

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



**“Capacidad antioxidante *in vitro* de tres ecotipos del tubérculo de
Oxalis tuberosa Molina. “oca”. Ayacucho - 2023”**

Tesis para optar el título profesional de:
Químico Farmacéutico

Presentado por:
Bach. Yanet Martinez Roca

Asesor:
Dr. Edwin Carlos Enciso Roca

Ayacucho - Perú

2024

A Dios, por su infinito amor y sabiduría, a mis queridos padres Maximiliana y Julián por su aliento y apoyo incondicional en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por acogerme en su recinto durante mi formación académica.

A la Facultad de Ciencias de la salud, para los docentes que compartieron sus experiencias, en tal sentido forjando profesionales con alto rendimiento académico.

A mi asesor, Dr. Q.F. Enciso Roca, Edwin Carlos, por su apoyo en todo momento, para que este trabajo de investigación se llegue a realizar.

ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes de estudio	3
2.2. <i>Oxalis tuberosa</i> Molina	7
2.3. Flavonoides	8
2.4. Compuestos fenólicos	8
2.5. Radicales libres	9
2.6. Estrés oxidativo	9
2.7. Antioxidantes	9
2.8. Reactivo Folin-Ciocalteu, cuantificación de fenoles totales	11
2.9. Método de tricloruro de aluminio	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. Lugar de ejecución	15
3.2. Población	15
3.3. Muestra	15
3.4. Diseño metodológico	15
3.5. Recolección de datos	15
3.6. Identificación fitoquímica	16
3.7. Determinación del contenido de fenoles	16
3.8. Determinación del contenido de flavonoides	16
3.9. Determinación de la actividad antioxidante	17
3.10. Análisis de datos	19
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN	29
VI. CONCLUSIONES	35
VII. RECOMENDACIONES	37
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Antioxidantes enzimáticos	10
Tabla 2. Antioxidantes no enzimáticos	10
Tabla 3. Metabolitos secundarios presentes en el extracto metanólico de tres ecotipos del tubérculo de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina “oca”. Ayacucho-2023	23
Tabla 4. Contenido de fenoles y flavonoides del extracto metanólico de tres ecotipos del tubérculo de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina “oca”. Ayacucho-2023	24
Tabla 5. Capacidad antioxidante de extracto metanólico de tres ecotipos del tubérculo de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina “oca”. Ayacucho-2023	25

ÍNDECE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Reacción del reactivo de Folin-Ciocalteu	11
Figura 2. Formación de complejo flavonoide-Al	11
Figura 3. Estructura química del trolox	12
Figura 4. Estructura del DPPH durante la reacción	12
Figura 5. Estructura del ABTS antes y después de la reacción	13
Figura 6. Reacción del ensayo FRAP	13
Figura 7. Porcentaje de inhibición del radical DPPH del extracto metanólico de tres ecotipos del tubérculo de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina "oca". Ayacucho-2023	26
Figura 8. Porcentaje de inhibición del radical ABTS del extracto metanólico de tres ecotipos del tubérculo de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina "oca". Ayacucho-2023	27

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Clasificación taxonómica. Ayacucho-2023	47
Anexo 2. Certificado de identificación de los ecotipos de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina “oca”. Ayacucho-2023	48
Anexo 3. Procedimiento de identificación fitoquímica del extracto metanólico de tres ecotipos de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina “oca”. Ayacucho-2023	49
Anexo 4. Ecotipos de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina. Ayacucho-2023	50
Anexo 5. Flujograma de elaboración del extracto metanólico de tres ecotipos de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina “oca”. Ayacucho-2023	51
Anexo 6. Curva de calibración del ácido gálico para fenoles totales y quercetina para flavonoides. Ayacucho-2023	52
Anexo 7. Curva de calibración para la determinación del porcentaje de secuestro del radical DPPH. Ayacucho-2023	53
Anexo 8. Curva de calibración para la determinación del porcentaje de secuestro del catión ABTS. Ayacucho-2023	54
Anexo 9. Curva de calibración para la determinación de la actividad reductora del hierro (FRAP). Ayacucho-2023	55
Anexo 10. Análisis de varianza y prueba de homogeneidad de varianzas de los fenoles totales y flavonoides. Ayacucho-2023	56
Anexo 11. Prueba de normalidad de los fenoles totales y flavonoides. Ayacucho-2023	57
Anexo 12. Prueba de Tukey de los fenoles totales y flavonoides. Ayacucho-2023	58
Anexo 13. Análisis de varianza y prueba de homogeneidad de varianzas de la capacidad antioxidante por el método de DPPH, ABTS, FRAP. Ayacucho-2023	59
Anexo 14. Prueba de normalidad de la capacidad antioxidante por el método de DPPH, ABTS, FRAP. Ayacucho-2023	60
Anexo 15. Prueba de Tukey de la capacidad antioxidante por el método de DPPH, ABTS, FRAP. Ayacucho-2023	61

Anexo 16.	Análisis de varianza y prueba de homogeneidad de varianzas del porcentaje de inhibición del radical DPPH, ABTS. Ayacucho-2023	62
Anexo 17.	Prueba de Tukey de inhibición del radical DPPH, ABTS. Ayacucho-2023	63
Anexo 18.	Matriz de consistencia	64

RESUMEN

Los compuestos fenólicos presentan diversas propiedades biológicas para contrarrestar el estrés oxidativo. Se planteó como objetivo determinar la capacidad antioxidante *in vitro* del extracto metanólico de tres ecotipos del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina. "oca". Las muestras (tres ecotipos de oca) fueron recolectadas del distrito de Acocro. Se empleó el método de Folin Ciocalteu para determinar fenoles totales, el método de cloruro de aluminio para determinar flavonoides. Para determinar la actividad antioxidante se emplearon los métodos de neutralización de los radicales DPPH y ABTS y poder antioxidante reductor de hierro (FRAP). Los metabolitos secundarios encontrados en los tres ecotipos fueron flavonoides, fenoles, alcaloides, cumarinas, triterpenos y azúcares reductores. Los ecotipos de oca "qello puca ñahui", "yurac puca ñahui" y "yana rosado ñahui" presentaron contenido de fenoles de 152,4; 127,37 y 200,57 mg GAE/g, el contenido de flavonoides fueron de 120,13; 90,57; 143,90 mg QE/g de muestra respectivamente. La actividad antioxidante para el radical DPPH fueron de 38,63; 31,23; 65,57 mmol ET/g, para el radical ABTS fueron de 53,3; 45,97; 108,57 mmol ET/g y para FRAP fueron de 31,0; 22,0 y 67,80 mmol ET/g de muestra respectivamente. El porcentaje de inhibición del radical DPPH a 10 mg/mL fueron de 45,43%, 30,96% y 74,43% y para el radical ABTS fueron de 46,53; 41,60 y 83,10% respectivamente ($p < 0,05$). En conclusión, el extracto metanólico de tres ecotipos del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina. "oca" presentaron capacidad antioxidante, siendo mayor en el ecotipo yana rosado ñahui.

Palabras clave: capacidad antioxidante, *Oxalis tuberosa* Molina. "oca", extracto metanólico.

I. INTRODUCCIÓN

Los factores como el estilo de vida, la dieta alimentaria de la sociedad moderna, han hecho que en hoy en día emerjan enfermedades como la diabetes, cáncer, trastornos cardiovasculares, etc. Hay evidencias que enlazan el estrés oxidativo en el organismo con la aparición de muchas enfermedades.

En tal sentido con el fin de solucionar estos males, no solamente se centra en la aplicación de medidas educativas de prevención, sino también en estrategias curativas de dichos malestares, recurriendo no solo a la medicina tradicional sino también a la fitoterapia.¹

Para la generación de energía todos los seres vivos emplean el oxígeno, en tal sentido liberan radicales libres, lo cual es neutralizado por los antioxidantes y es considerado así a las sustancias que en concentraciones normales tienen afinidad mayor que otra molécula para interactuar con su radical libre.²

Durante el metabolismo normal se producen sustancias reactivas químicas, que son los radicales libres, la acumulación se puede producir por factores como la disminución de antioxidantes fisiológicos.³

Los antioxidantes se clasifican según su modo de acción, como primario y secundario, los primarios son interruptores de la reacción de propagación, mientras que los secundarios, reducen la velocidad de iniciación de diferentes maneras.⁴

De los tubérculos andinos tales como: papa, oca, papalisa e isaño, solo la papa se ha difundido a nivel mundial, llegando a ocupar el cuarto lugar en importancia alimenticia. La oca (*Oxalis tuberosa* Molina), papalisa e isaño se quedaron básicamente en los andes, estas especies de tubérculos menores presentan altos niveles de nutrición.

Oxalis tuberosa Molina “oca” presenta diversos metabolitos primarios y secundarios, que le concede propiedades como antioxidantes, antibióticos, diuréticos.¹

La investigación se orientó a la revalorización de la oca, como producto andino, no solo por sus propiedades nutricionales, sino también como un potencial antioxidante. Por todas estas razones se planteó como objetivo:

Objetivo general:

Determinar la capacidad antioxidante *in vitro* del extracto metanólico de tres ecotipos del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina. “oca”.

Objetivos específicos:

- Identificar los metabolitos secundarios presentes en el extracto metanólico de tres ecotipos del tubérculo *Oxalis tuberosa* Molina. “oca”.
- Determinar el contenido de fenoles totales y flavonoides de tres ecotipos del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina. “oca”.
- Determinar la capacidad antioxidante de los tres ecotipos del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina. “oca” mediante el radical DPPH, ABTS, FRAP.
- Comparar que ecotipo del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina. “oca” presenta mayor capacidad antioxidante.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Internacional

Castañeda y col.⁵, investigaron los cambios fisicoquímicos por exposición a la radiación solar en tubérculos de *Oxalis tuberosa* “oca” cultivados en Bolivia, estudiaron la influencia de la radiación solar sobre las propiedades fisicoquímicas como humedad, color, sólidos totales, pH. Evaluaron muestras recién cosechadas y provenientes del mercado local, para tal fin expusieron las muestras por 10 días (5 h/día). Evidenciando que la mayor parte de las muestras no pierden humedad, pero si presentaron cambios en los sólidos solubles, pH y color. Concluyendo, el tiempo de exposición óptimo para alcanzar el dulzor es de 5 a 10 días en muestras recién cosechadas.

Zhu y Cui⁶, en Nueva Zelanda, realizaron la comparación de propiedades fisicoquímicas de almidones de oca (*Oxalis tuberosa*), papa y maíz. Emplearon en la comparación un almidón de papa normal y uno de maíz normal. Evidenciaron, los almidones de oca presentaron temperaturas de gelatinización más bajas en comparación de papa y maíz. Las diferencias de las propiedades podrían ser por menor contenido de amilosa, grupos fosfato de los almidones de oca en comparación de papa y maíz.

Santamaría y Col.⁷, realizaron el estudio de “Compuestos fenólicos y actividad antioxidante antes y después del proceso de extrusión”, determinado los compuestos fenólicos de *Oxalis tuberosa* y de *Sorghum bicolor* L. Realizaron dos tratamientos 10% de *Oxalis* y 90% de *Sorghum* y 30% de *Oxalis* y 70% de *Sorghum*. Encontrando que la actividad antioxidante está relacionada con la cantidad de polifenoles, a más polifenoles mayor será la actividad antioxidante.

Jiménez y col.⁸, desarrollaron las propiedades para salud de la oca (*Oxalis tuberosa*) y el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en Argentina, determinaron el contenido de compuestos bioactivos del yacón y de la oca y el efecto en la salud intestinal. Determinaron la presencia de compuestos fenólicos, un aumento en los valores de pH y un incremento de lactobacilos y bifidobacterias. Concluyeron, los compuestos fenólicos contenidos en el yacón y la oca contribuyen en la salud intestinal.

Campos y Col.⁹, realizaron la investigación “Capacidad antioxidante y metabolitos secundarios en cuatro especies de tubérculos andinos: papa nativa (*Solanum* sp.), mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón), oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas)”, emplearon como método el ABTS, además caracterizaron los radicales, contenido total de fenoles, antocianinas, carotenoides, betaxantina, betacianina. Encontrando una capacidad antioxidante que oscilaba de 483 y 9800 µg trolox equiv., los compuestos fenólicos de 0,41 y 3,37 mg equivalentes de ácido clorogénico, antocianinas de 0,08 y 2,05 mg de cianidina 3-glucósido y carotenoides de 1 y 25 µg de β-caroteno. El contenido de compuestos bioactivos fue alto y muy variado.

Nacional

Medina¹⁰, en su investigación “Efecto del tiempo de soleado de la oca (*Oxalis tuberosa*), sobre la capacidad antioxidante y concentración de los azúcares”, realizó el soleado por 30 días, encontrando que incrementó la materia seca con relación al tiempo de soleado de 20,6% de oca seca y 23,4% a oca soleada, en la determinación de azúcares totales encontró en el día 21 un valor de 48,99%, además encontrando a la sacarosa, en el análisis antioxidante encontró en la oca seca 15,012 µmol trolox/g. Concluyendo que el tiempo de soleado influye en el aumento de materia seca, concentración de azúcares, pero afecta de manera negativa la actividad antioxidante.

Allcca¹¹, realizó la investigación “Evaluación del color, compuestos fenólicos, capacidad antioxidante en oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) en condiciones de fresco, soleado y cocción de las variedades una huaculla y yana oqa”, empleó el sistema CIEL *a*b** empleando un colorímetro para la determinación del color, los compuestos fenólicos por espectrofotometría y la capacidad antioxidante por DPPH, encontrando en una huaculla soleado en las coordenadas de color *L*a*b** un 37,9; 29,71 y 13,55. En yana oqa soleado presentó las coordenadas de color

L*a*b* 27,41; 22,84 y 5,59 respectivamente. En compuestos fenólicos yana oqa fue la mejor con 1990,5 mg AGE/100 g. La actividad antioxidante fue mejor en yana oqa con 77,6 µg Eq. Trolox /g bh. Concluyendo que yana oqa fue mejor en el contenido de fenoles y capacidad antioxidante.

Cusi¹², investigó la “Obtención y caracterización de aceite de *Oxalis tuberosa* (oca)”, determinó un análisis organoléptico de la muestra seca y molido, obteniendo un producto de color crema, olor característico, sabor dulzaino, aspecto polvoriento, el aceite de oca fue obtenido por los métodos de reflujo y Soxhlet. Realizó un análisis organoléptico del aceite de oca, determinando un color ámbar, olor suigéneris, sabor untuoso, picante y aspecto denso y uniforme.

Araujo¹³, en su investigación “Estudio fitoquímico y nutricional de tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa*) en del distrito de Manta”, realizando el estudio de 3 variedades de la oca (rojo grisáceo, amarillo señorita y rosado), determinando la composición química proximal en las tres variedades expresados en (g/100g de muestra) en humedad 78,93; 76,37; 77,66; en cenizas 4,42; 4,45; 3,32 respectivamente. presentó mayor cantidad de azúcares reductores la variedad rojo grisáceo con 0,092 a comparación de las demás variedades, el contenido de carotenoides totales fue mayor en la variedad amarillo señorita con 1,706 mg β-caroteno/100 g, el contenido fenoles totales fue mayor en la variedad rosado con 390,98 mg ácido gálico. Concluyendo, las tres variedades de oca presentaron alto valor nutricional.

Ramos¹⁴, desarrolló la “Evaluación de la capacidad antioxidante de productos tradicionales de la región Junín “granadilla, guinda, habas, quiwicha, oca, quinua, tuna, tumbo, yacón””, determinó la actividad antioxidante por el método de ABTS, DPPH, ORAC, compuestos fenólicos. Encontrando que la hoja de oca, tumbo, cáscara de haba fueron los que presentaron mejor características antioxidantes por los 3 métodos, la oca presentó mejor compuesto fenólico 1932,3 mg AGE/100 g b.s. y flavonoles 1488,14 mg QE/100 g b.s. Concluyendo que los compuestos fenólicos son los que otorgan las propiedades antioxidantes.

Local

Centeno¹⁵, realizó la investigación “Capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos presentes en el germinado de dos cultivares de *Chenopodium pallidicaule* Aellen “cañihua” y determinó el contenido de fenoles por el método de Folin Ciocalteu, la actividad antioxidante por el método capacidad

secuestradora del radical DPPH, secuestro del catión radical ABTS, potencial reductor del hierro FRAP, encontrando el contenido de fenoles en los cultivares Illpa-INIA y Cupi, con 2,54 y 2,12 mg EAG/g de muestra, de flavonoles 0,29 y 0,21 mg EAG/g de muestra. La actividad antioxidante fue para los cultivares Illpa-INIA y Cupi en el DPPH 36,35 y 35,22 ET/g de muestra en ABTS 21,36 y 19,78 mg ET/g de muestra y en FRAP 19,27 y 19,96 mg ET/g de muestra. Concluyendo, los cultivares de *Chenopodium pallidicaule* Aellen “cañihua” si presentan actividad antioxidante.

Sánchez¹⁶, realizó su estudio “Actividad antioxidante de la crema elaborada a base del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Baccharis salicifolia* “chilca”, en Huamanga y empleó diferentes métodos para determinar la actividad antioxidante (DPPH, ABTS, FRAP). En el DPPH la crema al 4% presentó mejor efecto con 1,58 TEAC, la crema al 4% igual fue mejor en los métodos de ABTS y FRAP con 0,064 y 0,016 actividad equivalente trolox. Concluyendo, el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Baccharis salicifolia* “chilca” presenta actividad antioxidante.

Riojas¹⁷, realizó el estudio “Actividad antioxidante y polifenoles totales del extracto hidroalcohólico de tres ecotipos de *Tropaeolum tuberosum* R.&P. “mashua”: Empleó el método de neutralización del radical libre DPPH y ABTS para la determinar la capacidad antioxidante, también determinó el contenido de polifenoles totales. Encontrando una actividad antioxidante moderada para las variedades estudiadas y contenido de fenoles totales.

Estrada¹⁸, investigó los “Parámetros operativos para la obtención de jarabe de glucosa de almidón de oca (*Oxalis tuberosa* M.) con enzimas α -amilasa y amiloglucosidasa” en Huamanga y trabajó con suspensión de almidón al 30% (P/V), llevando a un pH, 6,2 con NaOH 1 N. El proceso de licuefacción con α -amilasa presentó un valor de dextrosa de 54,83. En la sacarificación con amiloglucosidasa el valor de dextrosa equivalente fue 77,75.

López¹⁹, determinó la actividad antioxidante de las fracciones aisladas de las hojas de *Cestrum auriculatum* L. Heritier “hierba santa”, la muestra fue recolectada de Huamanguilla, en Huamanga y Realizó la identificación fitoquímica y determinó la actividad antioxidante con el método de DPPH. Evidenciando la presencia de metabolitos secundarios como los flavonoides, taninos, lactonas, alcaloides, esteroides, catequinas. El extracto hidroalcohólico y fracción acuoso presentaron

mayor actividad antioxidante a la concentración de 100 µg/mL con 92,24 y 90,89% respectivamente.

2.2. *Oxalis tuberosa* Molina

2.2.1. Clasificación taxonómica

División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Sub clase	: Rosidae
Orden	: Geraniales
Familia	: Oxalidaceae
Género	: Oxalis
Especie	: <i>Oxalis tuberosa</i> Molina
Nombre vulgar	: “oca”

Fuente: constancia emitida por la Bióloga Laura Aucasime (Anexo 1).

2.2.2. Descripción botánica

Es una planta herbácea anual. Por lo general crece entre 0,2 y 0,4 m. Presenta tallos cilíndricos, que presentan un diámetro de 0,5 a 1,5 cm. De la base brotan los tallos, que le dan una forma cónica o semiesférica.²⁰

Presenta una hoja característica, trifoliada con unos peciolos de longitud variable de 2 a 9 cm, con una coloración verde moteada purpura.²¹

Presentan unas flores que se disponen en cimas de 4 a 5 flores, con un cáliz de 5 sépalos, con una corola de 5 sépalos. Además, presenta 10 estambres en dos grupos de cinco.²¹

2.2.3. Hábitat

Conocida como “oca” en Bolivia, Chile, Ecuador, Argentina y Perú, en Colombia como “ibia”, en Venezuela como “cuiba”, “quiba” o “ciuva” y en México como “papa roja” o “papa extranjera”. En su nombre quechua es “oqa”.²⁰

En los valles de Cusco y Ayacucho se encuentran la mayor variabilidad, también en el altiplano boliviano.²⁰

2.2.4. Usos medicinales

La oca contiene fibra, el cual mejora la salud digestiva, mejora la salud cardiovascular, ayuda a mantener el peso saludable y fortalece el sistema inmunológico. Presenta alto contenido de antioxidantes, almidón de buena calidad, carotenos, compuestos fenólicos y es una fuente importante de vitamina C.²²

2.2.5. Composición química

Presentan pigmentos con actividad antioxidante como los carotenoides (anaranjado), antocianinas (rojo y morado).²³

Por lo general la oca cuando está recién cosechada posee un sabor ácido, esta acción lo ejerce el ácido oxálico, pero las blancas son menos ácidas. Las ocas adquieren un sabor dulce cuando se exponen al sol por varios días.²⁰

La oca presenta una variabilidad en sus niveles nutritivos, presentan un 84% de agua, 1,1% de proteína, en carbohidratos un 13,2%, en grasas un 0,6%, y en fibra 1%. También pueden tener gran cantidad de retinol y los tubérculos que son amargos presentan 500 ppm de ácido oxálico.²⁴

2.3. Flavonoides

Estos son polifenoles de bajo peso molecular que tienen un esqueleto en común conformado por 15 átomos de carbono, están en secuencia en 3 anillos (C₆-C₃-C₆), que son A, B y C. Para la clasificación de las subclases es necesario la presencia del doble enlace, en la cual una sustitución en el anillo A y B por grupos hidroxilos hacen posible la distinción de dichos miembros. Los principales son las flavonas, flavonoles, flavanonas, isoflavonas, antocianidinas y flavanoles.²⁵

2.4. Compuestos fenólicos

Están distribuidos en las frutas y vegetales. Estos son los responsables del origen de los principales metabolitos secundarios, en su mayoría son derivados de fenilalanina y otros en menor cantidad son derivados de tirosina. Estas conforman la mayoría de los compuestos presentes en las plantas que tienen diversas estructuras químicas y diferentes actividades metabólicas. Identificados existen alrededor de 800 compuestos fenólicos.²⁶

2.5. Radicales libres

Cuando un átomo o varios átomos tienen un electrón desapareado se forman los radicales libres, estas son bastante reactivos y suelen captar un electrón de moléculas que estén estables, todo para alcanzar su estabilidad electroquímica. Luego que el electrón consigue su estabilidad, la molécula estable que cedió se convierte en radical libre, generándose una reacción en cadena, dando como resultado la destrucción de las células.²⁷

2.6. Estrés oxidativo

Es considerado como el resultado de un desequilibrio entre los radicales libres y los compuestos antioxidantes. El término ERO (especies reactivas del oxígeno) hace referencia a las moléculas radicales o no radicales que por lo general son oxidantes y/o también convertidos de manera fácil a radicales. Al pasar el tiempo se ha puesto en evidencia que los radicales libres y el conjunto de especies reactivas tienen una importancia en el equilibrio homeostático, que es importante en los mecanismos de regulación que conservan el funcionamiento regular fisiológico de los organismos. Si se produce el incremento intracelular de ERO y sobrepasa las defensas oxidantes de la célula se produce el estrés oxidativo, por la cual se produce daños a moléculas biológicas como son las proteínas, lípidos y los ácidos nucleicos. Se puede presentar de diferentes maneras el estrés oxidativo como en el desarrollo de enfermedades degenerativas como es el caso de la aterosclerosis, enfermedades neurológicas, cardiopatías. Pero también es fundamental mencionar a otros factores que pueden ocasionar el estrés oxidativo como, estilo de vida y la dieta que se comportan como prooxidantes.²⁸

2.7. Antioxidantes

Se consideran antioxidantes a los conjuntos de productos biológicos o compuestos químicos que de manera directa o indirecta anulan los efectos dañinos de los radicales libres u oxidantes, una de ellas la oxidación de lípidos, ácidos nucleicos o proteínas. Presenta una clasificación enzimática y no enzimática. Los antioxidantes enzimáticos o exógenos están conformados por unos depuradores de radicales libres. Los antioxidantes no enzimáticos son: ácido lipoico, bilirrubina, glutatión, vitamina E, vitamina C, vitamina A, carotenoides, resveratrol, selenio, coenzima Q10. Su sistema de defensa que corresponden a las enzimas antioxidantes o endógenos también incluye a las enzimas como el

superóxido dismutasa, catalasa, glutatión peroxidasa, tioredoxina reductasa, glutatión reductasa.²⁸

Tabla 1. Antioxidantes enzimáticos.²⁸

Antioxidante	Ubicación celular	Función fisiológica
Superóxido Dismutasa	Citoplasma (SOD-1) Mitocondria (SOD-2) Extracelular (SOD-3)	Dismutación de radicales superóxidos
Glutatión peroxidasa	Citoplasma y mitocondria	Elimina el peróxido de hidrógeno y los hidroperóxidos orgánicos
Catalasa	Citoplasma y mitocondria	Elimina peróxido de hidrógeno

Tabla 2. Antioxidantes no enzimáticos.²⁸

Antioxidante	Función fisiológica
Vitamina E	En la membrana capta los radicales libres evitando la lipoperoxidación
Glutatión	Presenta varios efectos en la defensa antioxidante celular
Ácido lipoico	Eficaz antioxidante y eficaz sustituto del glutatión
Vitamina C	Efecto eliminador de radicales y recicla la vitamina E. las vitaminas C y E trabajan como antioxidante
Carotenoides	Antioxidante de lípidos
Ubiquinona	Efectos de gran utilidad como antioxidante

2.7.1. Defensa antioxidante

En ambientes oxigenados los sistemas biológicos desarrollaron medios de defensa, como bioquímicos y fisiológicos.

- Nivel fisiológico: engloba al sistema microvascular, su papel principal es mantener los niveles tisulares de oxígeno, pero en presiones que sean bajas.
- Nivel bioquímico: en esta sección el antioxidante puede ser enzimático como también no enzimático, también sistemas reparadores de moléculas.²⁹

2.10. Trolox

El trolox es un antioxidante fenólico, presenta un anillo cromano que es parecido a la vitamina E. El trolox evita el estrés oxidativo.³³

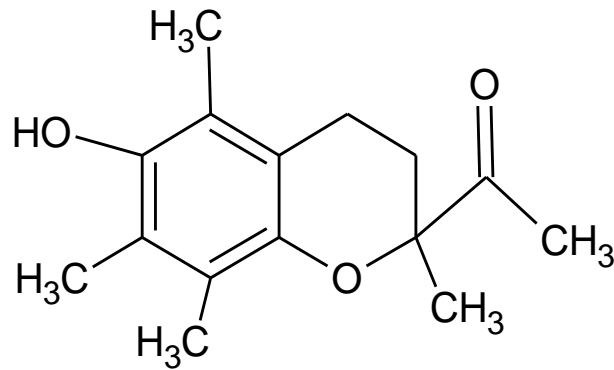


Figura 3. Estructura química del trolox.³³

2.11. Método del radical libre 2,2 difenil-1-picrilhidrazil (DPPH)

El DPPH es un radical libre estable, es muy empleado en los compuestos químicos para la determinación de su poder antioxidante. El DPPH se presenta de un color violeta, después de reaccionar con el compuesto antioxidante se forma la reducción del DPPH dando una coloración amarilla.³⁰

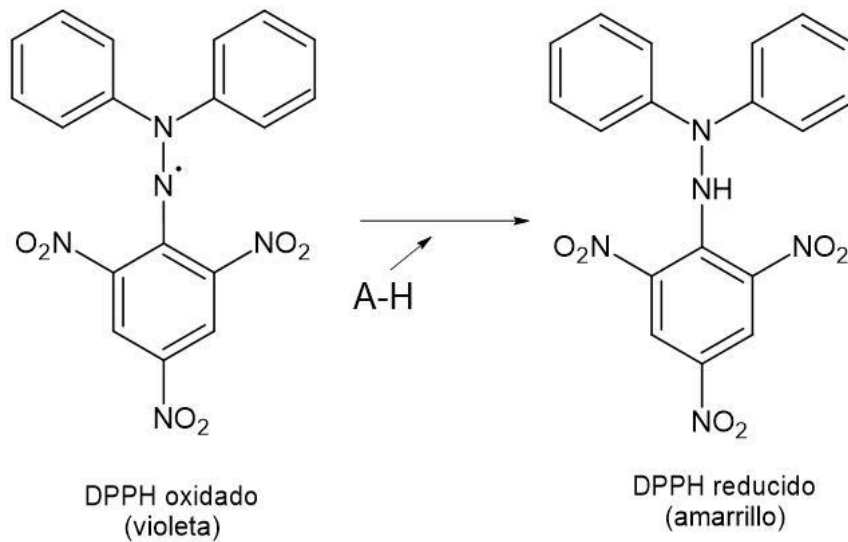


Figura 4. Estructura del DPPH durante la reacción.³⁴

2.12. ABTS

Se forma el cromóforo ABTS^{•+} que es un radical libre, con una coloración verde-azul, formado por la reacción del ABTS y el persulfato de potasio. Cuando reacciona con un compuesto antioxidante se origina la reducción del ABTS^{•+}, en tanto la coloración verde-azul cambia a una coloración incolora.³⁰

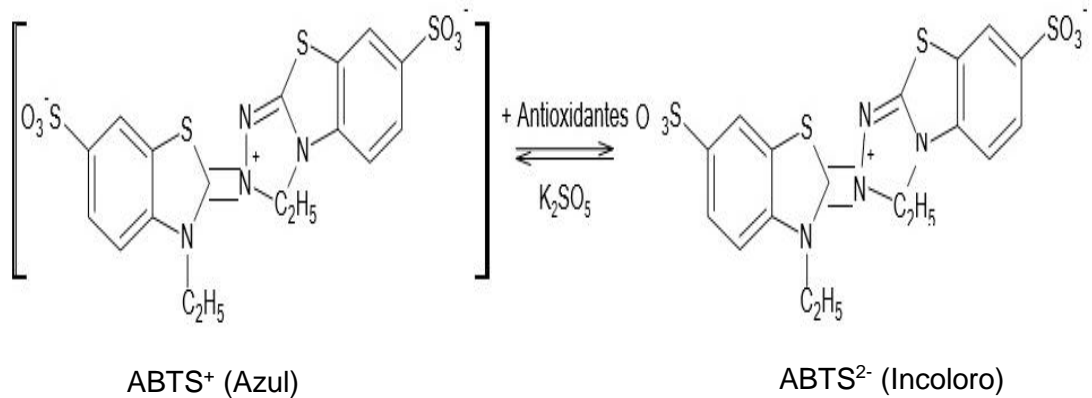


Figura 5. Estructura del ABTS antes y después de la reacción.³⁰

2.13. FRAP

Es una técnica sencilla, reproducible y rápida. El ensayo está basado cuando el complejo férrico 2,4,6-tripiridil-s-triazida (TPTZ-Fe⁺³) se reduce a su forma (TPTZ-Fe⁺²), se forma una coloración azul.³⁵

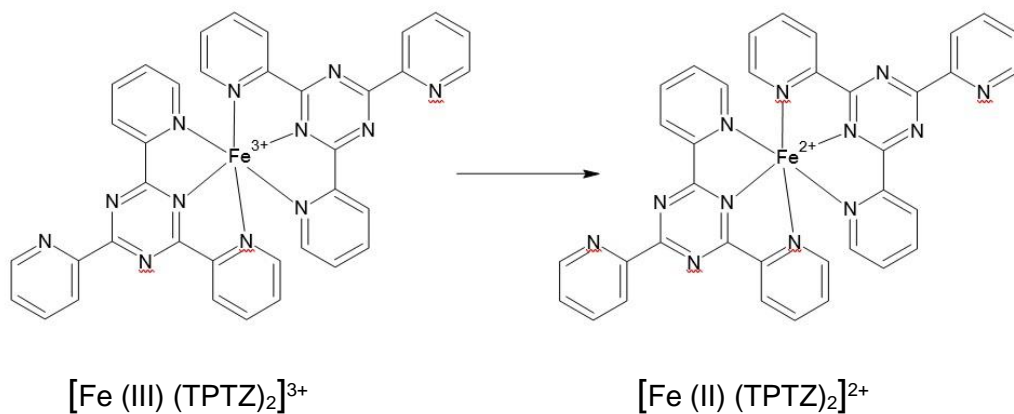


Figura 6. Reacción del ensayo FRAP.³⁵

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El estudio se ejecutó en los laboratorios de Farmacia de la Facultad de Ciencias de la Salud.

3.2. Población

Conformada por tres ecotipos: “qello puca ñahui”, “yurac puca ñahui”, “yana rosado ñahui”, del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina “oca” recolectadas del distrito de Acocro, Centro Poblado de Pampamarca (3494 m.s.n.m.), provincia de Huamanga-Ayacucho.

3.3. Muestra

Un kilogramo de tres ecotipos: “qello puca ñahui”, “yurac puca ñahui”, “yana rosado ñahui”, del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina “oca”, que fueron recolectados del distrito de Acocro, centro poblado de Pampamarca. Luego se realizó su clasificación taxonómica (Anexo 1) e identificación de los ecotipos (Anexo 2).

3.4. Diseño metodológico

Estudio básico-descriptivo.³⁶

3.5. Recolección de datos

3.5.1. Recolección de la muestra

Los tubérculos de los diferentes ecotipos fueron acopiados en temporada de cosecha en los meses de abril-mayo, del Centro Poblado de Pampamarca, provincia de Huamanga.

3.5.2. Secado, molienda

Las muestras de oca (“qello puca ñahui”, “yurac puca ñahui”, “yana rosado ñahui”) fueron lavadas, cortadas en finas rodajas y se secadas en estufa a 40 °C por 72 horas. Las muestras secas fueron trituradas hasta polvo.

3.5.3. Preparación del extracto metanólico

Primero se añadió 180 mL de metanol a 20 g de cada muestra (1:10), luego se llevó al agitador magnético por 4 horas, inmediatamente se procedió a filtrar (repetiendo el proceso 2 veces), luego se dejó concentrar las muestras en la estufa 40 °C por 48 horas, finalmente se llevó las muestras a un frasco de color ámbar, guardando hasta el día de su análisis.

3.6. Identificación fitoquímica

Las reacciones de coloración y precipitación se realizaron siguiendo el procedimiento descrito por Miranda y Cuellar³⁷ (Anexo 3).

3.7. Determinación del contenido de fenoles totales

Se empleó el método de Folin-Ciocalteu descrito por Thaipong y col.³⁸

Para la curva de calibración se preparó una solución de ácido gálico 50 µg/mL en metanol (disolvió 25 mg de ácido gálico en 25 mL de metanol. Luego 5 mL de la solución se llevó a 100 mL de agua destilada), después se tomó alícuotas de 0,0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 y 0,5 mL, llevó a 1 mL con agua destilada, formando concentraciones de (5, 10, 15, 20 y 25 µg/mL). Blanco 1 mL de agua destilada. Para la muestra (1 mg/mL), se tomó 200 µL de la muestra y se llevó a 1 mL con agua destilada. Luego se agregó 0,5 mL del reactivo Folin Ciocalteu 0,2 N. Se mezcló en un vortex y se dejó reposar por 5 minutos a temperatura ambiente a 20 °C. Luego se adicionó 2,5 mL de Na₂CO₃ 5%, se mezcló y se incubó en la oscuridad por 40 minutos. Finalmente, las absorbancias fueron leídas en el espectrofotómetro a 725 nm. Los resultados fueron expresados en mg equivalente a ácido gálico por gramo de muestra (mg GAE/g de muestra).

3.8. Determinación del contenido de flavonoides

Para el contenido de flavonoides, se siguió el procedimiento detallado por Zhishen y col. con ajustes descrito por Thangaraj.³⁹

Para la curva de calibración se preparó una solución de quercetina 200 µg/mL en metanol (se disolvió 20 mg en 10 mL, luego se llevó 1 mL a 10 mL y se enrasó a

10 mL con metanol), luego se tomó alícuotas de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8, 1 mL formando concentraciones de (40, 80, 120, 160 y 200 µg/mL). En la preparación de la muestra se tomó 500 µL de la muestra y se llevó a 1 mL con agua destilada, luego se agregó 150 µL de nitrito de sodio al 5%, se dejó reposar por 5 minutos. Luego se añadió 150 µL de cloruro de aluminio al 10%, dejó reposar por 6 minutos. Luego se agregó 2 mL de NaOH al 4%, se mezcló, luego se agregó agua destilada 5 mL. Se mezcló e incubó por 15 minutos a temperatura ambiente, finalmente las absorbancias fueron leídas en el espectrofotómetro a 510 nm. Los resultados fueron expresados en mg equivalentes a quercetina/g de muestra (mg QE/g de muestra).

3.9. Determinación de la actividad antioxidante

3.9.1. Actividad secuestradora del radical libre de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo)

Se realizó siguiendo el procedimiento de Brand Wuilliams, con algunos ajustes descrito por Thaipong y Col.³⁸

Procedimiento:

Para la solución patrón (SP), se disolvió 24 mg de DPPH con 100 mL de metanol, se preparó solución trabajo (ST), mezclando 10 mL de la SP con 45 mL de metanol, luego se midió la absorbancia a 517 nm, se ajustó la absorbancia hasta $1,1 \pm 0,02$.

Para la curva de calibración se pesó 12,5 mg de trolox, luego se aforó a 50 mL con metanol, se tomó alícuotas de 0; 1; 2; 4; 6; 8 mL. Se aforó a 10 mL con metanol, luego se agitó por 5 minutos.

Para la preparación de la muestra se tomó 150 µL de extracto, luego se adicionó 2850 µL de ST, luego se incubó por 30 minutos en la oscuridad, finalmente se midió la absorbancia a 517 nm.

Cálculos:

$$\%AA = \frac{(Am - Ab)}{Ac} \times 100$$

Donde:

%AA: porcentaje de la actividad antioxidante

Am: absorbancia de la muestra

Ab: absorbancia del blanco

Ac: absorbancia del blanco del reactivo

3.9.2. Método de captación del radical catiónico ABTS (2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico)

Se empleó el procedimiento descrito por Arnao y Col. Con algunas modificaciones descrito por Thaipong y col.³⁸

Para la solución patrón (SP), se preparó la solución 1 (S1), se pesó 40,6 mg de ABTS, se aforó en 10 mL de agua destilada, luego se preparó la solución 2 (S2), pesando 7 mg de persulfato de potasio, aforó a 10 mL de agua destilada, finalmente se mezcló S1 con S2, se dejó reposar por 12 horas. La solución trabajo, se mezcló 1 mL de SP con 60 mL de metanol, luego se procedió a leer en el espectrofotómetro a 734 nm, se ajustó hasta absorbancia $1,1 \pm 0,02$.

Para la curva de calibración se pesó 12,5 mg de trolox, se aforó a 50 mL con metanol, luego se tomó alícuotas 0; 0,5; 1; 2; 3 y 4 mL, se aforó con 10 mL de metanol y se agitó por 5 minutos.

Para la preparación de la muestra, se tomó 150 μ L de extracto, se adicionó 2850 μ L de ST, luego se incubó por 2 horas en oscuridad y se procedió a leer la absorbancia a 736 nm.

3.9.3. Método poder reductor antioxidante del hierro (FRAP)

Se siguió el procedimiento descrito por Benzie y Strain, con algunas modificaciones detalladas por Thaipong y Col.³⁸

Para la solución trabajo (ST): se preparó una solución buffer acetato (S1), se pesó 310 mg de acetato de sodio más 1,6 mL de ácido acético que fueron aforados a 100 mL de agua destilada, se midió el pH 3,6. Luego el 2,4,6 tripridyll-s-triazine (S2), se pesó 31,2 mg de TPTZ, fueron aforados con ácido clorhídrico 40 mM. El cloruro férrico hexahidratado (S3), se pesó 54,1 mg de cloruro férrico aforados en 10 mL de metanol. Finalmente se mezcló 25 mL de S1, con 2,5 mL de S2 y 2,5 mL de S3, luego se calentó a 37 °C.

Para la curva de calibración se pesó 12,5 mg de trolox, se aforó a 50 mL con metanol. Luego se tomó alícuotas de 0; 0,5; 1; 2; 4; 6 y 8 mL, se aforó a 10 mL con metanol y se agitó por 5 minutos.

Para la preparación de la muestra se tomó 150 μL de extracto, luego se adicionó 2850 μL de ST, se incubó por 30 minutos en la oscuridad y se midió la absorbancia a 593 nm.

3.10. Análisis de datos

Los resultados fueron expresados en tablas y figuras. La diferencia entre sus medias fue contrastada con el Análisis de Varianza (ANOVA), con un nivel de confianza de 95% ($p < 0,05$). La diferencia que existe entre los tratamientos fue evaluada a través de la prueba de Tukey (SPSS, versión 22).

IV. RESULTADOS

Tabla 3. Metabolitos secundarios presentes en el extracto metanólico de tres ecotipos del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina “oca”. Ayacucho-2023

Metabolitos secundarios	Resultados por ecotipo			Observaciones
	Qello puca ñahui	Yurac puca ñahui	Yana rosado ñahui	
Fenoles	+++	+++	+++	Coloración rojo vino
Flavonoides	+++	+++	+++	Coloración naranja
Alcaloides	++	++	++	Turbidez definida
Azúcares reductores	+++	+++	+++	Precipitado rojo
Lactonas y/o Cumarinas	+++	+++	+++	Presencia de coloración violeta
Triterpenos y/o esteroides	+++	+++	+++	Coloración azul

Leyenda:

Leve: (+).

Moderado: (++)

Intenso: (+++).

Tabla 4. Contenido de fenoles y flavonoides del extracto metanólico de tres ecotipos del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina “oca”. Ayacucho-2023

Ecotipo	Fenoles totales mg GAE/g de muestra	Flavonoides mg QE/g de muestra
	Media ± DE	Media ± DE
Qello puca ñahui	152,4 ± 4,05	120,13 ± 5,02
Yurac puca ñahui	127,37 ± 6,23	90,57 ± 9,33
Yana rosado ñahui	200,57 ± 3,74*	143,90 ± 6,73**

DE: desviación estándar de tres repeticiones.

* ANOVA: $p=4,42 \times 10^{-6}$

** ANOVA: $p=3,21 \times 10^{-4}$

Tabla 5. Capacidad antioxidante del extracto metanólico de tres ecotipos del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina “oca”. Ayacucho-2023

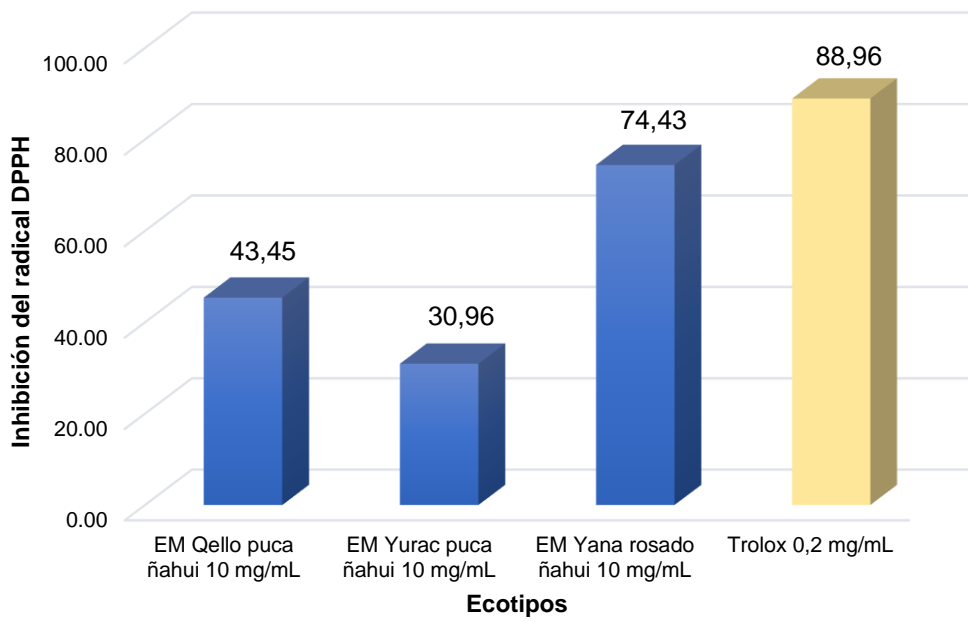
Ecotipo	DPPH	ABTS	FRAP
	mmol ET/g de muestra	mmol ET/g de muestra	mmol ET/g de muestra
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE
Qello puca ñahui	38,63 ± 2,27	53,30 ± 1,11	31,0 ± 2,13
Yurac puca ñahui	31,23 ± 1,05	45,97 ± 1,21	22,0 ± 3,48
Yana rosado ñahui	65,57 ± 0,55*	108,57 ± 0,96**	67,80 ± 3,73***

DE: desviación estándar de tres repeticiones.

* DPPH: ANOVA: $p=2,95 \times 10^{-7}$

** ABTS: ANOVA: $p=1,08 \times 10^{-9}$

*** FRAP: ANOVA: $p=4,91 \times 10^{-6}$

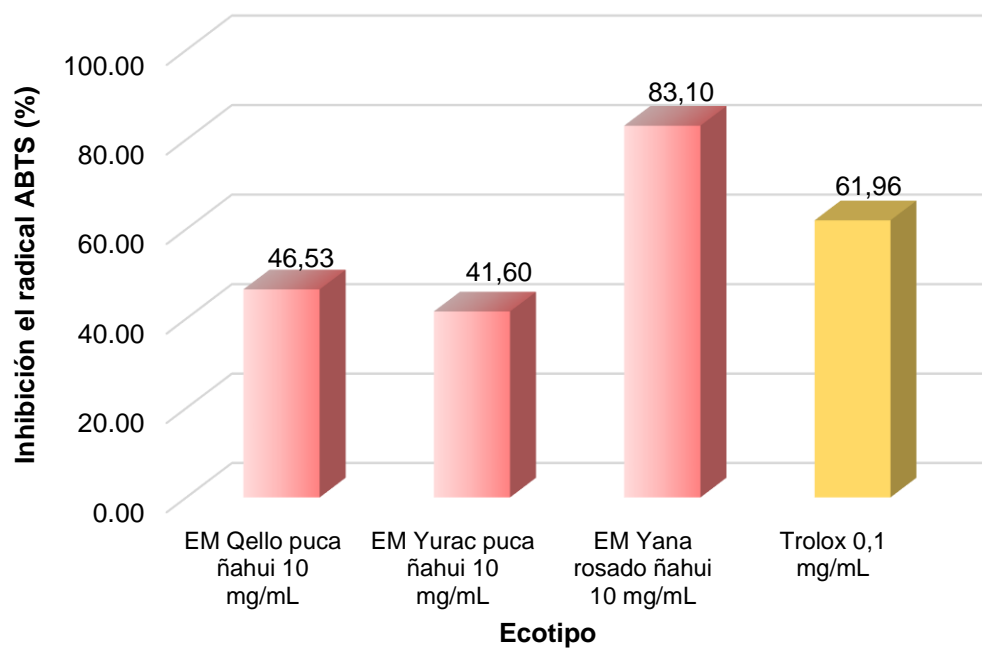


ANOVA: $p=1,38 \times 10^{-12}$

Figura 7. Porcentaje de inhibición del radical DPPH del extracto metanólico de tres ecotipos del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina “oca”. Ayacucho-2023

Leyenda:

EM: extracto metanólico



ANOVA: $p= 3,75 \times 10^{-11}$

Figura 8. Porcentaje de inhibición del radical ABTS del extracto metanólico de tres ecotipos del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina “oca”. Ayacucho-2023

Leyenda:

EM: extracto metanólico

V. DISCUSIONES

La mala alimentación por parte de la sociedad, la ingesta excesiva de productos sintéticos, hacen que los procesos de envejecimiento y el deterioro corporal se vean acelerados, en los seres dependientes de oxígeno es normal los procesos de oxidación celular en el organismo, pero se ve influenciado por los malos hábitos mencionados, como consecuencia de este proceso oxidativo se generan en el cuerpo radicales libres, las mismas que desencadenan diversas patologías en el organismo.

El trabajo de investigación se orientó a determinar *in vitro*, la actividad antioxidante del extracto metanólico de los tubérculos de la oca, para dar sustento científico a las bondades terapéuticas atribuidas popularmente.

En la Tabla 3, se plasma los metabolitos secundarios presentes en el extracto metanólico de los tres ecotipos del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina “oca”, se evidencia que los tres ecotipos “qello puca ñahui”, “yurac puca ñahui”, “yana rosado ñahui” presentan flavonoides, fenoles, alcaloides, cumarinas, triterpenos, azúcares reductores. Araujo¹³ realizó el estudio fitoquímico de tres variedades de *Oxalis tuberosa* Molina “oca”, encontrando la presencia de metabolitos secundarios como azúcares reductores, carotenoides, fenoles totales. El estudio ratifica la presencia de metabolitos secundarios en el extracto metanólico de *Oxalis tuberosa* Molina “oca”. Cruz y Tubay⁴⁰, realizaron la identificación fitoquímica de *Oxalis tuberosa* Molina “oca”, determinando la presencia de azúcares reductores, triterpenos/esteroides, además determinaron por cromatografía de gases acoplado a espectrofotometría de masas identificaron la presencia de fructuosa, sucrosa, beta-D-alopiranososa. Análisis de importancia, que servirán para futuras investigaciones.

A ciertos metabolitos secundarios se les atribuye las propiedades como antioxidantes como por ejemplo a las quinonas, ácidos fenólicos, flavones,

flavonoides, antocianinas, se puede mencionar que presentan propiedades redox, equivale decir que donan hidrógenos dando como resultado la prevención de algunas enfermedades degenerativas.⁴¹

La Tabla 4, muestra el contenido de fenoles totales y flavonoides del extracto metanólico de los ecotipos “qello puca ñahui”, “yurac puca ñahui”, “yana rosado ñahui” del tubérculo *Oxalis tuberosa* Molina “oca”, se observa que el ecotipo “yana rosado ñahui” presentó mayor contenido de fenoles con $200,57 \pm 3,74$ a comparación de “qello puca ñahui” y “yurac puca ñahui” con $152,4 \pm 4,05$ y $127,37 \pm 6,23$ mg GAE/g de muestra respectivamente, además el ecotipo “yana rosado ñahui” es estadísticamente diferente a los demás ecotipos con un $p < 0,05$. También se pone en evidencia que “yana rosado ñahui” presentó mayor contenido de flavonoides con $143,90 \pm 6,73$ con respecto a “qello puca ñahui”, “yurac puca ñahui” con $152,4 \pm 4,05$ y $90,57 \pm 9,33$ mg QE/g de muestra respectivamente. También se observa que el ecotipo “yana rosado ñahui” es estadísticamente diferente a los demás ecotipos con un $p < 0,05$. Araujo¹³, determinó el contenido de fenoles totales de *Oxalis tuberosa* Molina “oca” encontrando en la variedad rojo grisáceo ($295,239 \pm 1,4$), amarillo ($314,389 \pm 1,8$) y rosado ($390,98 \pm 0,6$), demostrando que la variedad rosado presentó mayor contenido de fenoles totales. El estudio ratifica lo encontrado en la presente investigación. Allcca¹¹, determinó el contenido de fenoles totales de *Oxalis tuberosa* Molina “oca”, determinando que el ecotipo “yana oqa” presentó el mayor contenido de fenoles totales con $2114,7$ mg AGE/100g. El estudio ratifica lo encontrado en la presente investigación, que el ecotipo “yana rosado” presenta el mayor valor de fenoles totales. Güemes y Col.⁴² determinaron el contenido de fenoles totales de *Oxalis tuberosa* Molina “oca” encontrando un $9,23$ mg EGA/g. Campos y Col.⁹ determinaron el contenido de fenoles totales, encontrando $3,37$ mg equivalente de ácido clorogénico. Robles y Col.⁴³, determinaron el contenido de flavonoides totales determinando que el extracto de las semillas presentó un contenido de flavonoides de $115,6 \pm 3,2$ mg EC/g de extracto.

Los compuestos fenólicos y los flavonoides son los compuestos bioactivos más importantes presentes en el tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina “oca”.

En la Tabla 5, se puede observar la capacidad antioxidante del extracto metanólico de los ecotipos “qello puca ñahui”, “yurac puca ñahui”, “yana rosado ñahui” del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina “oca”, se observa que en el método de DPPH

el ecotipo “yana rosado ñahui” presentó mayor capacidad antioxidante con $65,57 \pm 0,55$ mmol ET/g de muestra respecto a los demás ecotipos. En el método de ABTS y FRAP el ecotipo “yana rosado ñahui” presentó mayor capacidad antioxidante con $108,57 \pm 0,96$ y $67,80 \pm 3,73$ mmol ET/g de muestra respectivamente. Se afirma que el ecotipo “yana rosado ñahui” presentó capacidad antioxidante (DPPH, ABTS y FRAP) estadísticamente diferente a los demás ecotipos con un $p < 0,05$. Escarcena⁴⁴, realizó la capacidad antioxidante de *Oxalis tuberosa* Molina “oca” por el método ABTS determinando una capacidad de $9,29 \mu\text{m}$ de trolox/g. Allcca¹¹, determinó la capacidad antioxidante de *Oxalis tuberosa* Molina “oca” determinando que el ecotipo “yana oqa” presentó la mayor capacidad antioxidante con $77,6 \mu\text{g}$ Eq trolox/g que fue seguida por el ecotipo “uma huaculla” con $73,2 \mu\text{g}$ Eq trolox/g. Las investigaciones demuestran que el ecotipo “yana rosado” presentan mayor capacidad antioxidante. Gonzáles y Col.⁴⁵, determinaron la capacidad antioxidante de *Oxalis tuberosa* por el método de FRAP determinando una capacidad de $208,87 \mu\text{mol}$ trolox/g. con los estudios mencionados se afirma que *Oxalis tuberosa* Molina “oca” presenta capacidad antioxidante con los métodos de DPPH, ABTS y FRAP.

La Figura 7, muestra el porcentaje de inhibición del radical DPPH del extracto metanólico de los ecotipos “qello puca ñahui”, “yurac puca ñahui”, “yana rosado ñahui” del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina “oca”, se puede observar que el ecotipo “yana rosado ñahui” presentó mayor porcentaje de inhibición del radical DPPH con $74,43\%$ con respecto a los demás ecotipos, siendo este ecotipo estadísticamente diferente al trolox con $88,96\%$ con un $p < 0,05$. Oré y Col.⁴⁶, determinaron la actividad antioxidante de *Oxalis tuberosa* Molina “oca”, encontrando una actividad de $89,56\%$ mol de trolox/100 g. Güemes y Col.⁴², determinaron la actividad antioxidante de *Oxalis tuberosa* Molina “oca” por el método de DPPH, encontrando que presentó un porcentaje de inhibición de $76,74\%$ del radical DPPH. Datos que se asemejan en lo encontrado en la presente investigación. Gonzáles y Col.⁴⁵, determinaron la capacidad antioxidante de *Oxalis tuberosa* Molina, encontrando un $54,87\%$ de actividad. En otra investigación Enríquez⁴⁷, determinó la capacidad antioxidante de *Oxalis tuberosa* Molina “oca” empleando el método de DPPH, evidenciando una capacidad de $46,24\%$ para la variedad roséola violeta.

Existen muchos metabolitos secundarios asociados a la actividad antioxidante, uno de ellos son los compuestos fenólicos, pues estos están relacionados en la

captura de radicales libres. Este se debería a la polaridad de los compuestos fenólicos, estos compuestos si poseen más sustituyentes hidroxilados presentan mayor polaridad. Por lo tanto, los compuestos fenólicos capturan las especies reactivas de oxígeno como el radical anión superóxido.⁴⁸

Los antioxidantes fenólicos hoy en día han alcanzado una gran importancia por su capacidad de eliminar radicales libres, entonces las plantas que son ricas en estos compuestos se podrían emplear en la prevención de los efectos nocivos de la piel producidos por los rayos UV, entre otros.⁴⁹

En la Figura 8, se puede observar el porcentaje de inhibición del radical ABTS del extracto metanólico de los ecotipos “qello puca ñahui”, “yurac puca ñahui”, “yana rosado ñahui” del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina “oca”, se puede evidenciar que el ecotipo “yana rosado ñahui” presentó mayor porcentaje de inhibición del radical ABTS con 61,96% con respecto a los demás ecotipos, siendo este ecotipo estadísticamente diferente al trolox con un valor de 83,1% con un $p < 0,05$. Güemes y Col.⁴², determinaron la actividad antioxidante de *Oxalis tuberosa* Molina “oca” por el método de ABTS, evidenciando que presentó 789,6 mg Eq de trolox. Campos y Col.⁹, realizaron la capacidad antioxidante de *Oxalis tuberosa* Molina “oca” por método ABTS, encontrando una capacidad antioxidante de 9800 μg trolox equiv. g^{-1} . Gonzáles y Col.⁴⁵ determinaron la actividad antioxidante de *Oxalis tuberosa* Molina por el método ABTS encontrando una actividad de $532,83 \pm 0,34$ μmol trolox/g. Arnao⁴⁸, determinó el porcentaje de actividad antioxidante por el método de ABTS, encontrando un 10,52% de actividad.

La presente investigación demostró que el tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina “oca” presenta metabolitos secundarios con actividad antioxidante, los responsables de dicho efecto serían los compuestos fenólicos, flavonoides, estos compuestos ayudarían en la captura de radicales libres. Pero se necesita de más estudios para poder determinar y aislar los compuestos responsables de este efecto.

Con los resultados en la presente investigación se evidencia que la interacción de un potencial antioxidante como es el DPPH, va depender de su conformación estructural. Algunos compuestos reaccionan muy rápido con el DPPH, disminuyendo la cantidad de moléculas de DPPH que corresponden al número de hidroxilos disponibles. Para la mejor comprensión de los mecanismos que implican el DPPH y los antioxidantes potenciales sería muy beneficioso la caracterización

de estos compuestos intermedios de reacción, por lo tanto, implicaría la separación de estos compuestos por cromatografía y su posterior identificación.

VI. CONCLUSIONES

1. El extracto metanólico de los tres ecotipos del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina "oca" presentaron capacidad antioxidante *in vitro*.
2. Los metabolitos secundarios presentes en el extracto metanólico de los tres ecotipos fueron fenoles, flavonoides, alcaloides, lactonas/cumarinas, triterpenos y/o esteroides y azúcares reductores.
3. El contenido de fenoles totales para los ecotipos "qello puca ñahui", "yurac puca ñahui", "yana rosado ñahui" fueron de 152,4; 127,37; 200,57 mg GAE/g muestra; flavonoides de 120,13; 90,57; 143,90 mg QE/g de muestra respectivamente.
4. La capacidad antioxidante para el radical DPPH para los ecotipos "qello puca ñahui", "yurac puca ñahui", "yana rosado ñahui" fueron de 38,63; 31,23; 65,57 mmol ET/g de muestra, para el radical ABTS fueron de 53,3; 45,97; 108,57 mmol ET/g de muestra y por el método FRAP fueron de 31,0; 22,0 y 67,80 mmol ET/g de muestra respectivamente.
5. El ecotipo "yana rosado ñahui" presentó mayor contenido de fenoles totales, flavonoides, capacidad antioxidante e inhibición del radical DPPH y ABTS en relación a los demás ecotipos.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar más estudios de otros ecotipos para determinar quién tiene mayor capacidad antioxidante del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina “oca”.
2. Profundizar el estudio por HPLC de los compuestos fenólicos, para poder determinar que metabolito es el responsable de la actividad antioxidante.
3. Promover la ingesta de oca, por sus propiedades nutricionales.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Morillo A, Morillo Y, Leguizamo M. Diversidad genética de ibias (*Oxalis tuberosa* Molina) y cubios (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón) en Boyacá. Temas Agrarios. [Internet]. 2016. [Acceso el 10 de noviembre 2023]; 21(1): 44-53. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5744186>
2. García L, García L, Rojo D, Sánchez E. Plantas con propiedades antioxidantes. Trabajo de investigación. Instituto Superior de Ciencias Básicas y Preclínicas "Victoria de Girón. Rev. Cubana. Invest. Biomed. [Internet]. 2001 [Acceso el 10 de noviembre 2023]; 20(3): 231-235. Disponible en: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/mednat/plantas_con_propiedades_antioxidantes.pdf
3. Gaitán I. Evaluación de la actividad antioxidante de cinco especies vegetales utilizadas popularmente para el tratamiento de afecciones de la memoria y los nervios. Universidad de San Carlos de Guatemala. [Internet]. 2009 [Acceso el 11 de noviembre 2023]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2882.pdf
4. Alberto B. Oxidación de lípidos y antioxidantes. Universidad Nacional de Colombia. Repositorio Institucional. [Internet]. Medellín, 1997. [Acceso el 12 de noviembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11050>
5. Castañeda G, Castañeda R, Peñarrieta J. Cambios fisicoquímicos por exposición a la radiación solar en tubérculos de *Oxalis tuberosa* "oca" cultivados en Bolivia. Revista boliviana de química. [Internet]. Bolivia, 2022. [Acceso el 12 de noviembre 2023]; 39(2): 18-29. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8979770>
6. Zhu F, Cui R. Comparación de propiedades fisicoquímicas de almidones de oca (*Oxalis tuberosa*), papa y maíz. Int. J. Biol. Macromol. [Internet]. Nueva Zelanda, 2020. [Acceso el 03 de marzo 2024]; 148: 601-607. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31917209/>
7. Santamaría J, Piloni J, Quintero A, Bernardino A, Güemes N. Compuestos fenólicos y actividad antioxidante antes y después del proceso de extrusión. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. [Internet]. México, 2018. [Acceso el 13 de noviembre 2023]; 3: 406-410. Disponible en: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/8/67.pdf>
8. Jiménez M, Rossi A, Samman N. Propiedades para la salud de la oca (*Oxalis tuberosa*) y el yacón (*Smallanthus sonchifolius*). Fusión de comida. [Internet]. Argentina, 2015. [Acceso el 02 de marzo 2024]; 6(10): 3266-3274. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26237397/>
9. Campos D, Noratto G, Chirinos R, Arbizu C, Roca W, Cisneros L. Antioxidant capacity and secondary metabolites in four species of Andean tuber crops: native potato (*Solanum* sp.), mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón), Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) and ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas). Science of Food and Agriculture. [Internet]. México, 2006. [Acceso el 12 de noviembre 2023]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.2529>
10. Medina M. Efecto del tiempo de soleado de la oca (*Oxalis tuberosa*), sobre la capacidad antioxidante y concentración de los azúcares. Universidad Nacional

- de Juliaca. Renati. [Internet]. Juliaca, 2022. [Acceso el 14 de noviembre 2023]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3352028>
11. Allcca L. Evaluación del color, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) en condiciones de fresco, soleado y cocción de las variedades uma huaculla y yana oqa. Universidad Nacional José María Arguedas. Renati. [Internet]. Andahuaylas, 2021. [Acceso el 14 de noviembre 2023]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3216989>
 12. Cusi E. Obtención y caracterización de aceite de *Oxalis tuberosa* (oca). Universidad Nacional San Luis Gonzaga. [Internet]. Ica, 2021. [Acceso el 03 de marzo 2024]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3465216>
 13. Araujo V. Estudio fitoquímico y nutricional de tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa*) de tres variedades del distrito de Manta, provincia y departamento de Huancavelica. Universidad Nacional del Centro del Perú. Renati. [Internet]. Huancayo, 2012 [Acceso el 24 de noviembre del 2023]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/24026904>
 14. Ramos R. Evaluación de la capacidad antioxidante de productos tradicionales de la región Junín “granadilla, guinda, habas, quiwicha, oca, quinua, tuna, tumbo y yacón”. Universidad Nacional del Centro del Perú. Repositorio Institucional. [Internet]. Huancayo, 2011. [Acceso el 14 de noviembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1219>
 15. Centeno Y. Capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos presentes en el germinado de dos cultivares de *Chenopodium pallidicaule* Aellen “cañihua”. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Repositorio Institucional. [Internet]. Ayacucho, 2019. [Acceso el 16 de noviembre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4411>
 16. Sánchez L. Actividad antioxidante de la crema elaborada a base del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Baccharis salicifolia* “chilca”. Repositorio Institucional. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Repositorio Institucional. [Internet]. Ayacucho, 2019. [Acceso el 16 de noviembre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4397>
 17. Riojas Z. Actividad antioxidante y polifenoles totales del extracto hidroalcohólico de tres ecotipos de *Tropaeolum tuberosum* R.&P. “mashua”. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Repositorio Institucional. [Internet]. Ayacucho, 2018. [Acceso el 15 de noviembre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4198>
 18. Estrada M. Parámetros operativos para la obtención de jarabe de glucosa a partir de almidón de “oca” (*Oxalis tuberosa*) con enzimas α -amilasa y amiloglucosidasa. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Repositorio Institucional. [Internet]. Ayacucho, 2017. [Acceso el 15 de noviembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1673>
 19. López N. Actividad antioxidante de fracciones aisladas de las hojas de *Cestrum auriculatum* L. Heritier “hierba santa”. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Repositorio Institucional. [Internet]. Ayacucho, 2013. [Acceso el 03 de marzo 2024]. Disponible en: <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4623>

20. Pomar G. Tuberización *in vitro* de *Oxalis tuberosa* Mol. “oca” como una alternativa para la producción de tubérculos semillas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [Internet]. Lima, 2002. [Acceso el 17 de noviembre 2023]. Disponible en: https://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Basic/Pomar_V_G/t_completo.pdf
21. Gualacata N. Evaluación de la producción de cuatro líneas promisorias de oca (*Oxalis tuberosa*) en aprovechamiento de diferentes niveles de abonadura orgánica en el sector la Esperanza, provincia Imbabura. Universidad Técnica de Babahoyo. [Internet]. Ángel, Ecuador. 2015. [Acceso el 17 de noviembre 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/nigt0>
22. Oré F. Determinación de los parámetros adecuados de la deshidratación de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) mediante lecho fluidizado para la obtención de harina. Universidad Técnica de Huancavelica. [Internet]. 2015. [Acceso el 17 de noviembre 2023]. Disponible en: <https://goo.su/NMxyvV>
23. Manrique I. Las raíces y tubérculos andinos: oportunidades y desafíos. Centro Internacional de la Papa (CIP). [Internet]. 2017. [Acceso el 18 de noviembre 2023]. Disponible en: <https://goo.su/QYw2>
24. Rosero M. Colección, caracterización y conservación de variabilidad genética de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) en agroecosistemas paramunos del departamento de Nariño-Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Repositorio Institucional. [Internet]. 2010. [Acceso el 18 de noviembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7296>
25. Bobadilla J. Composición químico-nutricional, fenólicos, metilxantinas, compuestos volátiles y actividad antioxidante de la cobertura de chocolate “La Ibérica”. Universidad Peruana Cayetano Heredia. [Internet]. 2016. [Acceso el 18 de noviembre 2023]. Disponible en: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/4354/Composicion_BobadillaJimenez_Jannett.pdf?sequence=1&isAllowed=y
26. Porras A, López A. Importancia de los grupos fenólicos en los alimentos. Temas selectos de Ingeniería de Alimentos. [Internet]. México, 2009. [Acceso el 19 de noviembre 2023]. Disponible en: <https://tsia.udlap.mx/importancia-de-los-grupos-fenolicos-en-los-alimentos/>
27. Avello M, Suwalsky M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. Atenea Concepción. [Internet]. 2006. [Acceso el 20 de noviembre 2023]; 494: 161-172. Disponible en: <https://goo.su/v2FwIJw>
28. López A, Fernando C, Lazarova Z, Bañuelos R, Sanchez H. Antioxidantes, un paradigma en el tratamiento de enfermedades. Rev ANACEM. [Internet]. 2012. [Acceso el 20 de noviembre 2023]; 6(1): 48-53. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-640042>
29. Gonzáles J. Capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales de las hojas de *Eriobotrya japonica* (níspero). Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. [Internet]. 2019. [Acceso el 21 de noviembre 2023]. Disponible en: <https://goo.su/udRD>
30. Tovar J. Determinación de la actividad antioxidante por DPPH y ABTS de 30 plantas recolectadas en la ecorregión cafetera. Universidad Tecnológica de Pereira. [Internet]. Colombia, 2013. [Acceso el 05 diciembre de 2023].

Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/items/32d48e6c-0676-44c3-bde6-c827ea08f7dd>

31. Diez L. Métodos analíticos para la determinación de antioxidantes en Olivas. Universidad Complutense de Madrid. [Internet]. España, 2018. [Acceso el 06 diciembre de 2023]. Disponible en: <https://docta.ucm.es/entities/publication/fd9c2d07-0d1c-4b26-9c60-e34e9d97f41d>
32. Maya L, Portillo C. Determinación de fenoles, flavonoides y capacidad antioxidante en melaza, azúcar blanco y moreno en el Ingenio Chaparrastique por el método de espectrofotometría ultravioleta-visible. Universidad el Salvador. [Internet] El Salvador, 2013. [Acceso el 07 diciembre de 2023]. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5311/>
33. Fagundes D, Gonzalo S, Grasa L, Castro M, Arruebo M, Plaza M, y Col. El trolox reduce el efecto del etanol sobre las contracciones inducidas x la acetilcolina y el estrés oxidativo en duodeno aislado de conejo. Rev. Esp. Enferm. Dig. [Internet]. Madrid, 2011. [Acceso el 07 diciembre de 2023]; 103(8): 396-401. Disponible en: https://scielo.isciii.es/pdf/diges/v103n8/es_original1.pdf
34. Herrera C. Efecto antioxidante y antitumoral *in vitro* del extracto etanólico de la raíz de *Waltheria ovata* Cav. "lucraco" en línea celular de cáncer de próstata DU-145. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Cybertesis. [Internet]. Lima, 2014. [Acceso el 09 diciembre de 2023]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3757>
35. Ortega N. Evaluación de antioxidantes provenientes de subproductos de mango en galletas. Universidad Técnica Particular de Loja. Repositorio Institucional de UTPL. [Internet]. Ecuador, 2015. [Acceso el 05 diciembre de 2023]. Disponible en: <https://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/13077>
36. Hernández S, Fernández C, Baptista L. Metodología de la investigación. Cuarta edición. México DF. McGraw-Hill interamericana, 2006
37. Miranda M, Cuellar A. Manual de Prácticas de Laboratorio, Farmacognosia y Productos Naturales. Cuba: Instituto de Farmacia y Alimentos; 2000
38. Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros L, Hawkins D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. Journal of Food Composition and Analysis. [Internet]. 2006. [Acceso el 22 de noviembre del 2023]; 19(6,7): 669-675. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157506000081>
39. Thangaraj P. Pharmacological Assays of Plant-Based Natural Products. Series: Progress in Drug Research. Vol. 71. Editor: K.D. Rainsford. 1°edition. Springer Ediciones, 2016
40. Cruz A, Tubay D. Estudio farmacognóstico y fitoquímico preliminar e *Oxalis tuberosa* Molina "oca". Universidad de Guayaquil. Repositorio institucional. [Internet]. 2019 [Acceso el 25 de noviembre del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ug.edu.ec/items/cf977cd2-ee49-4faf-a375-8dab9fc4837a>
41. Pinedo B. Determinación de la actividad antioxidante y de los metabolitos secundarios responsables de esta actividad de tres especies vegetales nativas procedentes de la comunidad Tamshiyacu-Tahuayo, Loreto, Perú. Universidad de la Amazonía Peruana. Repositorio Institucional. [Internet]. 2018. [Acceso el

27 de noviembre del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5486>

42. Güemes V, Dimas D, Piloni J, Soto S, Bernardino A, González L y Col. Actividad antioxidante de los extractos de cáscara de *Oxalis tuberosa*. Boletín de ciencias. [Internet]. 2019 [Acceso el 25 de noviembre del 2023]. Disponible en: <https://goo.su/Lccc7>
43. Robles V, Ronquillo E, Quiroz C, Aguilar M. Caracterización e identificación de compuestos bioactivos con actividad antioxidante de la cáscara, pulpa y semilla del fruto de tejocote (*Crataegus mexicana*). Revista especializada en ciencias químico-biológicas. [Internet]. México, 2020 [Acceso el 25 de noviembre del 2023]; 23. Disponible en: <https://goo.su/W0AK>
44. Escarcena R. Efecto de congelación y secado de la oca (*Oxalis tuberosa*) sobre la capacidad antioxidante para la obtención de la Kcaya. Universidad Nacional de Juliaca. Renati. [Internet]. 2022 [Acceso el 24 de noviembre del 2023]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3352062>
45. González L, Güemes N, Chel L, Bernardino A, Soto L, Chanona J. Caracterización fisicoquímico y propiedades antioxidantes de productos extruidos elaborados a partir de mezclas compuestas por sémola de maíz y harina de papa roja (*Oxalis tuberosa*). Revista de alimentación. [Internet]. 2019 [Acceso el 25 de noviembre del 2023]; 17(1): 69:77. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2018.1554703>
46. Ore F, Muñoz V, Ruíz A, Corilla D. Actividad antioxidante de la bebida funcional del extracto de tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. y jugo de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer tratado térmicamente. Revista alfa. [Internet]. 2022 [Acceso el 25 de noviembre del 2023]; 6(18): 190. Disponible en: <https://goo.su/y7Ik>
47. Enríquez E. Efecto de temperatura y tiempo de secado sobre la capacidad antioxidante y vitamina C en harina de oca (*Oxalis tuberosa*) Semantic Scholar. [Internet]. 2019 [Acceso el 25 de noviembre del 2023]. Disponible en: <https://goo.su/Gs9XMY>
48. Arnao L. Contenido de compuestos fenólicos, flavonoides y actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Passiflora trifoliata* Cav. "puru puru". Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Repositorio Institucional. [Internet]. 2019 [Acceso el 27 de noviembre del 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4421>
49. Cano C. Determinación de metabolitos secundarios, actividad antioxidante *in vitro*, formulación y elaboración de una crema dermocosmética a partir del extracto hidroalcohólico de *Minthostachys mollis* "muña". [Internet]. 2019 [Acceso el 27 de noviembre del 2023]. Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16772/Cano_pc.pdf?sequence=4&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1.

Clasificación taxonómica. Ayacucho-2023

CONSTANCIA

LA BIÓLOGA LAURA AUCASIME MEDINA ESPECIALISTA EN TAXONOMÍA Y SISTEMÁTICA DE PLANTAS DEJA CONSTANCIA:

Que, la Bachiller en Farmacia y Bioquímica, Srta. Yanet, MARTÍNEZ ROCA, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de Clasificación de Cronquist. A. 1988, siendo su posición taxonómica el siguiente:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	ROSIDAE
ORDEN	:	GERANIALES
FAMILIA	:	OXALIDACEAE
GENERO	:	Oxalis
ESPECIE	:	<i>Oxalis tuberosa</i> Molina.
N.V.	:	"oca"

Se expide la certificación correspondiente a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 24 de Abril del 2019


LAURA AUCASIME MEDINA
BIÓLOGA
Reg. C.B.P. N° 583 C.R. - XIII

Anexo 2.

Certificado de identificación de los ecotipos de *Oxalis tuberosa* Molina "oca".
Ayacucho-2023

Anexo N° 2. Certificado de la identificación de los ecotipos de las muestras de *Oxalis tuberosa* Molina." oca". Ayacucho – 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
Departamento Académico de Agronomía y Zootecnia

EL QUIEN SUSCRIBE, PROFESOR DE LA CATEDRA DE PRODUCCION Y MANEJO DE SEMILLAS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA:

CERTIFICA

Que, la señorita Yanet MARTINEZ ROCA, estudiante de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica ha solicitado la identificación de ecotipos de muestras de *Oxalis tuberosa* Molina. (Oca), las mismas que han sido identificadas como sigue:

Muestra 1: Ecotipo Quello puca ñahui


Muestra 2: Ecotipo yurac puca ñahui

Muestra 3: Ecotipo yana rosado ñahui

Muestra 4: Ecotipo puca

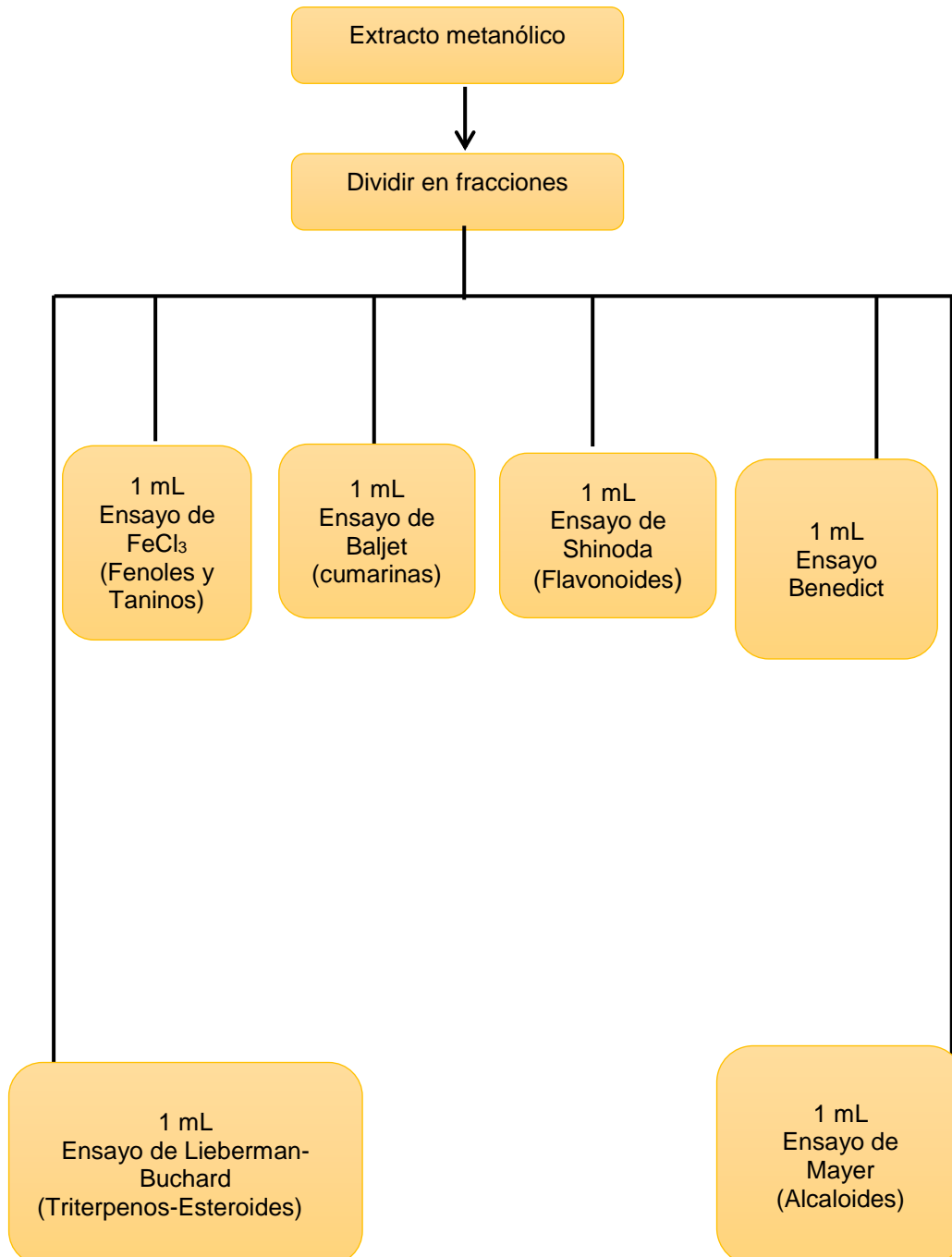
Se expide el presente certificado a solicitud de la interesada, para los fines que lo estime conveniente

Ayacucho ,25 de junio del 2019


Ing. MSU ROLANDO BAUTISTA GOMEZ

Anexo 3.

Procedimiento de identificación fitoquímica del extracto metanólico de tres ecotipos de *Oxalis tuberosa* Molina "oca". Ayacucho-2023



Anexo 4.

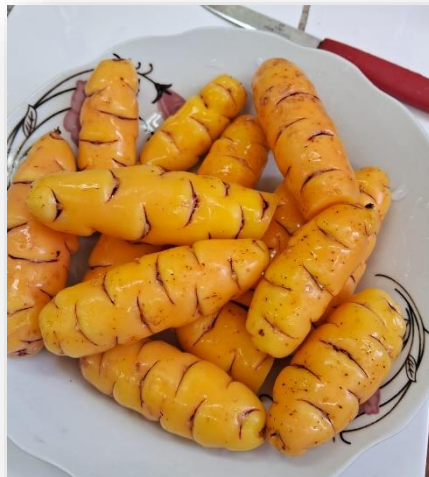
Ecotipos de *Oxalis tuberosa* Molina "oca". Ayacucho-2023



1



2



3

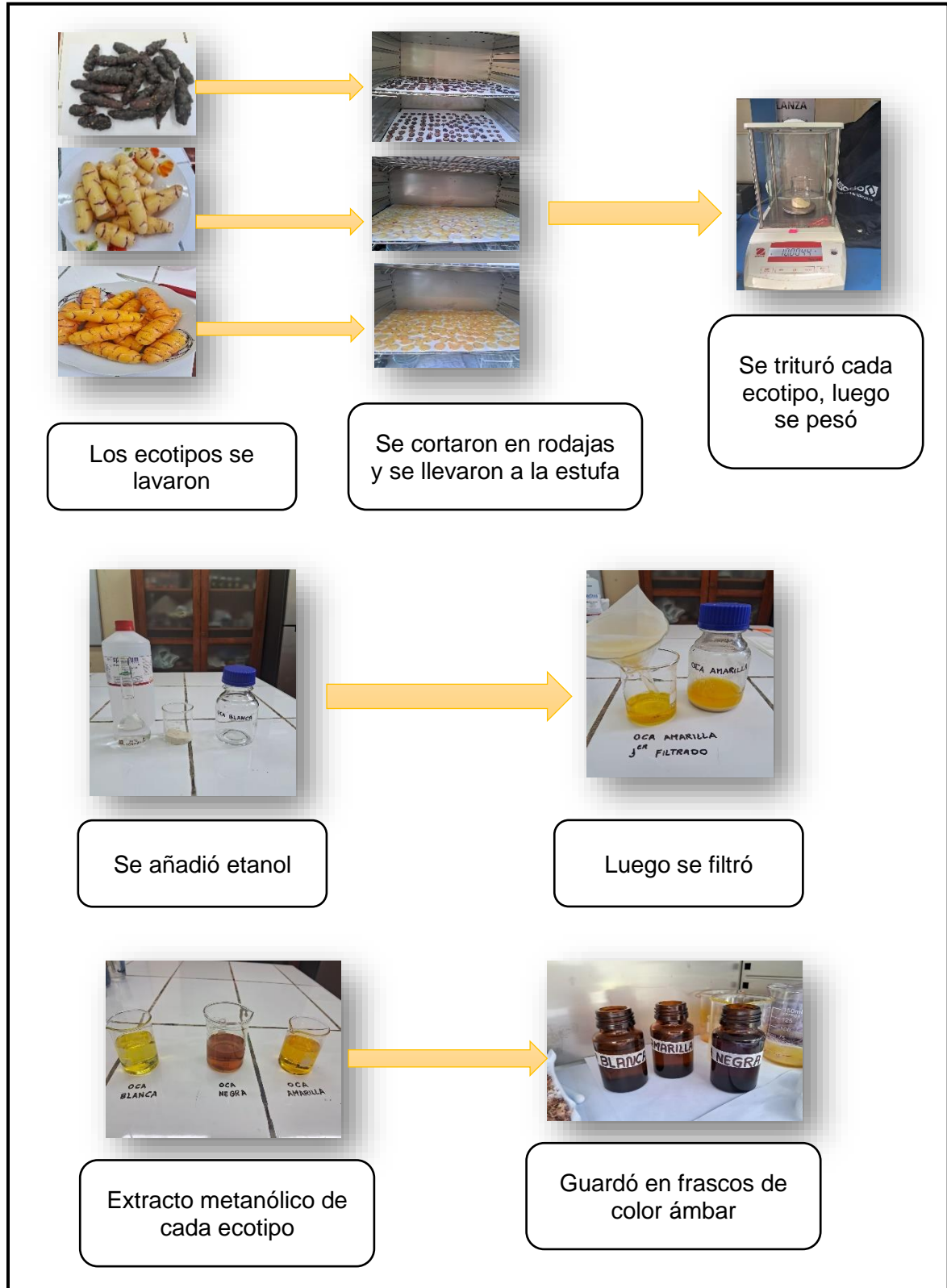
1: Ecotipo "yana rosado ñahui"

2: Ecotipo "yurac puca ñahui"

3: Ecotipo "qello puca ñahui"

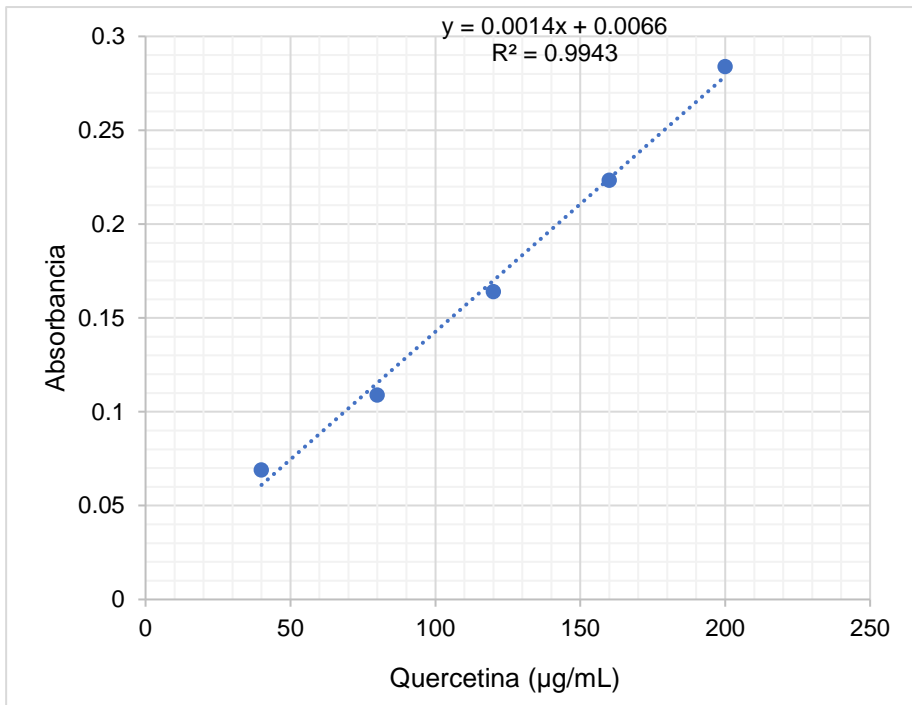
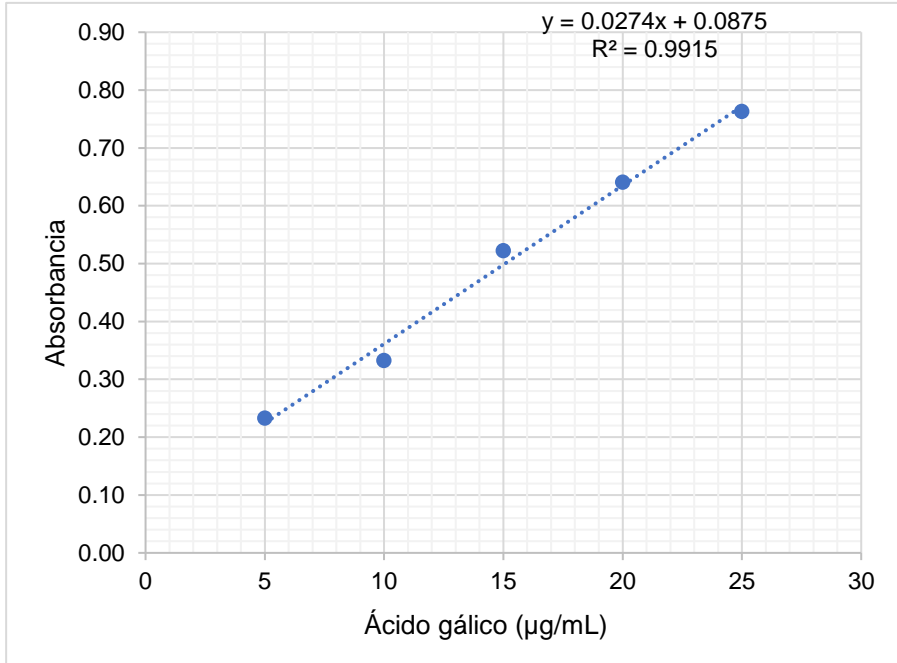
Anexo 5.

Flujograma de elaboración del extracto metanólico de tres ecotipos de *Oxalis tuberosa* Molina "oca". Ayacucho-2023



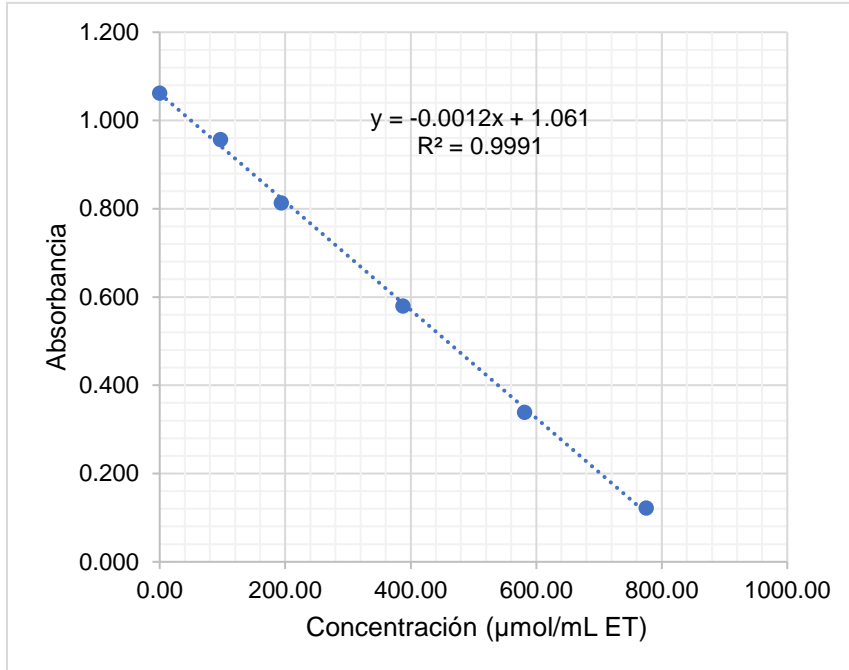
Anexo 6.

Curva de calibración del ácido gálico para fenoles totales y quercetina para flavonoides. Ayacucho-2023



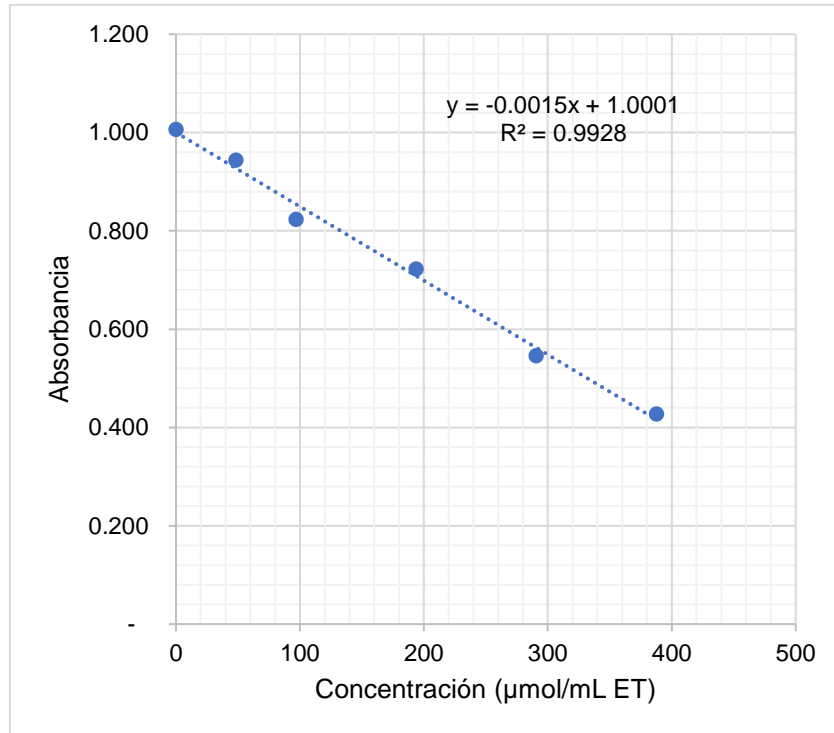
Anexo 7.

Curva de calibración para la determinación del porcentaje de secuestro del radical DPPH. Ayacucho-2023



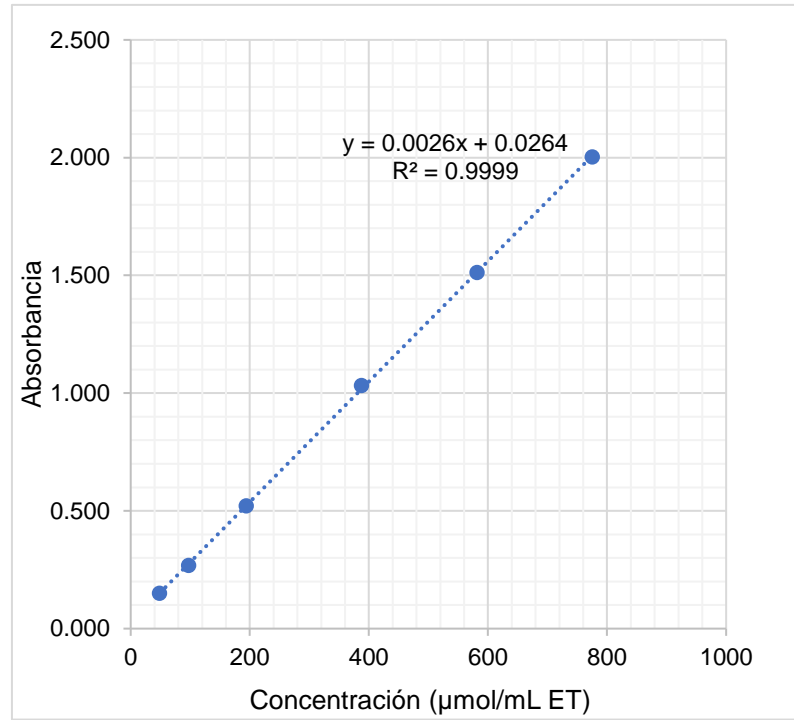
Anexo 8.

Curva de calibración para la determinación del porcentaje de secuestro del catión ABTS. Ayacucho-2023



Anexo 9.

Curva de calibración para la determinación de la actividad reductora del hierro (FRAP). Ayacucho-2023



Anexo 10.

Análisis de varianza y prueba de homogeneidad de varianzas de los fenoles totales y flavonoides. Ayacucho-2023

		Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Fenoles totales	Entre grupos	8303,396	2	4151,698	179,701	4,42x10 ⁻⁶
	Dentro de grupos	138,620	6	23,103	40,783	
	Total	8442,016	8			
Flavonoides	Entre grupos	4283,487	2	2141,743	40,783	3,21x10 ⁻⁴
	Dentro de grupos	315,093	6	52,516		
	Total	4598,580	8			

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Fenoles totales	Se basa en la media	0,443	2	6	0,662
Flavonoides	Se basa en la media	0,648	2	6	0,556

Anexo 11.

Prueba de normalidad de los fenoles totales y flavonoides. Ayacucho-2023

		Shapiro-Wilk estadístico	gl	Sig.
Fenoles totales	Qello puca ñahui	0,998	3	0,905
	Yurac puca ñahui	0,990	3	0,805
	Yana rosado ñahui	0,950	3	0,569
Flavonoides	Qello puca ñahui	0,994	3	0,846
	Yurac puca ñahui	0,982	3	0,745
	Yana rosado ñahui	0,905	3	0,400

Anexo 12.

Prueba de Tukey de los fenoles totales y flavonoides. Ayacucho-2023

		N	Sub conjunto para alfa=0,05		
Ecotipos	1		2	3	
Fenoles totales	Yurac puca ñahui	3	127,366		
	Qello puca ñahui	3		152,433	
	Yana rosado ñahui	3			200,566
	Sig.		1,000	1,000	1,000
Flavonoides	Yurac puca ñahui	3	90,566		
	Qello puca ñahui	3		120,133	
	Yana rosado ñahui	3			143,900
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Anexo 13.

Análisis de varianza y prueba de homogeneidad de varianzas de la capacidad antioxidante por el método de DPPH, ABTS, FRAP. Ayacucho-2023

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DPPH	Entre grupos	1958,942	2	979,471	447,247	2,95x10 ⁻⁷
	Dentro de grupos	13,140	6	2,190		
	Total	1972,082	8			
ABTS	Entre grupos	7026,942	2	3513,471	2914,400	1,08x10 ⁻⁹
	Dentro de grupos	7,233	6	1,206		
	Total	7034,176	8			
FRAP	Entre grupos	3532,880	2	1766,440	173,464	4,91x10 ⁻⁶
	Dentro de grupos	61,100	6	10,183		
	Total	3593980	8			

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DPPH	Se basa en la media	2,211	2	6	0,191
ABTS	Se basa en la media	0,066	2	6	0,937
FRAP	Se basa en la media	0,534	2	6	0,612

Anexo 14.

Prueba de normalidad de la capacidad antioxidante por el método de DPPH, ABTS, FRAP. Ayacucho-2023

		Shapiro-Wilk estadístico	gl	Sig.
DPPH	Qello puca ñahui	0,980	3	0,732
	Yurac puca ñahui	0,999	3	0,948
	Yana rosado ñahui	0,824	3	0,174
ABTS	Qello puca ñahui	0,976	3	0,702
	Yurac puca ñahui	0,991	3	0,817
	Yana rosado ñahui	0,977	3	0,712
FRAP	Qello puca ñahui	0,974	3	0,688
	Yurac puca ñahui	0,984	3	0,762
	Yana rosado ñahui	0,956	3	0,598

Anexo 15.

Prueba de Tukey de la capacidad antioxidante por el método de DPPH, ABTS, FRAP. Ayacucho-2023

	Ecotipos	N	Sub conjunto para alfa=0,05		
			1	2	3
DPPH	Yurac puca ñahui	3	31,233		
	Qello puca ñahui	3		38,633	
	Yana rosado ñahui	3			65,566
	Sig.		1,000	1,000	1,000
ABTS	Yurac puca ñahui	3	45,966		
	Qello puca ñahui	3		53,300	
	Yana rosado ñahui	3			108,566
	Sig.		1,000	1,000	1,000
FRAP	Yurac puca ñahui	3	22,000		
	Qello puca ñahui	3		31,000	
	Yana rosado ñahui	3			67,800
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Anexo 16.

Análisis de varianza y prueba de homogeneidad de varianzas del porcentaje de inhibición del radical DPPH, ABTS. Ayacucho-2023

		Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
DPPH	Entre grupos	6307,503	3	2102,501	3076,831	1,38x10 ⁻¹²
	Dentro de grupos	5,467	8	0,683		
	Total	6312,970	11			
ABTS	Entre grupos	3137,487	3	1045,829	1346,561	3,75x10 ⁻¹¹
	Dentro de grupos	6,213	8	0,777		
	Total		11			

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DPPH	Se basa en la media	0,532	3	8	0,673
ABTS	Se basa en la media	0,363	3	8	0,782

Anexo 17.

Prueba de Tukey del porcentaje de inhibición del radical DPPH, ABTS.

Ayacucho-2023

		Sub conjunto para alfa=0,05				
	Ecotipos	N	1	2	3	4
DPPH	EM Yurac puca ñahui 10 mg/dL	3	30,966			
	EM Qello puca ñahui 10 mg/dL	3		45,433		
	EM Yana rosado ñahui 10 mg/dL	3			74,433	
	Trolox 0,2 mg/dL	3				88,966
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000
ABTS	EM Yurac puca ñahui 10 mg/dL	3	41,600			
	EM Qello puca ñahui 10 mg/dL	3		46,533		
	EM Yana rosado ñahui 10 mg/dL	3			61,966	
	Trolox 0,1 mg/dL					83,100
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

EM: extracto metanólico.

Anexo 18.

Matriz de consistencia

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	MARCO TEÓRICO	METODOLOGÍA
Capacidad antioxidante <i>in vitro</i> de tres ecotipos del tubérculo de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina. "oca". Ayacucho-2023	¿Qué ecotipo del tubérculo de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina. "oca" tendrá mayor capacidad antioxidante <i>in vitro</i> ?	<p>General:</p> <p>Determinar la capacidad antioxidante <i>in vitro</i> del extracto metanólico de tres ecotipos del tubérculo de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina. "oca".</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar los metabolitos secundarios presentes en el extracto metanólico de tres ecotipos del tubérculo de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina. "oca". Determinar el contenido de fenoles totales y flavonoides de tres ecotipos del tubérculo de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina. "oca". Determinar la capacidad antioxidante de tres ecotipos del tubérculo de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina. "oca" mediante el radical DPPH, ABTS, FRAP. Comparar que ecotipo del tubérculo de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina "oca" presenta mayor capacidad antioxidante. 	Los ecotipos quello puca ñahui, yurac puca ñahui, yana rosado ñahui del tubérculo de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina "oca" tienen actividad antioxidante <i>in vitro</i> .	<p>Variable Independiente</p> <p>Extracto metanólico de tres ecotipos del tubérculo de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina. "oca".</p> <p>Indicador:</p> <p>Concentraciones de 100 µg/mL.</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Actividad antioxidante.</p> <p>Indicador:</p> <p>Decoloración del radical DPPH, ABTS, FRAP.</p>	Campos y Col., realizaron la investigación "Capacidad antioxidante y metabolitos secundarios en cuatro especies de tubérculos andinos: papa nativa (<i>Solanum</i> sp.), mashua (<i>Tropaeolum tuberosum</i> Ruiz & Pavón), oca (<i>Oxalis tuberosa</i> Molina) y ulluco (<i>Ullucus tuberosus</i> Caldas)"	<p>Nivel de investigación</p> <p>Básica-descriptivo</p> <p>Población:</p> <p>Conformada por tres ecotipos: "qello puca ñahui", "yurac puca ñahui", "yana rosado ñahui", del tubérculo de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina "oca" recolectadas del distrito de Acocro, Centro Poblado de Pampamarca (3494 m.s.n.m.).</p> <p>Muestra:</p> <p>Un kilogramo de tres ecotipos: "qello puca ñahui", "yurac puca ñahui", "yana rosado ñahui", del tubérculo de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina "oca", que fueron recolectados del distrito de Acocro.</p> <p>Metodología:</p> <p>DPPH, ABTS y FRAP.</p> <p>Análisis estadístico:</p> <p>Los resultados fueron expresados en tablas y figuras. La diferencia entre sus medias fue contrastada con el Análisis de Varianza (ANOVA), con un nivel de confianza de 95% (p<0,05). La diferencia que existe entre los tratamientos fue evaluada a través de la prueba de Tukey (SPSS, versión 22).</p>

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

RESOLUCIÓN DECANAL N°366-2024-UNSCH-FCSA-D

BACHILLER: YANET MARTINEZ ROCA

En la ciudad de Ayacucho, siendo las dos de la tarde del día veintisiete del mes de marzo 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: **“Capacidad antioxidante in vitro de tres ecotipos del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina. “oca”. Ayacucho-2023”**, presentado por la bachiller **YANET MARTINEZ ROCA** para optar el título profesional de Químico Farmacéutica. El jurado evaluador está conformado por:

Presidente : Prof. Emilio German Ramírez Roca (Delegado por el Decano)

Miembros : Prof. Emilio German Ramírez Roca

: Prof. Maricela López Sierralta

Prof. Stephany Massiell Barbaran Vilcatoma

Asesora : Prof. Edwin Carlos Enciso Roca

Secretario Docente : Prof. Javier Junior Rojas Melgar

Con el quorum de reglamento se dio inicio la sustentación de tesis, como acto inicial el presidente de la comisión pide al secretario docente dar lectura a la RESOLUCIÓN DECANAL N° 366-2024-UNSCH-FCSA-D, de fecha 22 de marzo de 2024, también manifiesta que los documentos presentados por la recurrente no tienen ninguna observación, dando algunas indicaciones a la sustentante.

Seguidamente se da inicio a la exposición la Bachiller: **YANET MARTINEZ ROCA**, y una vez concluida, el presidente de la comisión solicita a los miembros del jurado evaluador realizar sus respectivas preguntas, seguidamente se da pase a la asesora 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: **YANET MARTINEZ ROCA**

JURADOS	Texto	Exposición	Preguntas	P. Final
Prof. Emilio G. Ramírez Roca	17	17	17	17
Prof. Maricela López Sierralta	17	17	17	17
Prof. Stephany M. Barbaran Vilcatoma	16	16	15	16
PROMEDIO FINAL				17

De la evaluación realizada por los miembros del jurado calificador, llegaron al siguiente resultado: Aprobar a la Bachiller **YANET MARTINEZ ROCA**; quien obtuvo la nota final de diecisiete (17) para la cual los miembros del jurado evaluador firman al pie del presente, siendo la 3:40 de la tarde, se da por concluido el presente acto académico.



Prof. Maricela López Sierralta
Jurado



Prof. Stephany M. Barbaran Vilcatoma
Jurado



Prof. Edwin C. Enciso Roca
Asesor



Prof. Javier Junior Rojas Melgar
Secretario docente



Prof. Emilio G. Ramírez Roca
Presidente - Jurado



UNSCH

**FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA PROFESIONAL DE
FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**DOCENTES INSTRUCTORES
DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD PRIMERA INSTANCIA DE TRABAJO DE TESIS - 010 - 2024

El suscrito docente – instructor responsable de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica designado por Resolución Decanal N° 0453 – 2023 – UNSCH – FCSA/D de fecha 15 de mayo de 2023, deja constancia que el trabajo de tesis titulado **“Capacidad antioxidante *in vitro* de tres ecotipos del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina. “oca”. Ayacucho-2023”**

Autor: Bach. **Yanet MARTINEZ ROCA**

Asesor: Profesor **Edwin Carlos ENCISO ROCA**

Ha sido sometido al análisis del sistema antiplagio **TURNITIN** concluyendo que presenta un porcentaje de **26 % 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 la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga es procedente conceder **la Constancia de Originalidad en Primera Instancia**.

Ayacucho, 19 de marzo de 2024



Firmado digitalmente por:
AGUILAR FELICES Enrique
Javier FAU 20143680754 soft
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 19/03/2024 13:49:49-0500

Dr. Enrique Javier AGUILAR FELICES
Docente – Instructor

cc. Archivo



UNSCH

FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE
FARMACIA Y BIOQUÍMICA



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD SEGUNDA INSTANCIA:
TESIS DE PREGRADO

(C°20-2024-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:

Capacidad antioxidante *in vitro* de tres ecotipos del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina. “oca”. Ayacucho-2023

Presentado por **Bach. MARTINEZ ROCA, Yanet**

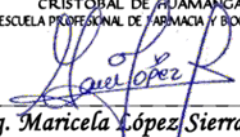
Ha sido sometido al análisis mediante el sistema TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de **26% de índice de similitud.**

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, 20 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.

Capacidad antioxidante in vitro de tres ecotipos del tubérculo de *Oxalis tuberosa* Molina. “oca”. Ayacucho-2023

by Yanet Martinez Roca

Submission date: 20-Mar-2024 10:42AM (UTC-0500)

Submission ID: 2325847287

File name: TESIS_YANET_MARTINEZ_ROCA.pdf (1.3M)

Word count: 11882

Character count: 62523

Capacidad antioxidante in vitro de tres ecotipos del tubérculo de Oxalis tuberosa Molina. "oca". Ayacucho-2023

ORIGINALITY REPORT

26%

SIMILARITY INDEX

25%

INTERNET SOURCES

8%

PUBLICATIONS

15%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Student Paper	10%
2	repositorio.unsch.edu.pe Internet Source	10%
3	www.researchgate.net Internet Source	1%
4	repositorio.unajma.edu.pe Internet Source	1%
5	hdl.handle.net Internet Source	1%
6	1library.co Internet Source	1%
7	alicia.concytec.gob.pe Internet Source	1%
8	www.scribd.com Internet Source	1%

repositorio.uncp.edu.pe

9	Internet Source	< 1 %
10	dspace.ups.edu.ec Internet Source	< 1 %
11	repositorio.unsa.edu.pe Internet Source	< 1 %
12	repositorio.ug.edu.ec Internet Source	< 1 %
13	repositorio.unaj.edu.pe:8080 Internet Source	< 1 %
14	revistas.unsch.edu.pe Internet Source	< 1 %
15	repositorio.unal.edu.co Internet Source	< 1 %

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 30 words