ N ₄ O ₂	Arginina
2	1,71	181,0708		182	C ₆ H ₁₄ O ₆	Manitol
3	1,75	195,0502		196	C ₆ H ₁₂ O ₇	Ácido glucónico
4	1,78	135,0288		136	C ₄ H ₈ O ₅	Ácido treónico
5	1,89	175,0239		176	C ₆ H ₈ O ₆	Ácido ascórbico
6	1,95	133,0132		134	C ₄ H ₆ O ₅	Ácido málico
7	2,03		268,1039	267	C ₁₀ H ₁₃ N ₅ O ₄	Adenosina
8	2,2	593,1514	595,1658	594	C ₂₇ H ₃₁ O ₁₅	Cianidina-3-O-rutinósido (isómero 1)
9	6	577,1346	579,1496	578	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₂	Dímero de procianidina tipo B
10	6,8	289,0715	291,0864	290	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	Catequina
11	7,6	447,1504	595,1658	594	C ₂₇ H ₃₁ O ₁₅	Cianidina-3-O-rutinósido (isómero 2)
12	8,97	289,0717	291,0865	290	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	Epicatequina
13	10,42	609,1459	611,1604	610	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	Quercetina-3-O-rutinosido
14	10,76	463,0883		464	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	Isoquercitina
15	10,96	593,1516		594	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	Kaempferol-3-O-hexosil-3"-desoxihexósido
16	11,95	303,0511		304	C ₁₅ H ₁₂ O ₇	Taxifolina
17	11,23	579,2087		580	C ₂₈ H ₃₆ O ₁₃	Siringaresinol 4'-glucósido
18	13,9	327,2177		328	C ₁₈ H ₃₂ O ₅	Ácido 9,12,13-trihidroxi-10,15-octadecadienoico
19	14,08	271,0612		272	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	Naringenina
20	14,4	329,2334		330	C ₁₈ H ₃₄ O ₅	Ácido 9,12,13-Trihidroxi-10-octadecenoico
21	16,49	293,1758		294	C ₁₇ H ₂₆ O ₄	6-Gingerol
22	18,34	559,3123		514	C ₂₇ H ₄₆ O ₉	Hexósido del ácido 9,12,15-octadecatienoico
23	18,63	452,2780		453	C ₂₁ H ₄₄ NO ₇ P	1-palmitoil-2-hidroxi-sn-glicero-3-fosfoetanolamina

* Los valores de MS-ESI⁻ y MS-ESI⁺ corresponden a los aductos [M-H]⁻ y [M+H]⁺, respectivamente.

Tabla 3. Contenido de compuestos fenólicos en las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt. Ayacucho 2024.

Fenoles totales (mgGAE/g)		Flavonoides (mgRUE/g)	Antocianinas mg/ 100 g
Hojas	Frutos	Hojas	Frutos
292,4 ± 2,1*	216,8 ± 3,9*	44,0 ± 1,1	120,08 ± 3,6

mgGAE/g: miligramos equivalentes a ácido gálico por gramo de extracto; mgRUE/g: miligramos equivalentes a rutina por gramos de extracto; mg/100 g: miligramos de antocianinas expresados como cianidina-3-glicósido por 100 g de extracto. *Prueba de T de Student de dos colas para un 95,0 % de nivel de confianza.

Tabla 4. Actividad antioxidante *in vitro* de las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt. Ayacucho 2024.

Método	Parámetro	Potencial antioxidante		
		Hojas	Frutos	Trolox
DPPH	%AA	46,3 ± 0,9	8,5 ± 0,2*	94,8 ± 0,4*
	CE50 (µg/mL)	90,6 ± 0,1	624,9 ± 4,6*	36,6 ± 0,4*
ABTS	%AA	58,9 ± 1,9	37,7 ± 2,8*	84,0 ± 1,9*
	CE50 (µg/mL)	215,1 ± 0,1	346,8 ± 8,7*	148,1 ± 0,9*
FRAP	%AA	71,2 ± 0,4	61,2 ± 0,4*	90,2 ± 0,1*
	CE50 (µg/mL)	101,2 ± 3,9	163,5 ± 8,2*	27,2 ± 1,1*

%AA: porcentaje de actividad antioxidante, para DPPH la comparación se realizó a 100 µg/mL; para ABTS y FRAP la comparación se realizó a 250 µg/mL; CE: concentración eficiente antioxidante. * Comparaciones múltiples de Tukey al 95 % de nivel de confianza.

V. DISCUSIÓN

Lepidoceras peruvianum Kuijt es una especie hemiparásita endémica del Perú. A decir de Kuijt,¹ es una especie notable, conocida solo por la colección de tipos en Perú y con la finalidad de revalorar esta especie vegetal, se planteó como objetivo determinar la composición química, el contenido de compuestos fenólicos y potencial actividad antioxidante *in vitro* de las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt.

Como primer objetivo específico se planteó determinar la composición química de las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt. mediante LC-MS/MS. Los análisis fueron realizados en modo positivo y en modo negativo. En las Figuras 9 y 10 se muestran los cromatogramas de corriente iónica total (TIC) de las hojas y frutos, respectivamente. Estos cromatogramas muestran en el eje “x” el tiempo de retención y la relación masa /carga de la molécula y en el eje “y” la intensidad de las señales (picos). Asimismo, nos informan de la presencia o ausencia de los diferentes compuestos que depende de la abundancia de las moléculas y de sus características estructurales.

En las Tablas 1 y 2 se muestra la relación de compuestos detectados en las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt. Las tablas incluyen información sobre las estructuras, los valores m/z de los iones detectados en full ESI-MS (positivo y/o negativo) y los principales fragmentos observados en los espectros MS/MS bajo las condiciones experimentales descritas en párrafos anteriores, también se indica el error en ppm para el cálculo de la fórmula molecular (≤ 5 ppm).

La identificación de los compuestos presentes en las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* se realizó a partir del análisis por LC-MS/MS en modo negativo y positivo. El cromatograma representado en las Figuras 9 y 10 muestran el perfil químico de las hojas y frutos. Se logró proponer la identificación de 34 compuestos en las hojas (Tabla 1) y 23 compuestos en los frutos (Tabla 2), a través de la masa de iones moleculares en alta resolución, error (ppm) y análisis del perfil de

fragmentación de los compuestos (Anexos 4 y 5), comparándolos con librerías del NIST y del MassBank.

En la muestra de hojas se detectaron diversos tipos de compuestos (Tabla 1), tales como, ácidos orgánicos, catequinas, procianidinas, lignanos, flavonoides, alcaloides y lípidos. Los alcaloides detectados merecen una exploración más profunda con la finalidad de corroborar las estructuras mediante estudio espectroscópicos de RMN, ello debido a la ausencia de registro de estudios químicos del género *Lepidoceras*, lo cual puede también abrir a la puerta al hallazgo de nuevas estructuras.

Respecto a la composición química de las hojas (Tabla 1), en los primeros 2,19 minutos del cromatograma se lograron identificar metabolitos primarios, en modo negativo, tales como, carbohidratos [2, 3], ácidos orgánicos [5, 7], corresponden al manitol, sacarosa, ácido málico y citrato, En modo positivo se identificaron aminoácidos [1] y nucleósidos [6] que corresponden a la arginina y la adenosina respectivamente; además se identificó en modo negativo al glutatión [4] (Figura 9 y Tabla 1).

Entre 3,57 y 9,75 minutos, se identificaron flavonoles [11, 14] tanto en modo negativo y modo positivo, que corresponden a la catequina y la epicatequina, respectivamente; asimismo, se identificaron taninos condensados [8, 9, 11, 13,] que corresponden a los dímeros de procianidinas y sus isómeros 1, 2, 3 y 4, respectivamente y los taninos condensados [12, 15] que corresponden a los trímeros de procianidinas y sus isómeros 1 y 2 respectivamente (Figura 9 y Tabla 1),

A partir de los 10,12 hasta los 12,23 minutos, en modo negativo se identificaron lignanos siringaresinol diglucósido [16] y 4'-siringaresinol diglucósido [21]; asimismo, se identificaron flavonoides y sus glucósidos que corresponde quercetina hexósido [19] y naringenina-7-O-glucósido [22] y en modo negativo y positivo la quercetina-3-O-rutinósido [17] y el kaempferol-3-O-rutinósido [20], Otros compuestos identificados en modo negativo tenemos a otros glucósidos como el hexósido de eriodictiol (isómero 1) [18], hexósido de eriodictiol (isómero 2) [23], floretina-2'-O-hexósido [25], budlenol D 4-O-glucopiranosido [26]; además de un alcaloide la protropina [24] (Figura 9 y Tabla 1).

De los 12,27 a 13,39 minutos se identificaron en modo positivo un grupo de alcaloides, entre ello, la alocriptopina [27], dihidroberberina [28], palmatina [29] y berberina [30] (Figura 9 y Tabla 1).

A través de la propuesta de identificación se pudo confirmar la presencia de flavonoides, compuestos fenólicos y derivados que fueron evidenciados en el tamizaje fitoquímico realizado por Aronés et al.³; sin embargo, se evidencia presencia importante de alcaloides, que no fue reportado por el autor.

En la Tabla 3, se presentan los resultados de la cuantificación de fenoles totales (TPC), obtenidos mediante el método Folin-Ciocalteu y expresados en miligramos equivalentes a ácido gálico por gramo de extracto (mg GAE/g). Se evidencia que las hojas de la planta contienen un contenido de fenoles totales (TPC) de $292,4 \pm 2,1$ mg GAE/g, los cuales fueron estadísticamente superiores a los obtenidos para el fruto ($p < 0,05$) que presentó $216,8 \pm 3,9$ mg GAE/g. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Aronés et al.³ Sin embargo, es importante destacar que estos valores son inferiores en comparación con los reportados en otras investigaciones. Por ejemplo, Sousa et al.,²⁷ determinaron el contenido de fenoles totales en cinco plantas medicinales, registrando valores de TPC de hasta $763,63 \pm 2,5$ mg GAE/g. En relación con el contenido de flavonoides (TFC), que fueron expresados como miligramos equivalentes a rutina por gramo de extracto (mg RUE/g), las hojas mostraron un valor de $44,0 \pm 1,1$ mg RUE/g. Este valor es igualmente inferior a lo encontrado en diferentes extractos, como en el caso de *M. communis*, donde se reportaron valores de TFC que variaron desde $77,30 \pm 0,8$ hasta $129,96 \pm 2,29$ mg RUE/g.²⁸

De los compuestos químicos identificados en las hojas de *Lepidoceras peruvianum* (Tabla 1) podemos evidenciar compuestos que tiene una demostrada actividad antioxidante. La capacidad antioxidante de un compuesto químico se refiere a su habilidad para neutralizar radicales libres y otros compuestos reactivos de oxígeno, lo que puede ayudar a prevenir el daño celular y tiene implicaciones importantes para la salud. Estas propiedades antioxidantes, se deben principalmente debido a su estructura química que permite la donación de electrones para neutralizar radicales libres.²⁹ Entre estos compuestos tenemos al glutatión, que es un antioxidante muy potente presente en las células, que juega un papel crucial en la protección contra el estrés oxidativo.³⁰ La catequina y epicatequina son tipos de flavonoides encontrados en el té verde y otros alimentos, conocidos por sus fuertes propiedades antioxidantes.³¹ La quercetina-3-O-rutinósido, quercetina hexósido y kaempferol-3-O-rutinósido son flavonoides conocidos por sus efectos antioxidantes, ayudando a proteger las células contra el daño de los radicales libres.³² Los dímeros y trímeros de procianidina tipo B que

son compuestos que también pertenecen a la clase de los flavonoides, han demostrado tener propiedades antioxidantes significativas.³³ El siringaresinol diglucósido y siringaresinol 4'-glucosido son lignanos que pueden actuar como antioxidantes.³⁴ La naringenina y naringenina-7-O-glucósido son flavanones con propiedades antioxidantes conocidas.³⁵ Los hexósidos de eriodictiol son flavanones que también exhiben actividad antioxidante.³⁶

Entre los compuestos identificados en las hojas, de manera particular, se evidencia la presencia del alcaloide berberina. Este compuesto tiene especial interés debido a que *Lepidoceras peruvianum* Kuijt es una plnata hemiparásita que tiene como hospedero a por lo menos tres especies vegetales, pero mayoritariamente se ha evidenciado como hospedero a *Berberis flexuosa*. Si bien es cierto, no hay reportes de la composición química de *Berberis flexuosa*, existen reportes diversos estudios sobre la presencia de berberina en hojas de diferentes especies del género berberis, tales como, en *Berberis vulgaris*.⁷ Además, de la observación macroscópica de sus órganos vegetativos se puede observar cierto parecido entre ambas especies, por ejemplo, en las formas de las hojas y frutos. Con la identificación de berberina en las hojas se puede hipotetizar que podría existir una transferencia de material genético entre el *Berberis flexuosa* (hospedero) y *Lepidoceras peruvianum* (hemiparásita).

Al respecto, la transferencia de material genético entre dos especies vegetales, incluyendo un hospedero y su respectiva hemiparásita, es un fenómeno conocido como transferencia horizontal de genes (THG). La THG es un proceso mediante el cual el ADN se transfiere de un organismo a otro que no es su descendiente directo. Este proceso ha sido bien documentado en bacterias, pero también ocurre en plantas, aunque con menos frecuencia.³⁷

Esta hipótesis se refuerza con los hallazgos de Adler et al.,³⁸ quienes describieron un interesante fenómeno biológico en el que dos especies hemiparásitas, *Castilleja miniata* y *Castilleja indivisa*, desarrollaron una estrategia para reducir la herbivoría, es decir, el consumo por parte de herbívoros. Esta estrategia consiste en obtener alcaloides de las plantas huéspedes *Lupinus argenteus* y *Lupinus texensis*, respectivamente, ambas pertenecientes a la familia Fabaceae.

Las plantas hemiparásitas, que obtienen nutrientes de otras plantas mediante haustorios sin matarlas, podrían intercambiar material genético con sus hospedadores. Este intercambio podría afectar significativamente las propiedades químicas de ambas plantas, introduciendo genes que permiten la producción de

nuevos compuestos o la modificación de los existentes, alterando vías metabólicas y la regulación genética, y cambiando la expresión de genes nativos. Estos cambios podrían mejorar la adaptación mutua y optimizar la interacción entre la planta hemiparásita y su hospedero mediante ajustes en la producción de compuestos químicos.^{39,40}

Sin embargo, la evidencia directa de la transferencia horizontal de genes influenciando la composición química en plantas hemiparásitas y sus hospederos es limitada y es un área de investigación activa. La detección de tales eventos requiere enfoques genómicos y metabolómicos detallados para identificar y caracterizar cualquier transferencia de genes y sus efectos funcionales.⁴⁰

En la muestra de frutos se identificaron ácidos orgánicos, catequinas, procianidinas, antocianinas, flavonoides, lignanos y lípidos. Varios de los compuestos detectados también están presentes en las hojas, excepto por las antocianinas (Tabla 2).

Los resultados del análisis LC-MS de frutos de *Lepidoceras peruvianum* (Figura 9 y Tabla 2) revela una amplia gama de compuestos. Se evidencia que hasta los 2,03 minutos se identificó el aminoácido arginina [1] en el modo positivo; asimismo, se identificó en el modo negativo al manitol [2] y ácidos orgánicos, tales como, ácido glucónico [3], ácido treónico [4], ácido ascórbico [5], ácido málico [6]; además de la adenosina [7]. De los 2,2 a 8,97 minutos se identificaron, tanto en el modo negativo y positivo, al dímero de procianidina tipo B [9] (tanino condensado), antocianinas [8, 11] que corresponden a cianidina-3-O-rutinósido isómero 1 y 2, respectivamente. Se identificaron flavonoles [10, 12] que corresponden a catequina y epicatequina, respectivamente. También se identificó la quercetina-3-O-rutinósido [13]. En el modo negativo se identificaron los flavonoides isoquercitina [14] y kaempferol-3-O-hexosil-3"-desoxihexósido [15].

Entre los 11,23 a 11,95 minutos, en el modo negativo se identificaron el flavonoide taxifolina [16] y lignano siringaresinol 4'-glucósido [17]. Finalmente, a partir de los 12,02 minutos en modo negativo se identificaron los ácidos grasos ácido 9,12,13-trihidroxi-10,15-octadecadienoico [18] y Ácido 9,12,13-Trihidroxi-10-octadecenoico [20]; el flavonoide naringenina [19], el 8-gingerol [21], el glucolípido hexósido del ácido 9,12,15-octadecatienoico [22] y el fosfolípido 1-palmitoil-2-hidroxi-glicero-3-fosfoetanolamina [23].

Estos resultados sugieren que los frutos de *Lepidoceras peruvianum* poseen una compleja mezcla de compuestos con potencial antioxidante, antiinflamatorio y

beneficios para la salud en general. La presencia de estos compuestos subraya la importancia de esta planta en dietas y posiblemente en aplicaciones farmacológicas, sujetas a futuras investigaciones.

Comparativamente, del Carpio et al.,²⁴ identificaron las antocianinas presentes en *Berberis boliviana* Lechler, entre ellas, delphinidina-3-glucósido, delphinidina-3-rutinósido, cianidina-3-glucósido, cianidina-3-rutinósido, petunidina-3-glucósido, petunidina-3-rutinósido, peonidina-3-glucósido, peonidina-3-rutinósido, malvidina-3-glucósido y malvidina-3-rutinósido. También, se ha reportado, en frutos de *Berberis vulgaris*, la presencia de dextrosa, levulosa, ácidos cítrico, tartárico y málico, goma, pectosa y en las semillas se pueden encontrar trazas de alcaloides.⁷ En lo que respecta a los frutos de la planta estudiada, se determinó que poseen un contenido de antocianinas de $120,08 \pm 3,6$ mg por cada 100 gramos, valor expresado en equivalencia a cianidina-3-glicósido. Este resultado se encuentra por debajo del contenido de antocianinas observado en frutos de otras especies. Por ejemplo, en el caso de *Berberis boliviana* se reportó un contenido de antocianinas de 1500 mg/100 g de fruto seco. De manera similar, en *V. myrtillus* (arándano) se encontraron valores que oscilan entre 300 y 320 mg/100 g, mientras que en *Sambucus nigra* (saúco) se registró un contenido de 450 mg/100 g.²⁴

Otro de los objetivos de esta investigación fue evaluar el potencial antioxidante de las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt (Tabla 4) por tres métodos *in vitro* (DPPH, ABTS y FRAP). La actividad antioxidante se cuantificó y expresó como el porcentaje de Actividad Antioxidante (%AA). Este valor se calculó específicamente a una concentración estandarizada de 100 microgramos por mililitro (100 µg/mL). De esta forma, el %AA proporciona es una medida directa de la eficacia antioxidante del extracto a una concentración dada, facilitando la comparación y evaluación de su potencial antioxidante.

Asimismo, la actividad antioxidante de la muestra también se evaluó y expresó en términos de la Concentración Eficiente Antioxidante (CE50), medida en microgramos por mililitro (µg/mL). Este parámetro CE50 refleja la concentración necesaria para alcanzar el 50% de la actividad antioxidante máxima. Cabe destacar que una menor valoración de CE50 indica una mayor potencia antioxidante, ya que se requiere una menor concentración del extracto para ejercer el 50% de su capacidad antioxidante máxima.

Para evaluar la eficacia antioxidante del extracto, los valores obtenidos tanto del porcentaje de Actividad Antioxidante (%AA) como de la Concentración Eficiente

Antioxidante (CE50) fueron comparados con los valores obtenidos utilizando Trolox como estándar de referencia. Esta comparación se realizó mediante la prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey, aplicando un nivel de significancia estadística de $p < 0,05$. Este análisis permitió determinar si existían diferencias significativas entre la actividad antioxidante del extracto y la del Trolox, un antioxidante conocido por su eficacia.

Utilizando el método DPPH se encontró que las hojas de la planta exhibieron un valor significativamente mayor de actividad antioxidante, con un $46,3 \pm 0,9 \%$, en comparación con los frutos ($p < 0,05$); sin embargo, este valor fue estadísticamente menor en comparación con el Trolox, el cual demostró una actividad antioxidante de $94,8 \pm 0,4 \%$ ($p < 0,05$). En términos de la Concentración Eficiente Antioxidante (CE50), las hojas mostraron un valor de $90,6 \pm 0,1 \mu\text{g/mL}$, aunque este valor fue superior al obtenido por el Trolox ($p < 0,05$), es importante recordar que una menor CE50 indica una mayor actividad antioxidante, por lo que los resultados sugieren que el Trolox posee una capacidad antioxidante superior en comparación con las hojas.

Mediante la aplicación del método ABTS^{•+} para la medición de la actividad antioxidante, se observó que las hojas de la planta también mostraron una actividad antioxidante significativamente más alta, alcanzando un $58,9 \pm 1,9 \%$, en comparación con los frutos, con una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$). No obstante, al comparar este valor con el Trolox, se encontró que las hojas tenían una actividad antioxidante estadísticamente inferior, ya que el Trolox registró un valor de $84,0 \pm 1,9 \%$ ($p < 0,05$). Respecto a la Concentración Eficiente Antioxidante (CE50), las hojas presentaron un valor de $215,1 \pm 0,1 \mu\text{g/mL}$; aunque este valor fue más alto que el obtenido para el Trolox, sugiriendo que el Trolox posee una mayor eficacia antioxidante en comparación con las hojas de la planta bajo estudio.

Utilizando el método FRAP para la evaluación de la actividad antioxidante, se descubrió que las hojas de la planta mostraron una actividad antioxidante significativamente superior, alcanzando un $71,2 \pm 0,4 \%$, en comparación con los frutos. Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p < 0,05$), indicando una mayor capacidad antioxidante en las hojas. Sin embargo, al comparar este resultado con el Trolox, se observó que la actividad antioxidante de las hojas era estadísticamente inferior, ya que el Trolox alcanzó un valor de $90,2 \pm 0,1 \%$ ($p < 0,05$). En cuanto a la Concentración Eficiente Antioxidante (CE50), las hojas

presentaron un valor de $101,2 \pm 3,9 \mu\text{g/mL}$; a pesar de que este valor fue más elevado que el obtenido para el Trolox, sugiere que el Trolox exhibe una mayor eficacia antioxidante.

Se observó que existe una correlación directa entre la actividad antioxidante *in vitro* y el contenido total de polifenoles (TPC, por sus siglas en inglés) en ambas hojas y frutos de la planta estudiada. Esta correlación indica que a mayor concentración de TPC, se registra un incremento en la actividad antioxidante. Este hallazgo subraya la importancia de los compuestos fenólicos en la contribución a la capacidad antioxidante del extracto, tanto en las hojas como en los frutos de la planta. Los resultados de la evaluación del potencial antioxidante son congruentes con lo reportado por Aronés et al.³

Los resultados de este estudio demuestran que las hojas de *Lepidoceras peruvianum* presentan un contenido notable de fenoles totales (TPC) y una actividad antioxidante apreciables. Esta especie hemiparásita y endémica se encuentra en las zonas altoandinas del distrito de Vinchos, en Perú. Fue recolectada y clasificada por primera vez por el botánico Weberbauer,² en 1910 y posteriormente revisada por Kuijt en 1988. La singularidad de *Lepidoceras peruvianum* como especie endémica de la región de Ayacucho, Perú, resalta su importancia en la preservación del contenido genético único de esta especie. Esto contrasta con *Lepidoceras chilensis*,¹ que se encuentra exclusivamente en Chile, subrayando la relevancia de *Lepidoceras peruvianum* no solo por sus propiedades fitoquímicas sino también por su valor en la conservación de la biodiversidad regional.

VI. CONCLUSIONES

1. El análisis LC-MS/MS de las hojas de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt, reportó la presencia de carbohidratos, ácidos orgánicos, aminoácidos, nucleósidos, flavonoides, taninos condensados, lignanos, alcaloides, entre otros compuestos químicos.
3. El análisis LC-MS/MS de los frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt, reportó la presencia de aminoácidos, ácidos orgánicos, nucleósidos, taninos condensados, antocianinas, flavonoides, entre otros compuestos.
4. Las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt. contienen compuestos fenólicos que le confieren un potencial antioxidante *in vitro*, evidenciado por los resultados obtenidos a través de los métodos DPPH, ABTS^{•+} y FRAP.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar investigaciones que permitan determinar la transferencia genética horizontal entre *Berberis flexuosa* y *Lepidoceras peruvianum*.
2. Se recomienda proseguir con la evaluación de la actividad antioxidante con otros ensayos *in vitro* y ensayos *in vivo* que permitan confirmar el potencial antioxidante de *Lepidoceras peruvianum*.
3. Se recomienda indagar a profundidad el perfil de antocianinas en los frutos de *Lepidoceras peruvianum*.
4. Se recomienda realizar ensayos *in silicio* con los resultados del perfil químico de las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum*.
5. Se recomienda realizar estudios para el aislamiento e identificación de alcaloides por resonancia magnética nuclear.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kuijt J. Monograph of the Eremolepidaceae. *Systematic Botany Monographs* 1988; 18: 1–60, <http://www.jstor.org/stable/25027689> (1988).
2. León B. Eremolepidaceae endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología* 2006; 13: 284s.
3. Aronés Jara MR, Cárdenas Landeo E, Luna Molero HR, et al. Tamizaje fitoquímico, contenido de compuestos fenólicos y potencial antioxidante de trece plantas medicinales de los afloramientos rocosos del Bosque de Piedras de Huaraca en Perú. *rsqp* 2023; 88.
4. Press MC and Phoenix GK. Impacts of parasitic plants on natural communities. *New Phytologist* 2005; 166: 737–751.
5. Twyford AD. Parasitic plants. *Curr Biol* 2018; 28: R857-R859.
6. Rivas-Morales C, Oranday-Cárdenas MA and Verde-Star MJ. *Investigación en plantas de importancia médica*: OmniaScience, 2016.
7. Vanaclocha B and Cañigüeral i Folcarà S. *Fitoterapia: Vademécum de prescripción*. 5a. ed. Barcelona: Elsevier, D.L. 2019.
8. Ricco MV, Bari ML, Catalano AV, et al. Dynamics of Polyphenol Biosynthesis by Calli Cultures, Suspension Cultures and Wild Specimens of the Medicinal Plant *Ligaria cuneifolia* (Ruiz & Pav.) Tiegh. (Loranthaceae). Analysis of Their Biological Activity. *Plants (Basel)* 2021; 10.
9. Dobrecky C, Marchini T, Ricco R, et al. Antioxidant Activity of Flavonoid Rich Fraction of *Ligaria cuneifolia* (Loranthaceae). *Chem Biodivers* 2020; 17: e2000302.
10. Pérez-Jiménez J, Neveu V, Vos F, et al. Identification of the 100 richest dietary sources of polyphenols: an application of the Phenol-Explorer database. *Eur J Clin Nutr* 2010; 64 Suppl 3: S112-20.
11. Grosso G, Stepaniak U, Micek A, et al. Dietary polyphenol intake and risk of hypertension in the Polish arm of the HAPIEE study. *Eur J Nutr* 2018; 57: 1535–1544.
12. Russo GL, Russo M, Spagnuolo C, et al. Quercetin: a pleiotropic kinase inhibitor against cancer. *Cancer Treat Res* 2014; 159: 185–205.
13. Pisoschi AM and Pop A. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. *Eur J Med Chem* 2015; 97: 55–74.

14. Amarowicz R, Pegg RB, Rahimi-Moghaddam P, et al. Free-radical scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the Canadian prairies. *Food Chemistry* 2004; 84: 551–562.
15. Shahidi F and Ambigaipalan P. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review. *Journal of Functional Foods* 2015; 18: 820–897.
16. Quiñones. M., Miguel M and Aleixandre A. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria* 2012; 27: 76–89.
17. Gasaly N, Riveros K and Gotteland M. Fitoquímicos: una nueva clase de prebióticos. *Rev. chil. nutr.* 2020; 47: 317–327.
18. Coronado M, Vega y León S, Gutiérrez R, et al. Antioxidantes_perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutrición* 2015; 42: 206–212.
19. Calderón-Montaña JM, Burgos-Morón E, Pérez-Guerrero C, et al. A review on the dietary flavonoid kaempferol. *Mini Rev Med Chem* 2011; 11: 298–344.
20. Raven PH, Evert RF and Eichhorn SE. *Biología de las plantas*. Barcelona: Reverté, 1991-1992.
21. Vieira RF and Simon JE. Chemical Characterization of basil (*Ocimum* Spp.) found in the markets and used in traditional medicine in Brazil. *Econ Bot* 2000; 54: 207–216.
22. Coronado H M, Vega y León S, Gutiérrez T R, et al. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Rev. chil. nutr.* 2015; 42: 206–212.
23. Cano-Lamadrid M, Lech K, Calín-Sánchez Á, et al. Quality of pomegranate pomace as affected by drying method. *J Food Sci Technol* 2018; 55: 1074–1082.
24. del Carpio C, Serrano C, Giusti M. Caracterización de las antocianinas de los frutos de *Berberis boliviana* Lechler. *Revista de la Sociedad Química del Perú* 2009; 75: 76–86.
25. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C and Del Baptista Lucio MP. *Metodología de la investigación*. 5a ed. México, D.F.: McGraw-Hill, 2010.
26. Wayne W. D. *Bioestática*. 3 ed. Mexico: Limusa, 1980.
27. M. Sousa CM de, Rocha e Silva H, Vieira-Jr. GM, et al. Fenóis totais e atividades antioxidante de cinco plantas medicinais. *Química Nova* 2007; 30: 351–355.

28. Amensour M, Sendra E, Abrini J, et al. Antioxidant activity and total phenolic compounds of myrtle extracts. Actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos totales en extractos de myrtus. *CyTA - Journal of Food* 2010; 8: 95–101.
29. Benítez-Estrada A, Villanueva-Sánchez J, González-Rosendo G, et al. Determinación de la capacidad antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: Correlación con ensayos fluorométricos (ORAC) y espectrofotométricos (FRAP). *TIP RECQB* 2020; 23.
30. Denzoin Vulcano LA, Soraci AL and Tapia MO. Homeostasis del glutatión. *Acta de Bioquímica Clínica de Latinoamérica* 2013; 47: 529–539.
31. Valverde García P. La Epicatequina. Un flavonoide para recordar. *Revista en Nutrición Preventiva* 2007; 1: 7–10.
32. Duarte J and Pérez-Vizcaíno F. Protección cardiovascular con flavonoides. Enigma farmacocinético. *Ars Pharma* 2015; 56: 193–200.
33. La Rosa LA de, Álvarez-Parrilla E and García-Fajardo JA. Identificación de compuestos fenólicos en extractos de almendra (*Prunus dulcis*) y nuez pecana (*Carya illinoensis*) mediante cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem (HPLC-MS/MS). *TIP RECQB* 2019; 22: 1–13.
34. Boluda CJ, Duque B, Gulyas G, et al. Liganos (3): enterolignan y actividad estrógena. *Revista de Fitoterapia* 2006; 6: 45–57.
35. Raffoul Orozco AK, Ávila González AE and Cancela Carral JM. Efectos de la ingesta de naringina en combinación con el ejercicio respuestas clínicas: Una Revisión Sistemática. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética* 2018; 22: 21–30.
36. López Luengo T. Flavonoides. *Fitoterapia* 2002; 21.
37. Díaz Granados C and Chaparro-Giraldo A. Métodos de transformación genética de plantas. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 1; 15: 49–61.
38. Adler LS and Wink M. Transfer of quinolizidine alkaloids from hosts to hemiparasites in two Castilleja–Lupinus associations: analysis of floral and vegetative tissues. *Biochemical Systematics and Ecology* 2001; 29: 551–561.
39. Pla A. De cómo las plantas comparten genes, <https://espores.org/es/es-investigacion/de-como-las-plantas-comparten-genes-2/> (2019).
40. Conogasi. Los seres vivos y la transferencia de genes (2018).

IX. ANEXOS

Anexo 1. Identificación taxonómica de *Lepidoceras peruvianum* Kujit. Ayacucho 2024.



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

CONSTANCIA N° 329-USM-MHN-2023

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (fértil) recibida de **Freshsia Ingrid Ortiz Pérez**, estudiante de pregrado de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ha sido estudiada y clasificada como: *Lepidoceras peruvianum* Kujit y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Santalales

FAMILIA : SANTALACEAE

GÉNERO : *Lepidoceras*

ESPECIE : *Lepidoceras peruvianum* Kujit

Nombre vulgar: "Tullma"

Procedencia: Distrito de Vinchos, departamento Ayacucho

Determinado por: MSc. Hamilton Beltrán Santiago.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 27 de diciembre de 2023



Dra. Joaquina Albán Castillo
JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Av. Arenales 1256, Jesús María
Apdo. 14-034, Lima 14, Perú

Telfs. (511) 471-0117, 470-4471
265-6819, 619-7000 anexo 5703

e-mail: herbariousm@unmsm.edu.pe
<https://museo.hn.unmsm.edu.pe>

Anexo 2. Ubicación del Bosque de Piedras de Huaraca en el Centro Poblado de Huaraca en el distrito de Vinchos, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho. Ayacucho 2024.



Anexo 3. Matriz de definición y operacionalización de variables. Ayacucho 2024.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional
Perfil químico	Es la composición química cuantitativa de los aceites esenciales.	Es la señal que reporta el detector de masas luego de la cromatografía líquida acoplada a detector de masas, en el cual cada señal está dada por el tiempo de retención y masa monoisotópica, que corresponde a un compuesto químico.
Compuestos fenólicos	Los compuestos fenólicos son una clase de compuestos orgánicos que contienen un anillo fenólico, es decir, un anillo aromático con al menos un grupo hidroxilo (-OH) unido a él.	Se mide por el contenido de fenoles totales (TPC), el contenido de flavonoides (TFC) y de antocianinas (TAC).
Actividad antioxidante	Capacidad de inhibir la acción de los radicales libres.	Se mide por la capacidad de inhibir el radical libre DPPH, ABTS y FRAP.

Anexo 4. Determinación de compuestos químicos de las hojas de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt mediante LC-MS/MS. Ayacucho 2024.

N°	tR (min)	MS-ESI ⁻	MS ²	MS-ESI ⁺	MS ²	Masa nominal	Fórmula molecular	Estructura tentativa
1	1,64			175,1191	60,0564 70,0658 112,0872 116,0709 130,0975 158,0924	174	C ₆ H ₁₄ N ₄ O ₂	Arginina
2	1,8	181,0712	163,0604 131,0341 119,034 101,0234 89,0233 85,0284 71,0227 59,0127			182	C ₆ H ₁₄ O ₆	Manitol
3	1,81	341,1089	179,0555 161,0447 143,0341 119,034 113,0235 101,0234 89,0233 71,0127 59,0128			342	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	Sucrosa
4	2,05			308,0911	291,0644 245,0591 233,059 179,0484 162,0219 144,0114 130,05 116,0168 84,0449 76,0222	307	C ₁₀ H ₁₇ N ₃ O ₆ S	Glutathione
5	2,07	133,0134	115,0027 89,0233 72,992 71,0127			134	C ₄ H ₆ O ₅	Ácido málico
6	2,14			268,1042	136,0619 115,0392 85,0289 73,0291 57,0342	267	C ₁₀ H ₁₃ N ₅ O ₄	Adenosina
7	2,19	133,0134	173,0085 129,0182 111,0078 87,0077 85,0284			134	C ₆ H ₈ O ₇	Citrato
8	3,57	577,1357	407,0771 339,0874 289,0716 245,0816 205,0502 161,0236 125,0235	579,1501	427,1026 409,0917 301,0705 287,0549 275,0549 259,0603 247,0602 191,034 163,039	578	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₂	Dímero de procianidina tipo B (isómero 1)

Anexo 4. Cont.

N°	tR (min)	MS-ESI ⁻	MS ²	MS-ESI ⁺	MS ²	Masa nominal	Fórmula molecular	Estructura tentativa
9	5,69	577,1354	407,0769	579,1501	427,1023	578	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₂	Dímero de procianidina tipo B (isómero 2)
			339,0876		409,0916			
			289,0716		301,0705			
			245,0815		287,0549			
			205,0502		275,0548			
			175,0391		259,06			
			161,0236		247,0601			
			137,0235		233,0444			
			125,0235		191,0338			
					163,039			
					139,039			
					127,0391			
10	6,9	577,135	407,0769	579,1496	427,1021	578	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₂	Dímero de procianidina tipo B (isómero 3)
			339,0869		409,0916			
			289,0715		301,0706			
			245,0815		287,0548			
			203,0705		275,0547			
			179,034		259,06			
			161,0235		247,06			
			137,0235		233,0444			
			125,0234		191,0338			
					163,0389			
					139,039			
					127,0391			
11	7,6	289,0717	245,0815	291,0862	273,0756	290	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	Catequina
			221,0813		249,0761			
			203,0706		207,0652			
			187,0397		165,0547			
			179,0393		147,044			
			161,06		139,039			
			151,0392		123,0443			
			137,0235					
			125,0234					
			109,0284					
12	7,94	865,1984	525,0712	867,2135	697,154	866	C ₄₅ H ₃₈ O ₁₈	B-type procyanidin trimer (isomer 1)
			407,0771		579,149			
			289,0714		437,0866			
			243,0295		407,076			
			217,0503		397,0916			
			161,0236		289,0706			
			125,0234		275,0548			
					245,0444			
					163,0389			
					139,039			
					127,0391			
13	8,57	577,135	407,0767	579,1498	427,1023	578	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₂	Dímero de procianidina tipo B (isómero 4)
			339,0871		409,0915			
			289,0714		301,0706			
			245,0815		291,0862			
			203,0708		271,0599			
			179,034		259,0601			
			161,0235		247,0601			
			137,0234		233,0444			
			125,0234		191,034			
					163,0389			
					139,039			
					127,0391			

Anexo 4. Cont.

N°	tR (min)	MS-ESI ⁻	MS ²	MS-ESI ⁺	MS ²	Masa nominal	Fórmula molecular	Estructura tentativa
14	9,38	289,0715	245,0814	291,0863	273,0755	290	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	Epicatequina
			221,0814		249,0755			
			203,0706		207,0651			
			187,0392		165,0546			
			179,0341		147,044			
			165,0184		139,039			
			151,0391		123,0443			
			137,0233					
			125,0233					
			109,0284					
15	9,75	865,1975	525,0814	867,2135	297,1546	866	C ₄₅ H ₃₈ O ₁₈	Trímero de procianidina tipo B (isómero 1)
			407,0766		579,1491			
			289,0713		437,0866			
			243,0294		427,1022			
			217,0497		407,0759			
			175,0392		289,0706			
			161,0235		271,0601			
			125,0234		247,0601			
					163,039			
					139,039			
16	10,12	787,2662 [M+FA-H]	417,1552			742	C ₃₄ H ₄₆ O ₁₈	Siringaresinol diglucosido
			402,131					
			387,108					
			181,0499					
			166,0267					
			96,4146					
17	10,71	609,1457	300,0273	611,1604	465,1023	610	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	Quercetina-3-O-rutinosido
			271,0244		303,0498			
			255,0295		129,0547			
			178,9978		85,0289			
			151,0028		71,0498			
18	10,89	449,1086	287,0558			450	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₁	Hexósido de eriodictio (isómero 1)
			193,0136					
			175,0029					
			151,0028					
			135,0442					
19	11,06	463,0881	125,0231			464	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	Quercetin hexoside
			300,0272					
			271,0244					
			255,0296					
			178,998					
20	11,22	593,1512	151,0027	595,1664		594	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	Kaempferol-3-O-rutinosido
			327,0504		449,109			
			285,0399		287,055			
			255,0296		129,0547			
			229,0506		85,0289			
			227,0342		71,0498			
			178,9976					
21	11,5	579,2084	151,0029			580	C ₂₈ H ₃₆ O ₁₃	Siringaresinol 4-glucosido
			417,155					
			402,1311					
			387,1082					
			181,0498					
			166,0263					

Anexo 4. Cont.

N°	tR (min)	MS-ESI ⁻	MS ²	MS-ESI ⁺	MS ²	Masa nominal	Fórmula molecular	Estructura tentativa
22	11,76	433,1138	313,0715			434	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₀	Naringenina-7-O-glucosido
			271,0609					
			177,0186					
			151,0027					
			145,0285					
			119,0492					
23	11,85	449,1089	93,0334			450	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₁	Hexósido de eriodictiol (isómero 2)
			329,0506					
			287,0555					
			259,0616					
			181,0135					
			166,9977					
24	11,87		151,0027	354,1335	336,1227	354	C ₂₀ H ₂₀ NO ₅	Protopina
			135,0441		275,0699			
					247,0752			
					206,0811			
					189,0783			
					188,0706			
25	11,96	435,1292	165,0546		165,0546	436	C ₂₁ H ₂₄ O ₁₀	Floretina-2'-O-hexósido
			149,0597					
			273,0765					
			229,0865					
			179,0341					
			167,0341					
26	12,23	805,292	125,0233			806	C ₃₉ H ₅₀ O ₁₈	Buddlenol D 4-O-glucopiranosido
			123,044					
			119,0493					
			93,0334					
			595,2179					
			580,1922					
			565,1799					
			550,1837					
			417,155					
			402,131					
			387,1503					
			359,1128					
			225,0762					
			210,0526					
			195,0655					
			181,0497					
			166,0263					

Anexo 4. Cont.

N°	tR (min)	MS-ESI ⁻	MS ²	MS-ESI ⁺	MS ²	Masa nominal	Fórmula molecular	Estructura tentativa
27	12,27			370,165	352,1543 337,1543 321,109 306,0878 290,0937 206,0812 188,0707 181,0859	369	C ₂₁ H ₂₄ NO ₅	Alocriptopina
28	12,47			338,1388	323,1151 322,1074 308,0917 294,1123 279,0898	337	C ₂₀ H ₁₉ NO ₄	Dihidroberberina
29	13,27			352,1544	337,1303 336,123 322,1073 308,128 294,1128	351	C ₂₁ H ₂₂ NO ₄	Palmatina
30	13,39			336,123	321,0993 320,0917 306,0761 304,0966 292,0967	335	C ₂₀ H ₁₈ NO ₄	Berberina
31	13,79	643,2401	595,2179 580,1944 565,1671 550,1837 417,1557 402,1315 387,1463 359,1144 225,0762			644	C ₃₃ H ₄₀ O ₁₃	Buddlenol D
32	14,13	271,0611	227,0707 177,0185 165,0186 151,0028 119,0492 107,0128 93,03335	273,0757	171,0289 153,0183 147,0441 123,0442 119,0494	272	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	Naringenina
33	16,74	293,1758	236,1049 221,154 207,1387 192,1149 151,0758 127,0758			294	C ₁₇ H ₂₆ O ₄	6-Gingerol
34	18,54	559,3123	277,217 253,0926 161,0446 119,0339 101,0233 89,0232			514	C ₂₇ H ₄₆ O ₉	Hexósido del ácido 9,12,15-octadecatrienico

Anexo 5. Determinación de compuestos químicos de los frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt mediante LC-MS/MS. Ayacucho 2024.

N°	tR (min)	MS-ESI ⁻	MS ²	MS-ESI ⁺	MS ²	Masa nominal	Fórmula molecular	Estructura tentativa
1				175,1191	60,0564 70,0658 112,087 116,071 130,098 158,092	174	C ₆ H ₁₄ N ₄ O ₂	Arginina
2	1,71	181,0708	163,06 131,034 119,034 101,023 89,0232 85,0282 71,0126 59,0126			182	C ₆ H ₁₄ O ₆	Manitol
3	1,75	195,0502	177,04 159,029 129,018 99,0075 89,0232 75,0075 59,0127			196	C ₆ H ₁₂ O ₇	Ácido glucónico
4	1,78	135,0288	117,018 89,0232 75,0075 72,9919 59,0127			136	C ₄ H ₈ O ₅	Ácido treónico
5	1,89	175,0239	146,96 115,003 87,0075 71,0126 59,0127			176	C ₆ H ₈ O ₆	Ácido ascórbico
6	1,95	133,0132	115,003 89,0232 72,9919 71,0126			134	C ₄ H ₆ O ₅	Ácido málico
7	2,03			268,1039	136,062 115,039 85,0289 73,0291 57,0342	267	C ₁₀ H ₁₃ N ₅ O ₄	Adenosina
8	2,2	593,1514	284,032 147,008 125,023	595,1658	449,107 287,055	594	C ₂₇ H ₃₁ O ₁₅	Cianidina-3-O-rutinósido (isómero 1)
9	6	577,1346	407,077 339,087 289,071 245,082 203,071 161,024 137,023 125,023	579,1496	427,102 409,092 301,071 287,055 275,055 259,06 247,06 233,044 191,034 163,039 139,039 127,039	578	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₂	Dímero de procianidina tipo B

Anexo 5. Cont.

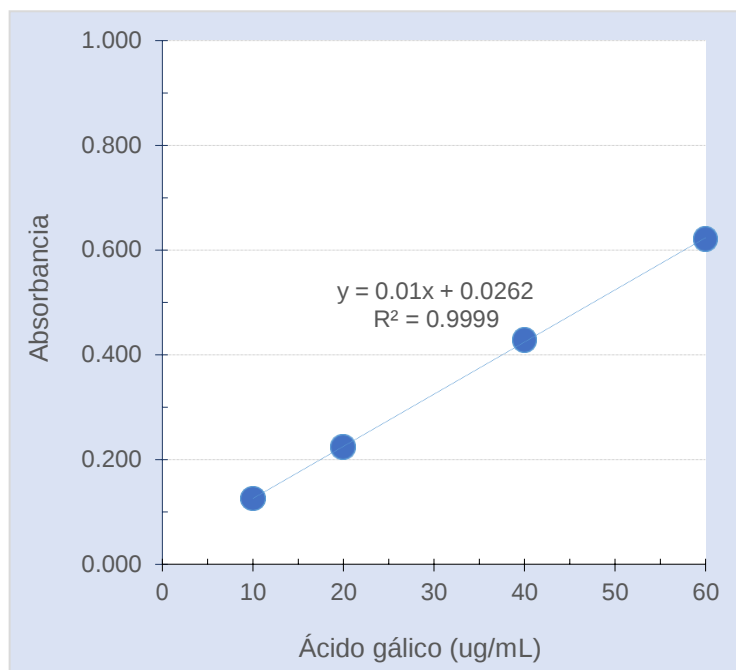
N°	tR (min)	MS-ESI ⁻	MS ²	MS-ESI ⁺	MS ²	Masa nominal	Fórmula molecular	Estructura tentativa
10	6,8	289,0715	245,082	291,0864	273,077	290	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	Catequina
			221,081		249,076			
			203,071		207,065			
			187,039		165,055			
			179,034		147,044			
			165,019		139,039			
			151,039		123,044			
			137,024					
			125,023					
11	7,6	447,1504		595,1658	449,107	594	C ₂₇ H ₃₁ O ₁₅	Cianidina-3-O-rutinósido (isómero 2)
					287,055			
12	8,97	289,0717	245,082	291,0865	273,076	290	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	Epicatequina
			221,081		249,076			
			203,071		207,065			
			187,039		165,055			
			179,034		147,044			
			165,018		139,039			
			151,039		123,044			
			137,023					
			125,023					
13	10,42	609,1459	300,028	611,1604	465,102	610	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	Quercetina-3-O- rutinosido
			271,025		303,05			
			255,029		129,055			
			178,998		85,0289			
			151,003		71,0498			
14	10,76	463,0883	300,027			464	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	Isoquercitina
			271,025					
			255,03					
			178,998					
15	10,96	593,1516	285,04			594	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	Kaempferol-3-O-hexosil- 3"-desoxihexósido
			259,03					
			229,051					
16	11,95	303,0511	151,003			304	C ₁₅ H ₁₂ O ₇	Taxifolina
			275,056					
			259,061					
			241,05					
			199,039					
			175,039					
17	11,23	579,2087	153,039			580	C ₂₈ H ₃₆ O ₁₃	Syringaresinol 4'- glucoside
			125,023					
			417,155					
			402,131					
			387,108					
			181,05					
			166,026					

Anexo 5. Cont.

N°	tR (min)	MS-ESI ⁻	MS ²	MS-ESI ⁺	MS ²	Masa nominal	Fórmula molecular	Estructura tentativa
18	13,9	327,2177	291,196 229,144 211,134 183,138 171,102 97,0648 85,0284			328	C ₁₈ H ₃₂ O ₅	Ácido 9,12,13-trihidroxi-10,15-octadecadienoico
19	14,08	271,0612	227,071 177,019 151,003 119,049 107,013 93,0335			272	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	Naringenina
20	14,4	329,2334	229,144 211,133 183,138 171,102 139,112 127,112 99,0805			330	C ₁₈ H ₃₄ O ₅	9,12,13-Trihydroxy-10-octadecenoic acid
21	16,49	293,1758	236,105 221,154 207,138 192,115 127,075 71,0127			294	C ₁₇ H ₂₆ O ₄	6-Gingerol
22	18,34	559,3123	413,099 277,217 253,093 161,044 101,024 89,023 255,233			514	C ₂₇ H ₄₆ O ₉	Hexósido del ácido 9,12,15-octadecatrienoico
23	18,63	452,278	296,037 140,011 78,9579			453	C ₂₁ H ₄₄ NO ₇ P	1-palmitoil-2-hidroxi-sn-glicero-3-fosfoetanolamina

* Los valores de MS-ESI⁻ y MS-ESI⁺ corresponden a los aductos [M-H]⁻ y [M+H]⁺, respectivamente. En el caso de otro aducto, se indicará dentro de la misma casilla.

Anexo 6. Curva de calibración de ácido gálico para la cuantificación de fenoles totales. Ayacucho 2024.



Anexo 7. Análisis estadístico del contenido de fenoles totales de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt. Ayacucho 2024.

Anexo 7.1. Datos descriptivos del contenido de fenoles totales. Ayacucho 2024.

Droga vegetal	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Hojas	3	292,4667	4,69290	2,70945	280,8089	304,1245	287,10	295,80
Frutos	3	216,8333	,95044	,54874	214,4723	219,1944	215,90	217,80
Total	9	267,1333	37,83259	12,61086	238,0526	296,2140	215,90	295,80

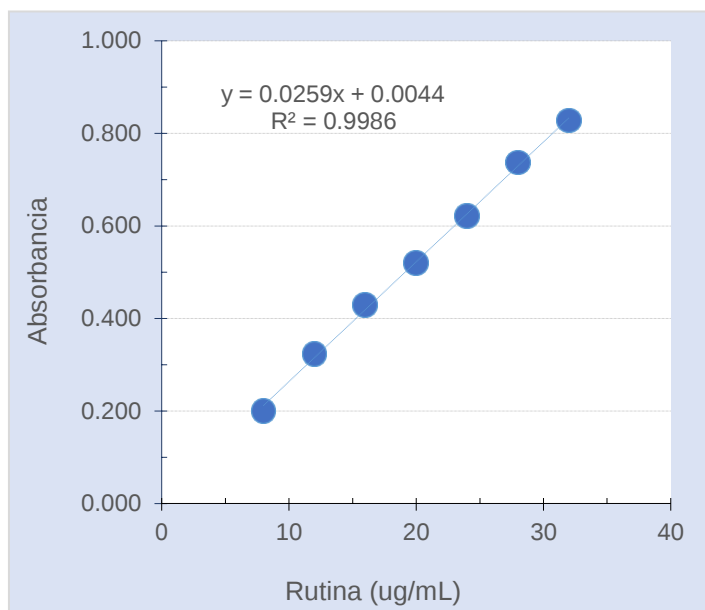
Anexo 7.2. Análisis de varianzas del contenido de fenoles totales. Ayacucho 2024.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	11385,6	2,0	5692,8	526,8	1,81 x 10 ⁻⁷
Dentro de grupos	64,8	6,0	10,8		
Total	11450,4	8			

Anexo 7.3. Análisis de comparaciones múltiples de Tukey para el contenido de fenoles totales. Ayacucho 2024.

Tratamiento	N	Subconjuntos homogéneos	
		1	2
Frutos	3	216,8	
Hojas	3		292,5
Sig.	0	1,000	1,000

Anexo 8. Curva de calibración de rutina para la cuantificación de flavonoides.
Ayacucho 2024.



Anexo 9. Análisis estadístico del porcentaje de actividad antioxidante de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt mediante el método DPPH. Ayacucho 2024.

Anexo 9.1. Datos descriptivos del porcentaje de actividad antioxidante mediante el método DPPH. Ayacucho 2024.

Muestra	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Hojas	3	46,30	0,45	0,26	45,19	47,41	45,79	46,61
Frutos	3	8,45	0,11	0,06	8,18	8,72	8,34	8,56
Trolox	3	94,78	0,21	0,12	94,26	95,29	94,56	94,97
Total	9	49,84	37,48	12,49	21,04	78,65	8,34	94,97

Anexo 9.2. Prueba de homocedasticidad del porcentaje de actividad antioxidante mediante el método DPPH. Ayacucho 2024.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	4,41	2	6	0,07
Se basa en la mediana	0,55	2	6	0,60
Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,55	2	2,51	0,63
Se basa en la media recortada	3,86	2	6	0,08

Anexo 9.3. Análisis de varianzas del porcentaje de actividad antioxidante de mediante el método DPPH. Ayacucho 2024.

Diferencia	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	11234,8	2	5617,4	66173,8	$9,3 \times 10^{-14}$
Dentro de grupos	0,5	6	0,085		
Total	11235,342	8			

Anexo 9.4. Análisis de comparaciones múltiples de Tukey del porcentaje de actividad antioxidante mediante el método DPPH. Ayacucho 2024.

Muestras	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Frutos	3	8,45		
Hojas	3		46,30	
Trolox	3			94,78
Sig.		1,00	1,00	1,00

Anexo 10. Análisis estadístico de la concentración eficiente antioxidante de *Lepidoceras peruvianum* Kujit mediante el método DPPH. Ayacucho 2024.

Anexo 10.1. Datos descriptivos de la concentración eficiente antioxidante mediante el método DPPH. Ayacucho 2024.

Muestra	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Hojas	3	90,5	0,0	0,0	90,5	90,6	90,5	90,6
Frutos	3	761,6	22,3	12,9	706,3	816,9	735,9	774,5
Trolox	3	38,7	0,4	0,2	37,7	39,7	38,4	39,2
Total	9	297,0	349,4	116,5	28,4	565,5	38,4	774,5

Anexo 10.2. Prueba de homocedasticidad de la concentración eficiente antioxidante mediante el método DPPH. Ayacucho 2024.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	15,7	2	6	0,004
Se basa en la mediana	1,0	2	6	0,429
Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,0	2	2,0	0,505
Se basa en la media recortada	12,4	2	6	0,007

Anexo 10.3. Análisis de varianzas de la concentración eficiente antioxidante de mediante el método DPPH. Ayacucho 2024.

Diferencia	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	975642,9	2	487821,4	2953,3	1,04 x 10 ⁻⁹
Dentro de grupos	991,1	6	165,2		
Total	976633,9	8			

Anexo 10.4. Análisis de comparaciones múltiples de Tukey de la concentración eficiente antioxidante mediante el método DPPH. Ayacucho 2024.

Muestras	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Trolox	3	38,7		
Hojas	3		90,5	
Frutos	3			761,6
Sig.		1,0	1,0	1,0

Anexo 11. Análisis estadístico del porcentaje de actividad antioxidante de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt mediante el método ABTS^{•+}. Ayacucho 2024.

Anexo 11.1. Datos descriptivos del porcentaje de actividad antioxidante mediante el método ABTS^{•+}. Ayacucho 2024.

Muestras	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Hojas	3	58,9	0,9	0,5	56,6	61,2	58,0	59,8
Frutos	3	37,6	1,4	0,8	34,2	41,1	36,0	38,6
Trolox	3	84,0	1,0	0,5	81,7	86,4	83,4	85,1
Total	9	60,2	20,1	6,7	44,7	75,7	36,0	85,1

Anexo 11.2. Prueba de homocedasticidad del porcentaje de actividad antioxidante mediante el método ABTS^{•+}. Ayacucho 2024.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	0,79	2	6	0,496
Se basa en la mediana	0,08	2	6	0,928
Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,08	2	4,25	0,929
Se basa en la media recortada	0,69	2	6	0,538

Anexo 11.3. Análisis de varianzas del porcentaje de actividad antioxidante de mediante el método ABTS^{•+}. Ayacucho 2024.

Diferencia	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3236,3	2	1618,2	1305,7	1,2 x 10 ⁻⁸
Dentro de grupos	7,4	6	1,2		
Total	3243,8	8			

Anexo 11.4. Análisis de comparaciones múltiples de Tukey del porcentaje de actividad antioxidante mediante el método ABTS^{•+}. Ayacucho 2024.

Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Frutos	3	37,6		
Hojas	3		58,9	
Trolox	3			84,0
Sig.		1,0	1,0	1,0

Anexo 12. Análisis estadístico de la concentración efeciente antioxidante de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt mediante el método ABTS^{•+}. Ayacucho 2024.

Anexo 12.1. Datos descriptivos de la concentración efeciente antioxidante mediante el método ABTS^{•+}. Ayacucho 2024.

Muestras	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Hojas	3	218,0	1,6	0,9	214,1	221,9	216,7	219,7
Frutos	3	346,8	4,3	2,5	336,2	357,4	342,0	350,1
Trolox	3	148,7	0,1	0,1	148,4	149,0	148,6	148,8
Total	9	237,8	87,1	29,0	170,9	304,8	148,6	350,1

Anexo 12.2. Prueba de homocedasticidad de la concentración efeciente mediante el método ABTS^{•+}. Ayacucho 2024.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	7,469	2	6	0,024
Se basa en la mediana	1,268	2	6	0,347
Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,268	2	2,449	0,419
Se basa en la media recortada	6,618	2	6	0,030

Anexo 12.3. Análisis de varianzas de la concentración efeciente antioxidante mediante el método ABTS^{•+}. Ayacucho 2024.

Diferencia	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	60647,2	2	30323,6	4388,2	3,2 x 10 ⁻¹⁰
Dentro de grupos	41,5	6	6,9		
Total	60688,7	8			

Anexo 12.4. Análisis de comparaciones múltiples de Tukey de la concentración efeciente antioxidante mediante el método ABTS^{•+}. Ayacucho 2024.

Muestras	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Trolox	3	148,7		
Hojas	3		218,0	
Frutos	3			346,8
Sig.		1,0	1,0	1,0

Anexo 13. Análisis estadístico del porcentaje de actividad antioxidante de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt mediante el método FRAP. Ayacucho 2024.

Anexo 13.1. Datos descriptivos del porcentaje de actividad antioxidante mediante el método FRAP. Ayacucho 2024.

Muestras	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Hojas	3	71,1	0,2	0,1	70,7	71,6	70,9	71,3
Frutos	3	61,2	0,2	0,1	60,7	61,7	61,0	61,4
Trolox	3	90,3	0,0	0,0	90,2	90,3	90,3	90,3
Total	9	74,2	12,8	4,3	64,4	84,0	61,0	90,3

Anexo 13.2. Prueba de homocedasticidad del porcentaje de actividad antioxidante mediante el método FRAP. Ayacucho 2024.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	5,21	2	6	0,05
Se basa en la mediana	0,71	2	6	0,53
Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,71	2	4,02	0,55
Se basa en la media recortada	4,52	2	6	0,06

Anexo 13.3. Análisis de varianzas del porcentaje de actividad antioxidante mediante el método FRAP. Ayacucho 2024.

Diferencia	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1312,5	2	656,2	25026,3	$1,7 \times 10^{-12}$
Dentro de grupos	0,2	6	0,0		
Total	1312,6	8			

Anexo 13.4. Análisis de comparaciones múltiples de Tukey del porcentaje de actividad antioxidante mediante el método FRAP. Ayacucho 2024.

Muestras	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Frutos	3	61,2		
Hojas	3		71,1	
Trolox	3			90,3
Sig.		1,0	1,0	1,0

Anexo 14. Análisis estadístico de la concentración efeciente antioxidante de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt mediante el método FRAP. Ayacucho 2024.

Anexo 14.1. Datos descriptivos de la concentración efeciente antioxidante mediante el método FRAP. Ayacucho 2024.

Muestras	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Hojas	3	101,2	1,9	1,1	96,4	105,9	99,2	103,1
Frutos	3	163,5	9,0	5,2	141,2	185,8	153,2	169,5
Trolox	3	27,2	0,5	0,3	25,9	28,4	26,9	27,8
Total	9	97,3	59,3	19,8	51,7	142,9	26,9	169,5

Anexo 14.2. Prueba de homocedasticidad de la concentración efeciente antioxidante mediante el método FRAP. Ayacucho 2024.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	10,47	2	6	0,01
Se basa en la mediana	0,99	2	6	0,43
Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,99	2	2,09	0,50
Se basa en la media recortada	8,75	2	6	0,02

Anexo 14.3. Análisis de varianzas de la concentración efeciente antioxidante mediante el método FRAP. Ayacucho 2024.

Diferencia	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	27957,3	2	13978,7	495,6	2,2 x 10 ⁻⁷
Dentro de grupos	169,2	6	28,2		
Total	28126,6	8			

Anexo 14.4. Análisis de comparaciones múltiples de Tukey concentración efeciente antioxidante mediante el método FRAP. Ayacucho 2024.

Muestras	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Trolox	3	27,1767		
Hojas	3		101,1700	
Frutos	3			163,5333
Sig.		1,000	1,000	1,000

Anexo 15. Matriz de consistencia

Título: Perfil químico, contenido de compuestos fenólicos y potencial antioxidante de las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt.

Problema	Objetivos	Variables	Hipótesis	Metodología
¿Cuál es perfil químico, el contenido de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante de las hojas y frutos de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt?	Objetivos generales Determinar la composición química, el contenido de compuestos fenólicos y potencial actividad antioxidante de las hojas y frutos de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt. Objetivos específicos - Determinar la composición química de las hojas y frutos de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt. mediante LC-MSMS. - Determinar el contenido de compuestos fenólicos de las hojas y frutos de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt. - Evaluar la actividad antioxidante de las hojas y frutos de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt. mediante el método <i>in vitro</i> de DPPH, ABTS^{•+} y FRAP.	Variable 1. Perfil químico. Indicador: Tiempo de retención y área bajo la curva. Variable 2. Compuestos fenólicos. Indicador: Contenido de fenoles totales (mg GAE/g) y contenido de flavonoides (mgRUE/g) Variable 3. Actividad antioxidante. Indicador: Porcentaje de actividad antioxidante y concentración eficiente antioxidante.	Las hojas y frutos de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt. contienen compuestos químicos con potencial actividad antioxidante.	Tipo de investigación Básica. Población Hojas y frutos de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt. que crecen de manera silvestre en el Bosque de Piedras de Huaraca. Muestra 200 gramos de Hojas y frutos de <i>Lepidoceras peruvianum</i> Kuijt Procedimiento para la recolección de datos El perfil químico se evaluará por cromatografía líquida acoplada a espectroscopía de masas (LC-MSMS), El contenido de fenoles se evaluará por el método de Folin Ciocalteu, flavonoides por el método de tricloruro de aluminio y las antocianinas por el método pH-diferencial. La evaluación de la actividad antioxidante por los métodos DPPH, ABTS^{•+} y FRAP se realizará mediante el método espectrofotométrico. Análisis de datos Los datos obtenidos se expresarán en forma de medias y desviación estándar de tres repeticiones. Los resultados se presentarán mediante tablas y figuras. Los promedios se compararán mediante análisis de varianza y de comparaciones múltiples de Tukey con un nivel de confianza del 95%

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

RESOLUCIÓN DECANAL N°911-2024-UNSCH-FCSA-D

BACHILLER: FRESHSIA INGRID ORTIZ PEREZ

En la ciudad de Ayacucho, siendo las diez de la mañana del día dieciséis del mes de agosto del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el auditorium de la Facultad de Ciencias de la Salud los docentes miembros del jurado evaluador, para el acto de sustentación de trabajo de tesis titulado: **Perfil químico, contenido de compuestos fenólicos y potencial antioxidante de las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt.**, presentado por la bachiller FRESHSIA INGRID ORTIZ PEREZ para optar el título profesional de Químico Farmacéutico.

En mérito al Memorando N°1106-2024-UNSCH-FCSA/D, el Decano ha delegado su representación como presidente a la profesora Maricela López Sierralta, debido a que se encuentra en una reunión. En tal sentido, el jurado evaluador queda conformado por:

Presidente : Prof. Maricela López Sierralta (delegada por el Decano)

Miembros : Prof. Maricela López Sierralta
: Prof. Kirianova Godoy Bautista
Prof. Tania Mendoza Almeida

Asesor : Prof. Marco Rolando Aronés Jara

Secretaria Docente : Prof. Stephany Massiell Barbaran Vilcatoma

Con el quórum reglamentario, se dio inicio la sustentación de tesis. Como acto inicial, la presidente de la comisión solicita a la secretaria docente verificar la conformidad del expediente presentado por la sustentante y dar lectura a la resolución. La secretaria indica que los documentos presentados por la recurrente no tienen observaciones, por lo que procede a leer la resolución decanal y proporciona algunas indicaciones a la sustentante.

A continuación, se da inicio a la exposición del Bachiller: FRESHSIA INGRID ORTIZ PEREZ. Una vez concluida, la presidente de la comisión solicita a los miembros del jurado evaluador realizar sus respectivas preguntas. Seguidamente se da pase al asesor de tesis, para que pueda aclarar algunas preguntas, interrogantes, aclaraciones.

El presidente invita a la sustentante abandonar el auditorium para que pueda proceder con la calificación.

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINAL

Bachiller: FRESHSIA INGRID ORTIZ PEREZ

JURADOS	Texto	Exposición	Preguntas	P. Final
Prof. Maricela López Sierralta	17	17	17	17
Prof. Kirianova Godoy Bautista	18	15	15	16
Prof. Tania Mendoza Almeida	17	17	16	17
PROMEDIO FINAL				17

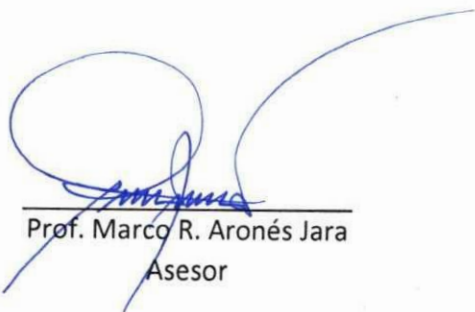
De la evaluación realizada por los miembros del jurado calificador, llegaron al siguiente resultado: Aprobar a la Bachiller FRESHIA INGRID ORTIZ PEREZ; quien obtuvo la nota final de diecisiete (17) para la cual los miembros del jurado evaluador firman al pie del presente, siendo la 11:40 de la mañana, se da por concluido el presente acto académico.



Prof. Kirianova Godoy Bautista
Jurado



Prof. Tania Mendoza Almeida
Jurado



Prof. Marco R. Aronés Jara
Asesor



Prof. Stephany M. Barbaran
Vilcatoma
Secretaria docente



Prof. Maricela López Sierralta
Presidente - Jurado

**UNSCH**FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA SALUDESCUELA PROFESIONAL DE
FARMACIA Y BIOQUÍMICA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD SEGUNDA INSTANCIA:
TESIS DE PREGRADO
(C°19-2024-EPFB-UNSCH)

La que suscribe, directora de escuela y docente instructor en segunda instancia de Tesis de Pregrado, luego de verificar la originalidad de la tesis de la Escuela profesional de Farmacia y bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud, en representación de la decana y delegada por Resolución Decanal N° 077-2021-UNSCH-FCSA/D, deja constancia que el trabajo de tesis titulado:

Perfil químico, contenido de compuestos fenólicos y potencial antioxidante de las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt.

Presentado por la **Bach. ORTIZ PEREZ, Freshsia Ingrid**

Ha sido sometido al análisis mediante el sistema TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de **19% de índice de similitud.**

Por lo que, de acuerdo con el porcentaje establecido en el Artículo 13° del Reglamento de Originalidad de Trabajos de investigación de pregrado de la UNSCH. Por tanto, **ES PROCEDENTE** conceder la Constancia de originalidad en segunda instancia.

Ayacucho, 19 de marzo del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

Mg. Maricela López Sierralta
DIRECTORA
Docente. Instructor
Segunda instancia

cc.
Archivo.

Perfil químico, contenido de compuestos fenólicos y potencial antioxidante de las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt.

by Freshsia Ingrid Ortiz Perez

Submission date: 19-Mar-2024 02:20PM (UTC-0500)

Submission ID: 2325030048

File name: Borrador_de_tesis.pdf (1.16M)

Word count: 17769

Character count: 93120

Perfil químico, contenido de compuestos fenólicos y potencial antioxidante de las hojas y frutos de *Lepidoceras peruvianum* Kuijt.

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

19%

INTERNET SOURCES

8%

PUBLICATIONS

12%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to Universidad Nacional de San
Cristóbal de Huamanga

Student Paper

6%

2

revistas.sqperu.org.pe

Internet Source

6%

3

repositorio.unsch.edu.pe

Internet Source

3%

4

ateneo.unmsm.edu.pe

Internet Source

1%

5

www.scielo.org.pe

Internet Source

1%

6

repositorio.unas.edu.pe

Internet Source

<1%

7

Submitted to Universidad San Ignacio de
Loyola

Student Paper

<1%

8

repository.javeriana.edu.co

Internet Source

<1%

9 Peter Llimpe Perez, Lisete Lourdes Aguirre Huayhua, Oliver Taype Landeo, Franklin Ore Areche. "Capacidad antioxidante y metabolitos bioactivos in vitro del aceite esencial de Tagetes erecta y Tagetes patula", tecnoHumanismo, 2021
Publication

10 cybertesis.unmsm.edu.pe
Internet Source

11 Submitted to Universidad Internacional de la Rioja
Student Paper

12 Dandara A. Luz, Anne C. C. Gomes, Naomi K. Simas, Ricardo M. Kuster. "Chemical Study and Phytotoxic Activity of Fractions from Agroindustrial Residue Vinasse against the Weed Ipomoea purpurea", Revista Virtual de Química, 2021
Publication

Exclude quotes

Activo

Exclude matches

< 30 words

Exclude bibliography

Activo