

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS:

**Cuantificación de fenoles, flavonoides y calcio en
Muehlenbeckia volcanica (Benth.) Endl. “mullaca”.
Ayacucho - 2024**

Para optar el título profesional de:

BIÓLOGA, ESPECIALIDAD: MICROBIOLOGÍA

PRESENTADO POR:

Bach. Jhoselin PEREZ HUAMAN

ASESOR:

Dr. Raúl Antonio MAMANI AYCACHI

AYACUCHO - PERÚ

2024

A mi madre Alejandrina por su apoyo incondicional y a mis hermanos por su ejemplo de perseverancia y lucha.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi *Alma Mater*, por abrirme las puertas y permitirme avanzar en mi carrera profesional.

A la Facultad de Ciencias Biológicas, por acogerme en sus aulas e inculcarme de aprendizaje y saberes para un buen futuro profesional.

A mi asesor, Dr. Raúl Antonio Mamani Aycachi, su experiencia y comprensión contribuyeron a lo largo de este proceso. Por su paciencia, compromiso y sobre todo su disposición para ayudarme, su apoyo fue fundamental para la finalización de esta tesis.

Asimismo, mi gratitud a todas las personas que contribuyeron en el desarrollo y mejora de mi investigación.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Antecedentes internacionales	3
2.1.2. Antecedentes nacionales	5
2.1.3. Antecedentes locales	7
2.2. Bases teóricas	8
2.2.1. Calcio	8
2.2.2. <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca”	9
2.3. Principios activos	12
2.3.1. Compuestos fenólicos	12
2.3.2. Flavonoides	14
2.3.3. Taninos	17
2.3.4. Cumarinas	17
2.3.5. Glucósidos cardiotónicos	17
2.3.6. Saponinas	18
2.3.7. Catequinas	18
2.3.8. Aminoácidos y aminas	18
2.3.9. Antraquinonas	18
2.3.10. Alcaloides	19
2.3.11. Azúcares reductores	19
2.3.12. Triterpenos y esteroides	19
2.3.13. Método de complexometría con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)	19

2.3.14.	Método de espectrofotometría de Folin-Ciocalteu para determinar compuestos fenólicos	20
2.3.15.	Método de Kostennikova Z para cuantificar flavonoides totales	20
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1.	Ubicación del área de estudio	21
3.1.1.	Ubicación política	21
3.1.2.	Ubicación geográfica	21
3.2.	Población	21
3.3.	Muestra	21
3.4.	Metodología y recolección de datos	22
3.4.1.	Preparación de la muestra	22
3.4.2.	Pre tratamiento de la muestra de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca” para la cuantificación de calcio	22
3.4.3.	Cuantificación de calcio	22
3.4.4.	Cuantificación del contenido de fenoles totales por el método de espectrofotometría de Folin-Ciocalteu	24
3.4.5.	Cuantificación de flavonoides totales por el método de Kostennikova Z	25
3.4.6.	Tamizaje fitoquímico	26
IV.	RESULTADOS	29
V.	DISCUSIÓN	34
VI.	CONCLUSIÓN	38
VII.	RECOMENDACIONES	39
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
	ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Taxonomía de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. "mullaca".	10
Tabla 2	Contenido de fenoles en las hojas, tallos y raíces de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. "mullaca".	30
Tabla 3	Contenido de flavonoides en las hojas, tallos y raíces de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. "mullaca".	31
Tabla 4	Contenido de calcio en las hojas, tallos y raíces de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. "mullaca".	32
Tabla 5	Tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólico de las hojas, tallos y raíces de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. "mullaca".	33

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Estructura básica del fenol	13
Figura 2.	Formación del ácido shikímico derivado del fosfoenolpiruvato y eritrosa 4-fosfato.	13
Figura 3.	Formación del ácido corísmico y conversión en aminoácidos aromáticos	14
Figura 4.	Estructura general de un flavonoide	15
Figura 5.	Estructura química de los flavonoides	16

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Constancia de la identificación taxonómica de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca”.	47
Anexo 2. Secado de la muestra recolectada de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca”.	48
Anexo 3. Flujograma de la obtención del extracto hidroalcohólico de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca”.	49
Anexo 4. Flujograma del pre tratamiento para la obtención de ceniza de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca” para la cuantificación de calcio	50
Anexo 5. Flujograma de la identificación fitoquímica del extracto hidroalcohólico de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca”.	51
Anexo 6. Pre tratamiento de la muestra para la obtención de ceniza de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca” para la cuantificación de calcio.	52
Anexo 7. Flujograma de la cuantificación del contenido de fenoles totales de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca” por el método de espectrofotometría de Folin-Ciocalteu.	53
Anexo 8. Flujograma de la cuantificación de flavonoides totales de las hojas, tallo y raíz de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca” por el método de Kostennikova Z.	54
Anexo 9. Flujograma de la cuantificación de calcio de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca” por el método de complexometría de EDTA.	55
Anexo 10 a. Resultados del tamizaje fitoquímico realizado del extracto hidroalcohólico de las hojas, tallo y raíz de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca”.	56

Anexo 10 b.	Resultados del tamizaje fitoquímico realizado del extracto hidroalcohólico de las hojas, tallo y raíz de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca”.	57
Anexo 11.	Promedio de los resultados obtenidos de las pruebas de fenoles, flavonoides y calcio en hoja, tallo y raíz de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca”.	58
Anexo 12.	Curva de calibración de las absorbancias y la concentración de fenoles (mg GAE/L).	59
Anexo 13.	Curva de calibración de las absorbancias y la concentración de flavonoides (mg QE/L).	60
Anexo 14.	Tabla de conversión y equivalencia de unidades.	61
Anexo 15.	Matriz de consistencia.	62

RESUMEN

Las plantas son los mejores químicos del planeta, las cuales producen sustancias adecuadas para cada etapa de su vida a partir de elementos simples. La importancia del estudio de los compuestos bioactivos de las plantas es invaluable, debido a las funciones vitales que posee. El objetivo del presente trabajo fue cuantificar el contenido de fenoles, flavonoides y calcio de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. "mullaca". Se ejecutó la investigación en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. El tipo de investigación fue descriptiva. La cuantificación del calcio se realizó por el método complexométrico con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), para fenoles el método de espectrofotometría de Folin-Ciocalteu, para la cuantificación de flavonoides el método de Kostennikova, mientras que para el tamizaje fitoquímico se usó el método de coloración y precipitación. Se encontró mayor contenido de fenoles en la raíz con 24,68 mg GAE/L, seguido de las hojas con 24,49 mg GAE/L y en menor cantidad en el tallo con 23,89 mg GAE/L. La mayor cuantificación de flavonoides encontrado fue en la hoja con 4,50 mg QE/L, en segundo lugar, la raíz con 4,32 mg QE/L y en menor proporción en el tallo con 2,63 mg QE/L. Finalmente el contenido de calcio en hoja, tallo y raíz fue de 28,44 mg/dL; 25,10 mg/dL; 11,78 mg/dL respectivamente. Se concluye que *Muehlenbeckia volcanica* contiene altos niveles de fenoles, flavonoides y calcio en sus hojas, tallo y raíz. Los metabolitos secundarios encontrados en mayor cantidad fueron los compuestos fenólicos y/o taninos, aminoácidos y aminos, alcaloides, flavonoides. La información que se proporciona en esta investigación nos ayuda a comprender el valor medicinal y nutricional que nos brinda la planta estudiada para sus diferentes aplicaciones.

Palabras clave: *Muehlenbeckia volcanica*, "mullaca", fenoles, flavonoides, calcio.

I. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos antiguos, los seres humanos encontraron alimento y alivio para muchas dolencias en las plantas. El hombre, a través de los años ha conocido y reconocido el poder curativo de las mismas. Los egipcios utilizaban las plantas para la salud, belleza; los asirios cultivaban plantas medicinales a orillas del río Tigris y Éufrates; culturas como los árabes, fenicios, griegos, incas y mayas poseían conocimientos importantes sobre el poder sanador de las plantas (Vega et al., 2015). La importancia de la diversidad de plantas que posee el Perú es impresionante, puesto que Brack estudió 5000 plantas, 1400 son medicinales, 4000 nativas y 600 introducidas (Bussmann & Sharon, 2015).

Muehlenbeckia volcanica (Benth.) Endl. “mullaca” es una planta silvestre perteneciente a la familia Polygonaceae, originaria de América del Sur, crece de manera silvestre, formando ramas pequeñas y flores diminutas (Olascuaga et al., 2024). Asimismo, *Muehlenbeckia v.* es una planta que posee frutos tintóreos, reflejando una coloración azul intensa; su uso en la medicina tradicional es alta, llegando a ser recomendado por diferentes instituciones de la salud para problemas respiratorios, por su propiedad antiinflamatoria, también para bronquitis, tos, asma, gripes, entre otros (Zegarra & Rodríguez, 2023). Diferentes ensayos y estudios manifiestan que poseen esteroides, taninos, flavonoides, triterpenos, saponinas y catequinas; también se le atribuye actividad antioxidante, es por ello su propiedad cicatrizante y antialérgica. Hoy en día la población le confiere como tratamiento preventivo y alternativo para diferentes enfermedades, siendo la más resaltante el cáncer, enfermedad que desarrollan diferentes personas a lo largo del mundo, y de

difícil tratamiento. *Muehlenbeckia* v. es una planta que posee demasiadas propiedades, sin embargo, hasta la actualidad existen pocos estudios e investigaciones que descifren sus propiedades curativas, a pesar de ser una especie amenazada (Navarro, 2018).

En el Perú habitan diferentes especies de *Muehlenbeckia*, siendo la *Muehlenbeckia hastulata*, *Muehlenbeckia tamnifolia* y *Muehlenbeckia volcanica* las más abundantes e investigadas. La quimiotaxonomía menciona la presencia de antraquinonas, siendo común en las tres especies mencionadas (Morante, 2014).

Objetivo general

Cuantificar el contenido de fenoles, flavonoides y calcio de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”. Ayacucho-2024

Objetivos específicos

1. Determinar el contenido de fenoles del extracto hidroalcohólico de las hojas, tallos y raíces de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”.
2. Determinar el contenido de flavonoides del extracto hidroalcohólico de las hojas, tallos y raíces de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”.
3. Determinar el contenido de calcio de las hojas, tallos y raíces de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”.
4. Elaborar el tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólico de las hojas, tallos y raíces de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Mellado et al. (2012) en la región de Valparaíso-Chile, realizaron evaluaciones de las diferentes actividades antioxidantes de las diversas concentraciones de *Muehlenbeckia hastulata* J., Polygonaceae estos extractos fueron evaluados a través del poder del antioxidante reductor férrico (FRAP) y el potencial de captura de radicales peroxilo (TRAP), se estimó también las concentraciones polifenólicas, de flavonoides, azúcares hidrolizados y antraquinonas. El concentrado de las diferentes partes de la planta exhibió mayor actividad de la supresión de los radicales libres (DPPH) (IC₅₀ 0,74 mg/mL a 1,33 mg/mL los extractos más activos). Los valores altos del potencial de captura de los radicales peroxilo (TRAP) y el poder antioxidante del reductor férrico (FRAP) en extractos del tallo y raíz de la planta EtOAc (1,423 y 1,540 mM TEAC) y etanol (245,26 y 309,04 mM TEAC) fueron mayores; la desigualdad existente en la acción antioxidante de las distintas partes de la planta se debería al grado de los componentes fenólicos en la raíz de EtOAc (0,023 mg GAE/g extracto seco), flavonoides en las hojas del extracto EtOAc (99,12 mg QE/g extracto seco), azúcar hidrolizado en el extracto etanólico (21,87; 14,85 y 14,32 mg GES/g extracto seco de hoja, tallo y raíz, respectivamente).

En Colombia, Aguirre et al. (2014) realizaron estudios sobre la determinación de los principios bioactivos de menor polaridad que posee las hojas de *M. tamnifolia* (Kunth) Meisn, la recolección de la muestra fue en la provincia de Cundinamarca-Colombia; para el estudio se extrajo el concentrado total empleando un dispositivo Soxhlet, teniendo una efectividad de 2,5%, para el reconocimiento de los principios bioactivos

se utilizó base de datos como Nist-8 y Willey-8, registrando así elementos como: nonacosano (17,5%), heptacosano (14,3%), metil-commate A (8,4%), hentriacontano (8,1%), pentadecano (7,2%), hexadecil-oxirano (6,8%), tricosano (5,8%), alfa-tocoferol (4,7%), olean-12-ene (3,9%), ácido palmítico (3,3%), heneicosano (2,7%), ácido α -linolénico (1,6%), n-docosano (2,0%), evenkita (2,2%), metilo decanoato (1,0%), n-nonadecano (0,9%), metilo hexanoato (1,0%), n-octadecano (1,1%), octadecadienato de etilo (1,0%), heptadecano (1,0%), friedelin (0,7%), así mismo se obtuvo diversidad de principios bioactivos como el benzoato de bencilo, perteneciente a las propiedades de la vitamina E, con una gran acción antioxidante que previene el cáncer; el Octacosanol disminuye el colesterol presente en la sangre, por tanto prevé los infartos.

Torres et al. (2016) elaboraron un trabajo de investigación de *Muehlenbeckia tamnifolia*, estas muestras fueron recolectadas en Loja-Ecuador, en las cuales se logró identificar diferentes compuestos como: acetato de lupeol; ácido hidroxicinámico; β -sitosterol; ácido trans; ácido linoleico; catequina; afzelin (Kaempferol-3-O-rhamnosid) y quercetina. Para la determinación de la función hipoglucemiante del concentrado crudo y compuesto se calculó la amplitud de inhibición de los catalizadores amilasa y α -glucosidasa; siendo el concentrado n-hexano el que expuso una frágil acción inhibidora de la α -amilasa, con un valor de IC_{50} de $625 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, en tanto los demás compuestos aislados resultaron inactivos. Los resultados de α -glucosidasa tuvo resultados favorables, donde los extractos hexánico y metanólico presentaron una mayor actividad inhibidora con valores de IC_{50} inferiores a $8 \mu\text{M}$, mucho más altos que los de la acarbosa ($377 \mu\text{M}$) cuya función es retrasar la acción de algunos productos químicos.

Crucerira (2020) buscó evaluar el concentrado de *Muehlenbeckia tamnifolia* (Kunth) Meisn en el empleo etnobotánico, esta especie también es conocida en Ecuador como angoyuyo. El método utilizado fue por dilución en caldo frente al estirpe de organismos de *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Candida albicans* ATCC 10231 mediante la prueba de Kirby-bauer. Se observó mayor resultado del concentrado hidroalcohólico seco de *Muehlenbeckia tamnifolia* (Kunth) Meisn, observando mayor concentración de actividad biológica; finalmente se determinó que el microorganismo más receptivo fue *Staphylococcus aureus*, presentando un porcentaje inhibitorio superior a 40%. El trabajo concluyó obteniendo

como resultado que el extracto hidroalcohólico expone acción micótica ante *Candida albicans* y actividad microbiana ante *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Huayhuarima (2014) en su trabajo de investigación realizado en el departamento de Huancavelica, determinó las características microbiológicas, fisicoquímicas y organolépticas del extracto variado de mullaca (*Muehlenbeckia volcanica*) y naranja (*Citrus sinensis*) azucarado con *Stevia rebaudiana*. Los resultados obtenidos fueron humedad 86%; ceniza 0,2%; proteína 0,2%; grasa 0%; fibra 0,2%; carbohidratos 15%; acidez 0,2%; pH 3,8; sólidos solubles 11,0 y microbiológica (numeración de aerobios viables (UFC/mL) menor de 10); en cuanto a las propiedades sensoriales del extracto variado de mullaca y naranja azucarado con 5% de Stevia.

Colina (2016) estudió la especie de *Muehlenbeckia hastulata* en el distrito de Yucay, del departamento del Cusco. Con la finalidad de determinar los flavonoides totales, obteniendo 1,7 mg de EQ/g muestra, para la determinación del metabolito tanino se realizó el procedimiento de Lowenthal donde obtuvo 1,0 mg ácido tánico/100g, fenoles totales 1,1 mg GAE/100g mientras que la capacidad antioxidante obtuvo 6,6 µg/mL en las hojas, así también realizó estudios sobre la clasificación de los macronutrientes y micronutrientes según su concentración en la planta, obteniendo el contenido mineral de los micronutrientes como cobre, zinc, manganeso y hierro (6, 20, 50 y 100 mg Kg⁻¹ PS respectivamente) y los macronutrientes primarios como el fósforo (2000 Kg⁻¹ PS) y los secundarios como el azufre y el calcio (1000 y 5000 mg Kg⁻¹ PS respectivamente). Estos resultados nos demuestran el gran contenido de compuestos bioactivos y presencia de cationes que posee la planta.

Ancalla & Flores (2017) realizaron el estudio en la provincia de Espinar-Cusco, buscando estudiar la raíz del vegetal *Muehlenbeckia volcanica* (Benth) Endl. (Mullaca). La identificación taxonómica fue realizada por el Herbarium Arequipense de la Universidad Nacional de San Agustín (HUSA). Para obtener el extracto se realizó el lavado, secado y el molido para la extracción por medio del Soxhlet con disolvente de distinta polaridad como polar-etanol; polar-cloroformo; apolar-éter de petróleo, así se obtuvo el porcentaje de rendimiento de los extractos con diferentes solventes. El extracto etanólico presentó mayor rendimiento (24,8%), seguido del cloroformo (1,4%) y por último el éter de petróleo (0,4%). Se trabajó con 3 suspensiones, el primero el extracto de etanol, el segundo el cloroformo y el tercero

el éter de petróleo. Las suspensiones fueron administradas en dosis de 42,9 mg/kg de peso de la raíz, luego de tres horas se le suministró una dosis de carragenina al 1%. Se aplicó el método de edema-subplantar por carragenina en animales de experimentación, seguidamente se realizó la medición de la inflamación con el equipo de Pletismómetro Digital, como resultado se obtuvo que la solución etanólica presenta mayor efecto antiinflamatorio que el extracto de cloroformo y éter de petróleo. Los autores concluyeron que el extracto de etanol de la raíz *Muehlenbeckia volcanica* a una dosis de 17,7 mg/kg presenta acción antiinflamatoria igual a 7,2 mg/kg de ácido acetilsalicílico.

Rodríguez (2018) en el departamento de la Libertad, realizó una investigación de tipo experimental, con la finalidad de calcular el efecto del extracto etanólico del fruto de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth) Endl. (Mullaca) contra la glucemia en *Rattus norvegicus* var. *albinus* inducidos con diabetes. El autor trabajó con 4 grupos de 5 de ratas machos, (G1) recibió alimentos y agua, los (G2, G3, G4) fueron inducidos a diabetes por medio de una inyección intraperitoneal de aloxano; el extracto hidroalcohólico del fruto de *Muehlenbeckia v.* fue administrado por sonda orogástrica de la siguiente manera al (G1) 220 mg/kg; al (G2) 440 mg/kg por 14 días. Al culminar el tratamiento se obtuvo la disminución de los niveles de glucemia en ratas diabéticas. Condori et al. (2020) realizó estudios en la región de Apurímac, donde cuantificó y determinó la amplitud antioxidante del concentrado de los frutos de *Muehlenbeckia volcanica*; el procedimiento se basó en la extracción de las antocianinas con alcohol metílico acidificado al 0,01% HCL; por el método de pH diferencial se evaluó los glucósidos de las antocianinas totales (CAT); por el procedimiento de Folin-Ciocalteu, los flavonoides totales (PFT); por la técnica de TEAC DPPH su amplitud antioxidante. Como resultado se obtuvo un alto contenido de antocianinas 171,9 mg cianidina/100g, flavonoides totales de 276 mg de ácido gálico/100 g y su amplitud antioxidante DPPH de 32 μ mol trolox/g, lo que comprueba que los frutos de *Muehlenbeckia v.* poseen una alta capacidad antioxidante.

Acevedo et al. (2021) realizaron diferentes investigaciones en el departamento de Ica. Donde buscaron determinar la funcionalidad de una pomada antiinflamatoria a base del concentrado etanólico de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth) Endl. Trabajaron con la parte aérea de la planta, realizando el secado del vegetal en la estufa a 35°C, se pulverizó manualmente hasta obtener muestras de 5 mm,

finalmente se realizó la extracción por percolación. Los resultados de la planta presentaron esteroides, taninos, saponinas, flavonoides, triterpenos y catequinas. La pomada posee una concentración del 10% del extracto fluido de *Muehlenbeckia volcanica* presentando características organolépticas aceptables y estabilidad dentro de los valores permitidos de los protocolos de estabilidad USP 41.

Zegarra & Rodríguez (2023) en el departamento de Recuay-Ancash, buscaron cuantificar la composición de las antocianinas totales y compuestos fenólicos totales de *M. volcanica*, especie que se encuentra amenazada, realizando un tamizaje fitoquímico, en la que se buscó cuantificar las antocianinas mediante el procedimiento de pH diferencial; para la determinación de fenoles, la técnica de Folin-Ciocalteu. Como resultado se concluyó que el fruto posee un alto contenido de antocianinas totales (460,6 mg de cianidina-3-glucósido /100 g m.s.); los compuestos fenólicos totales expresado en equivalentes de ácido gálico (EAG), tiene similitud para el tallo, hojas y frutos (1461,79; 1536,22; 1501,4 mg EAG/100 g m.s. respectivamente) los resultados obtenidos demuestran que *M. volcanica* posee una gran cantidad de antocianinas y elementos fenólicos para el mejor aprovechamiento medicinal.

2.1.3. Antecedentes locales

Rivera (2012) realizó la colección en el distrito de Huamanguilla-Ayacucho con el propósito de analizar la función antipirética del concentrado de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”, logrando identificar principios bioactivos. Esta evaluación se desarrolló de acuerdo a las recomendaciones del CYTED, el procedimiento consta en agrupar a los roedores machos de 6, haciendo el uso de levadura de cerveza 20,0% y metamizol a una concentración de 1 mg/kg como control. Los resultados evidenciaron la presencia de principios bioactivos, tales como flavonoides, taninos, fenoles, saponinas, azúcares, mucílagos, con humedad promedio de 78,4%; ceniza en un 8,4%; con función antipirética en roedores machos Wistar; encontrándose significancia estadística para ($p < 0.05$). En la investigación se utilizó concentraciones de 600, 400 y 200 mg/kg con el total de efectividad de la acción antipirética de 51%; 33% y 16% respectivamente; siendo estadísticamente inferior al metamizol el cual presenta 59,2%.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Calcio

El organismo humano para cumplir sus funciones requiere de los minerales. En el ser humano los minerales están presente entre el 4 al 15 % de su peso anatómico. Teniendo calcio 50 %, fósforo 25 % y lo restante como sodio, potasio, magnesio, entre otros el 25 % (Oregón, 2014).

Del total del contenido del calcio en el cuerpo humano, el 99 % está distribuido en los huesos y en menor proporción en los dientes; el 1% restante se encuentra en los tejidos blandos y los fluidos corporales. El calcio es esencial para el crecimiento óseo, siendo primordial para la mineralización del hueso (absorción de la matriz ósea con minerales). Es necesario, la ingesta adecuada de calcio para alcanzar la masa ósea máxima, su deficiencia puede tener consecuencias para los huesos, teniendo el riesgo de padecer de osteoporosis (Theobald, 2005).

2.2.1.1. Transporte del calcio en las plantas

La planta absorbe el calcio en forma de ion Ca^{2+} , al presentar una alta carga de densidad en su superficie puede estar unido a moléculas de agua, si permanece como ion hidratado será absorbido con lentitud. El movimiento del calcio desde la raíz se da por la vía apoplasto, hasta finalizar en las células dodermales, cuando los iones de calcio no pueden traspasar la barrera de la endodermis, ingresan a las células por otros canales hasta llegar al xilema (Díaz & Cayón, 2007).

Cuando el calcio ya fue absorbido por la raíz, es transportado a las hojas de la planta por la corriente de transpiración, por medio de los vasos del xilema. Las hojas y otros órganos de la planta más antiguas, que, al tener una alta tasa de transpiración, presentan mayor obtención de calcio que los órganos en desarrollo como flores, frutos, hojas jóvenes, apicales, etc. Que, a pesar de requerir una fuente de Ca alta, son carentes de este mineral por poseer una tasa menor de transpiración (Díaz & Cayón, 2007).

2.2.1.2. Absorción del calcio por el ser humano

El calcio es absorbido en el aparato digestivo por dos formas: el primero, el transporte activo dependiente de la vitamina D (si el consumo de calcio es menor) y el segundo, el transporte difusible no saturable (cuando el consumo de calcio es elevado). La mayor absorción del calcio se da en el intestino delgado (condición ácida)

específicamente en el yeyuno y el íleon, gracias a la longitud como también al largo tiempo de duración de los alimentos en estas zonas, y en menor proporción en el colon (condición más alcalina). En este proceso, el duodeno ayuda a transportar el calcio hacia la sangre desde el duodeno (Carral San Laureano et al., 2000).

El calcio mayormente está presente en los alimentos en forma de complejos y otros elementos dietéticos, de esta manera es absorbido de forma adecuada por las células de la mucosa intestinal. La absorción del calcio intestinal está regulada por el calcitriol; el consumo elevado del fósforo limita la absorción del calcio, y su deficiencia aumenta la absorción del mismo; este evento está mediado por la síntesis del calcitriol y por la formación de los complejos insolubles que limitan la absorción (Theobald, 2005).

2.2.1.3. Funciones del calcio en el cuerpo humano

La función esquelética del calcio es importante para la formación de nuestros huesos y dientes. El hueso requiere del aporte dietético de Ca, vitamina D y fósforo, puesto que está recubierto por una capa proteica que se mineraliza mayormente de calcio, en menor cantidad de fosfato y magnesio. El tejido esquelético está compuesto por dos diferentes clases de hueso, el primero el hueso compacto que tiene el trabajo de dar dureza al esqueleto y función estructural; el segundo el hueso trabecular, que cumple la actividad metabólica (Martínez de Victoria, 2016).

La función no esquelética del calcio se divide en estructurales y propiamente reguladoras. La función estructural está implicada en el mantenimiento celular, gránulos de secreción, membrana celular, cromosomas, entre otros. La capacidad reguladora ejerce funciones de manera pasiva y activa. De manera pasiva el calcio regula las respuestas enzimáticas mientras que activamente regula los cambios en la concentración intracelular en respuesta a un estímulo como la hormona, cambiando el comportamiento de la respuesta funcional de esa célula (Martínez de Victoria, 2016).

2.2.2. *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”

2.2.2.1. Taxonomía de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”

La identificación del ejemplar estudiado en el presente trabajo de investigación, fue determinado por el Herbario San Marcos del Museo de Historia Natural, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016), por MSc. Hamilton Beltrán.

Tabla 1.

Taxonomía de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”.

División	: Angiospermae
Clase	: Equisetopsida
Subclase	: Magnoliidae
Orden	: Caryophyllales Juss. ex Bercht. & J. Presl
Familia	: Polygonaceae Juss.
Género	: <i>Muehlenbeckia</i> Meisn.
Especie	: <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl.
Nombre común	: Mullaca

Fuente: Constancia expedido por el Herbario San Marcos del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos 2024.

2.2.2.2. Hábitat y adaptabilidad

Planta medicinal silvestre, generalmente crece de forma natural en climas meso y micro térmicos en los ecosistemas andinos. Se le conoce con otros nombres como: coca coca, muyaca, mullaca, sachamullaca, pasamullaca (Huayhuarima, 2014).

Se encuentran distribuidos en terrenos secos, arcillosos, rocosos, entre 1500 a 4500 msnm, la designación volcánica se debe a su crecimiento en rocas eruptivas. Esta especie crece en los departamentos de Cajamarca, Huánuco, Cusco, Puno, La Libertad, Ayacucho. Su cosecha se da en época de lluvias durante la floración, siendo escasa en época seca (Camasca, 2012).

2.2.2.3. Descripción botánica

Planta herbácea silvestre, pequeña, rastrera y perenne; posee hojas orbiculares de color verde intenso, hojas simples, subsésiles, ápices agudos, tallos ramificados, con ramas de hasta 30 cm de longitud, sus flores pequeñas forman fascículos foliares en las yemas axilares de las hojas superiores; con pétalos libres de color blanquecino; raíz ramificada, fibrosa (Rivera, 2012).

Las florecillas muy sutiles, blanquecinas con unos vástagos en medio pequeños y delgados poseen un tinte azul que se utilizó desde épocas antiguas para dar color a

las fibras textiles (Ministerio del Ambiente, 2016). Existen dos especies con mayor propiedad terapéutica, *Muehlenbeckia volcanica*, planta rastrera, y *Muehlenbeckia tamnifolia*, planta trepadora, ambas poseen similitudes pero con pequeñas distinciones morfológicas en las hojas y el tamaño, su crecimiento se da en valles andinos de clima templado (Basurto & Ccahuana, 2023).

2.2.2.4. Composición química

La composición química de *Muehlenbeckia volcanica* es diversa, en las partes aéreas de la planta se encontró: triterpenos y/o esteroides, flavonoides, saponinas, taninos y catequinas, mucílagos, goma, saponinas, glucósidos cianogenéticos (amigdalina, prulauracina), nitrilos, capulín, prumasina, cationes (potasio, sodio, litio, cobre, calcio), aniones (cloruros, sulfatos, fosfatos), almidón (Rivera, 2012).

El extracto hidroalcohólico de *Muehlenbeckia v.* posee actividad microbiana y actividad micótica (Cruceira 2020). Una de las propiedades más resaltantes de la planta es su poder antioxidante (Condori et al. 2020). En un estudio se comprobó la actividad antiinflamatoria del extracto etanólico de la raíz de la mullaca (Ancalla & Flores 2017).

2.2.2.5. Usos tradicionales

Muehlenbeckia volcanica (Benth.) Endl. es una planta que se emplea para curar o aliviar la rinofaringitis, bronquitis, aftas bucales, fiebre, asma, tos, malestar estomacal, etc. Sus principios activos originan en el cuerpo humano una respuesta calórica, es por ello que es utilizada para tratar enfermedades consideradas como “frescas o frías” (Ministerio del Ambiente, 2016).

El Seguro Social de Salud (EsSalud) recomienda el uso de esta planta medicinal como un aliado natural para prevenir infecciones de la vías respiratorias, su consumo produce descongestión, siendo que esta planta posee propiedades antiinflamatorias y antialérgicas (EsSalud, 2015).

La planta de mullaca, también es utilizada para la fiebre, realizándose un baño con raíces hervidas; para el malestar de diente, se mastica las hojas; para la diarrea, consumiendo el extracto de las hojas; para los traumatismos internos, enfermedades de los riñones, mal del hígado, retención de orina, diabetes, se hace hervir el tallo y hojas, se deja reposar y se toma en mate tres veces al día (Chao & Chavez Cerna, 2018).

2.3. Principios activos

Un alto porcentaje de los principios activos que poseen las plantas está integrado dentro de los metabolitos secundarios, siendo compuestos químicos con estructura relativamente compleja, con distribución más restringida y más propia de las fuentes botánicas que los metabolitos primarios. Los metabolitos secundarios no son elementos indispensables en las plantas, puesto que no se ha descubierto que intervengan en la función metabólica o de reproducción por ello son considerados elemento de lujo de la planta (Lock de Ugaz, 1994).

Actualmente se conoce que los metabolitos secundarios protegen a las plantas de enfermedades, atraen a los polinizadores, entre otros. El metabolito primario actúa como regulador mientras que el secundario como defensa y regulador. Algunos autores consideran a los metabolitos secundarios como elementos del químico, mientras que a los primarios como elemento del bioquímico. Químicamente, los metabolitos secundarios se clasifican en tres grupos: Terpenoides, compuestos fenólicos y compuestos de nitrógeno (Sánchez & García, 2022).

2.3.1. Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos son los metabolitos secundarios más abundantes del reino vegetal. Este compuesto presenta más de un grupo hidroxilo en un anillo aromático. Los grupos hidroxilos que se encuentran unidos al anillo aromático dan inicio a diferentes compuestos, como los polifenoles y los fenoles simples, este último se clasifica en: ácidos fenólicos; benzoicos y cinámicos; flavonoides; cromonas; cumarinas; quinonas; ligninas; taninos; entre otros (Sánchez & García, 2022).

La clasificación de los compuestos fenólicos se basa en el número de subunidades de fenol. Los polifenoles disponen por lo menos de dos subunidades de fenol. Mientras que los ácidos fenólicos poseen un ácido carboxílico y dos carbonos que diferencian sus estructuras. Los compuestos fenólicos son el grupo más abundante y distribuido en la naturaleza. Gracias a la actividad antioxidante que poseen, se le ha atribuido diferentes efectos terapéuticos, antimicrobial, antiinflamatoria, antineoplásica, etc. (Martínez & López, 2013).

2.3.1.1. Estructura química de los fenoles

Se han identificado cerca de 10 000 compuestos fenólicos diferentes, la mayoría de origen vegetal. Los fenoles presentan comportamiento ácido, esto se debe a que el oxígeno (O) del conjunto hidroxilo está incorporado al anillo fenilo, por otro lado el enlace del oxígeno (O) y el hidrógeno (-H) es débil, produciendo la disociación de un protón (H⁺) que puede llegar a ser liberado, dando origen a un ion fenolato con carga negativa (Viña & Ringuélet, 2013).

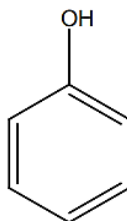


Figura 1. Estructura básica del fenol
Fuente: (Viña & Ringuelet, 2013)

2.3.1.2. Biosíntesis de los fenoles

La ruta más importante para originar a los elementos fenólicos es la ruta del ácido shikímico, el cual inicia con la unión del fosfoenolpiruvato (PEP) y la D-eritrosa-4-fosfato, eliminando el DAHP, el cual se da por la oxidación que produce un enol, gracias al NAD⁺, formándose un intermediario para cambiar en el ácido 3-dehidroquínico, que con el NADH y la enzima que oxidó el DAHP, reduciendo el ácido 3-dehidroquínico, dándose la formación del ácido 3-dehidroshikímico, el cual es reducido en presencia del NADPH (Dewick, 2002).

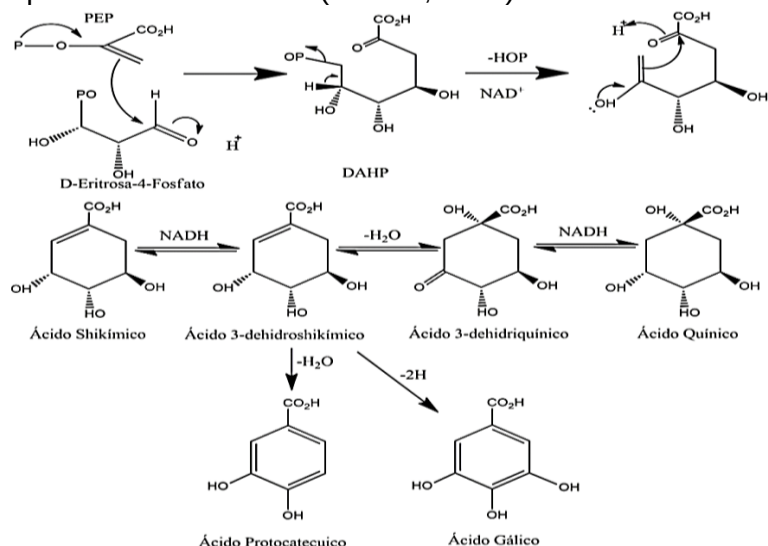


Figura 2. Formación del ácido shikímico derivado del fosfoenolpiruvato y eritrosa 4-fosfato.
Fuente: (Dewick, 2002).

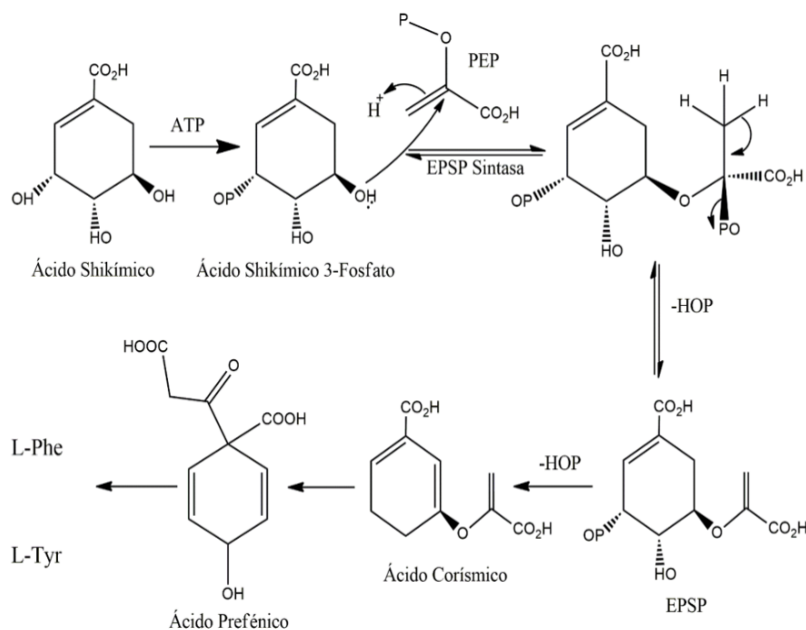


Figura 3. Formación del ácido corísmico y conversión en aminoácidos aromáticos

Fuente: (Dewick, 2002).

2.3.1.3. Acción antioxidante de los fenoles

La acción antioxidante está relacionada con la presencia de los compuestos fenólicos, debido a la capacidad de atrapar y contener la producción de los radicales libres. Las cuales van a depender del número y posición del grupo hidroxilo, como también de la glicosilación, estos elementos determinarán el secuestro de los radicales libres por los elementos fenólicos. Las diferencias existentes dependerán de las estructuras de hidroxilación, metoxilación y la glicosilación (Dewick, 2002).

2.3.2. Flavonoides

Elemento más abundante de los compuestos fenólicos. El nombre proviene del latín *flavus* que significa amarillo, responsable de la coloración de las hojas en otoño, como también el color característico de diferentes frutos y flores. Se encuentran principalmente en las partes aéreas de las plantas, su distribución en proporción varía en distintas poblaciones de la misma especie, así también en los diferentes órganos de la planta. Esto se debe a la regulación genética y la interacción con los diferentes factores ambientales como el clima, nutrición, altitud, etc. (Sánchez & García, 2022). Diferentes estudios indican que se puede encontrar a los flavonoides en las plantas de forma libre o unidas con azúcares. Si se encuentra de forma libre se le denomina

aglicona o geninas, siendo insolubles al agua. Si las agliconas se une a uno a varios azúcares se le denomina glicósidos o heterósidos, de esta manera son solubles al agua. Dentro de los beneficios que le brinda a la planta es la reducción de la permeabilidad e incremento de la resistencia; las flavonas y otros flavonoides cumplen la función de protección contra los rayos UV, la planta en respuesta al aumento de la radiación ultravioleta incrementa la fabricación de flavonoides. Otros beneficios del flavonoide es la protección contra la sequía, salinidad, calor, patógenos, etc. Los flavonoides nos brindan efectos positivos a la salud humana como diurético, antiinflamatorio, antitrombótico, antiviral, antialérgico, efectos terapéuticos contra la úlcera estomacal, diabetes y cáncer (Sánchez & García, 2022).

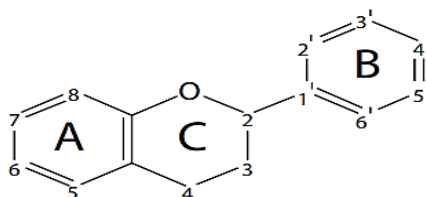


Figura 4. Estructura general de un flavonoide

Fuente: (Sánchez & García, 2022).

2.3.2.1. Clasificación de flavonoides

Los flavonoides son encontrados en mezclas de glicósidos y agliconas, siendo frecuente su estudio en este último. Son hallados en las diferentes partes de las plantas, encontrándose comúnmente las flavonas y flavonoles, en menor proporción las isoflavonas (Lock de Ugaz, 1994). Se conoce cerca de 10 clases de flavonoides, los cuales poseen quince átomos de carbono en su núcleo, y comparten una estructura general de difenilpirano C6-C3-C6, conformada por dos anillos aromáticos (A y B) unificados por un anillo de tres carbonos, formando un tercer anillo al que se le denomina (C). Las diferentes estructuras de los flavonoides se deben a las modificaciones en el tercer anillo (C) (Sánchez & García, 2022).

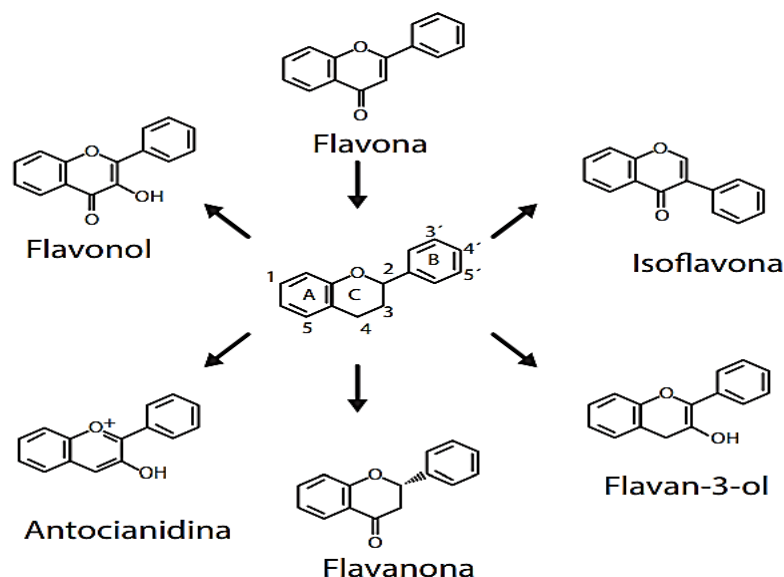


Figura 5. Estructura química de los flavonoides

Fuente: (Sánchez & García, 2022).

2.3.2.2. Síntesis, absorción y metabolismo de los flavonoides

Las plantas sintetizan a los flavonoides, participando en la fase dependiente de luz de la fotosíntesis, en este proceso se cataliza el transporte de electrones. El origen de la formación de los flavonoides se debe a los aminoácidos aromáticos fenilalanina y tirosina. Los aminoácidos aromáticos mencionados forman al ácido cinámico y *p*-hidroxicinámico, que después de sintetizarse con el acetato, producen la estructura básica de los flavonoides. La síntesis de los diferentes compuestos fenólicos se da en dos localizadores, primero en el hígado a través de la biotransformación de la fase I, en esta fase se produce grupos polares; segundo en el colon, a través de las reacciones de biotransformación de la fase II (Martínez-Flórez et al., 2002).

El metabolismo que presenta los flavonoides es complejo. Los compuestos solubles en agua, son excretados a través de la orina. Algunos estudios indican que una pequeña parte de este compuesto es absorbido, siendo encontrado en plasma (1 μ M, decrece rápidamente) y la orina (7 % y 25% del compuesto ingerido) (Martínez-Flórez et al., 2002).

2.3.2.3. Acción antioxidante de los flavonoides

Los flavonoides poseen una amplia actividad farmacológica. Este elemento se puede unificar junto a los polímeros biológicos como las enzimas, ADN, transportadores de hormonas; también cataliza el transporte de los electrones, depurando los radicales libres. El flavonoide quercetina junta los requisitos primordiales para cumplir la función antioxidante como es la presencia de la estructura O.dihidroxi en el anillo B, este último le brinda estabilidad a los radicales, posee doble ligadura conjugada con la función 4 del anillo C (Martínez & López, 2013).

Los flavonoides actúan como tampones, capturando a los radicales libres generando el radical flavínico, siendo menos reactivo. La quercetina tiene la capacidad de quelar iones metálicos como el cobre y el hierro, evitando la formación de elementos reactivos de oxígeno (Viña & Ringuet, 2013)

2.3.3. Taninos

Los taninos al igual que las ligninas son uno de los compuestos más relevantes de los principios bioactivos en la defensa de las plantas, esto por las propiedades procedentes de la estructura química que poseen. Su nombre deriva del inglés, tanning, que significa curtido, lo que indica que tienen la capacidad de evitar la pudrición de las pieles, siendo susceptibles al ataque microbiano (Miranda & Cuellar, 2000).

2.3.4. Cumarinas

Se encuentran ampliamente distribuidas en las plantas, en todos los órganos como la raíz, flor y fruto; encontrándose en mayor cantidad en los dos últimos. Son hallados como mezclas, de manera libre o como glicósidos. Poseen un amplio rango de beneficios biológicos como actividad anticoagulante, antibacterial del dicumarol; acción antibiótica de la novobiocina; el cumestrol posee actividad estrogénica, las aflatoxinas poseen carcinogenicidad y hepatotoxicidad. Otras aplicaciones que se le confiere a las cumarinas son de saborizantes y perfumería (Lock de Ugaz, 1994).

2.3.5. Glucósidos cardiotónicos

El principio activo de los agentes cardiotónicos son los glucósidos esteroidales. Estos se dividen en dos categorías, que dependen del anillo. La primera la hidrólisis ácida, la cual rompe la unión con el carbohidrato; la segunda, la enzimática, usada para separar las agliconas en condiciones poco drásticas. Los azúcares producidos por los

glucósidos cardiotónicos no han sido hallados en otras fuentes naturales. Una de las propiedades que posee este elemento es su alta actividad antitumoral (Marcano & Hasegawa, 2002).

2.3.6. Saponinas

Dependiendo de la aglicona, pertenecen al grupo de glicósidos esteroidales o triterpenoides. Las saponinas se encuentran en una gran variedad de plantas, como en algunos organismos marinos, forman espuma cuando se les agita con agua. Por ello la denominación saponina por su similitud al jabón. Así también se caracteriza por poseer un sabor amargo (Sánchez & García, 2022).

2.3.7. Catequinas

Las catequinas son los monómeros de los flavonoides condensados, de este elemento se aisló cuatro estereoisómeros: (+)-catequina; (-)-catequina; (+)-epicatequina; (-)-epicatequina. Las catequinas cumplen la función de brindar protección al tejido conectivo (Marcano & Hasegawa, 2002).

2.3.8. Aminoácidos y aminas

Las aminas pueden formarse como resultado de la descarboxilación de los aminoácidos como también por la transaminación de los aldehídos. Los diferentes tipos de aminas que se encuentran en las plantas son: monoaminas (halladas en flores, atraen insectos con un olor peculiar a carroña o pescado); poliamina (posee también malos olores, encontramos a la putrescina, cadaverina, espermidina) (Sánchez & García, 2022).

2.3.9. Antraquinonas

Este elemento es común entre los vegetales inferiores y superiores, se encuentran en bacterias y hongos como también en animales como los equinodermos y los artrópodos. Son considerados como elemento de la serie de transporte de electrones, las cuales participan en la fotosíntesis y la respiración celular (Sánchez & García, 2022). La clasificación de las quinonas se debe a los anillos aromáticos que contengan. Las antraquinonas son el grupo más abundante de las quinonas, son parte importante de los compuestos de los colorantes, se hallan de manera libre, encontrándose en la corteza y raíz de diversos géneros y especies como: poligonáceas, leguminosas, rubiáceas, etc. (Lock de Ugaz, 1994).

2.3.10. Alcaloides

Compuestos heterocíclicos nitrogenados que se originan principalmente a partir de los aminoácidos. La estructura de los alcaloides es amplia, tanto como en su esqueleto carbonado como también el tipo y cantidad de sustituyentes. El nitrógeno presente para que una molécula sea considerada alcaloide, debe estar como amina primaria, secundaria, terciaria o cuaternaria (Marcano & Hasegawa, 2002).

Los alcaloides son de gran importancia en la estructura de la célula, siendo necesarios para el metabolismo y el mimetismo hormonal de la planta. También almacenan nitrógeno, poseen sustancias protectoras de la corteza de los tallos, raíz, frutos y semillas (Escobar, 2014).

2.3.11. Azúcares reductores

Los azúcares reductores presentan un grupo funcional como el carbonilo, en este grupo está incluido la lactosa, fructosa, maltosa, etc. Los azúcares no reductores no poseen grupo carbonilo libre, los elementos presentes en este grupo son la sacarosa y la trehalosa. Los azúcares reductores presentan importancia clínica por su capacidad de detectar deficiencia de las enzimas intestinales como la lactasa (Lock de Ugaz, 1994).

2.3.12. Triterpenos y esteroides

Los triterpenos son terpenos que poseen 30 carbonos con 6 unidades isoprenicas, este elemento es derivado del escualeno. Los diferentes grupos de triterpenos son: esteroides, saponinas, glucósidos cardiacos. Los esteroides están vinculados a los triterpenoides, por poseer un esqueleto cíclico similar al de los triterpenos. Los esteroides poseen cuatro anillos de ciclopentano, y están presente en plantas y animales (Lock de Ugaz, 1994).

2.3.13. Método de complexometría con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)

El ácido etilendiaminotetraacético y las sales de sodio que posee, forman un complejo de quelato soluble al incorporarlo a las soluciones de algunos cationes metálicos, es por ello que se combina primero con el calcio (Rodríguez, 2015).

Para la detección de calcio el pH tiene que ser elevado, siendo el límite pH 10 de lo contrario se originaría la precipitación de hidróxidos metálicos. Al tener la muestra el pH alto, el magnesio precipita como hidróxido, para ello se hará uso del indicador murexida al 1% el cual reaccionará únicamente con el calcio (Salvador, 2018).

2.3.14. Método de espectrofotometría de Folin-Ciocalteu para determinar compuestos fenólicos

Este método es importante para la medición y cuantificación de los compuestos fenólicos en sustancias naturales. Se basa en una técnica cuantitativa y colorimétrica que aprovecha las propiedades reductoras de estos compuestos. El reactivo de Folin-Ciocalteu consiste en una mezcla de ácido fosfotúngstico y ácido fosfomolibdico, que, al reaccionar vira de amarillo a azul, la intensidad del color dependerá de la cantidad de grupos hidroxilos de la molécula. El contenido fenólico total se expresa como unión equivalente de ácido gálico o catequinas, construyendo una curva de calibración del ácido estándar en la que se inserta la absorbancia obtenida espectroscópicamente. Estos complejos tienen una absorbancia máxima de 760 nm (Llord & Carbajo, 2019).

2.3.15. Método de Kostennikova Z para cuantificar flavonoides totales

Método que nos permite la cuantificación de los flavonoides totales del extracto de una muestra por medio de la Espectrofotometría UV visible. El procedimiento a seguir de Kostennikova Z para la cuantificación de flavonoides, se basa en el fundamento de la estructura que poseen los flavonoides que tienen presente a los grupos cromóforos, y exponen absorbancias características en el UV (Figueroa et al., 2018)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área de estudio

El actual trabajo de investigación y procesamiento del espécimen recolectado se realizó en el Laboratorio de Bioquímica, de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.1.1. Ubicación política

País : Perú

Región : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Chiara

3.1.2. Ubicación geográfica

Latitud Sur: 13°18'41.1"

Longitud Oeste: 74°13'52.6"

Altitud: 3720 m. s. n. m

3.2. Población

Constituida por las plantas de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”, que crecen en las zonas altas de Chiara-Ayacucho.

3.3. Muestra

Tres kilos de hojas, tallos y raíces de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”.

3.4. Metodología y recolección de datos

3.4.1. Preparación de la muestra

- El espécimen fue recolectado en las primeras horas del día y luego transportadas a las instalaciones del laboratorio de Bioquímica.
- Se procedió a su desinfección con una solución al 1% de hipoclorito de sodio, seguidamente se enjuagó con agua destilada.
- La muestra fue colocada en las mesas de trabajo para su secado a temperatura ambiente y a la sombra, cabe resaltar que estas fueron colocadas sobre el papel Kraft, finalmente después de 10 días fueron llevadas a la estufa a 40°C por 4 horas para terminar su secado.
- Una vez secada la muestra, se procedió a triturarla con un mortero hasta obtener una muestra homogénea.

3.4.2. Pre tratamiento de la muestra de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.)

Endl. “mullaca” para la cuantificación de calcio

a. Obtención de ceniza de la muestra biológica

- En un crisol se pesó 5 g de la muestra triturada.
- Se procedió a su carbonización mediante una cocinilla eléctrica.
- Se dejó enfriar y luego se llevó a la mufla a 500°C por dos horas.
- La muestra se encontró lista como ceniza para el análisis de calcio.

3.4.3. Cuantificación de calcio

La cuantificación del contenido de calcio en muestras de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”, se determinó por el proceso de complexometría con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). Siguiendo el procedimiento de (Harris, 2007).

- Se pesó 0,10 g de la ceniza obtenida de la muestra, se agregó 5 mL de etanol, finalmente se adicionó agua destilada para la dilución.
- Se filtró y aforó a un volumen de 100 mL, para después extraer 5 mL de la muestra problema.
- Se disolvió repetidamente con agua destilada enrasado a 25 mL.
- Se agregó hidróxido de sodio 2N para generar un pH de 12 a 13, para ello se realizó el control con ayuda de un pH-metro y se agitó vigorosamente.
- Se adicionó 20 gotas de la solución indicadora murexida al 1%.

- Se realizó la titulación, añadiendo el titulante EDTA 0,04N estandarizado y se procedió a agitar continuamente hasta obtener el cambio de color de rosa a malva.
- El proceso se realizó por triplicado; se tomó nota de los mililitros gastados de EDTA 0,04 N para ejecutar los cálculos correspondientes.

$$\frac{meq}{L} \text{ de calcio} = \frac{(20 \times A \times F)}{B}$$

Donde:

A= EDTA gastado en mL

B= Muestra problema en mL

F= Factor de corrección volumétrico de EDTA

Estandarización del EDTA (factor de corrección volumétrico de EDTA)

- En un matraz de Erlenmeyer se añadió 25 mL del reactivo estándar de calcio.
- Se agregó 25 mL de agua destilada, seguidamente se añadió 1 mL de NaOH 2 N más 20 gotas de la solución indicadora murexida 1% y se agitó continuamente.
- Se realizó la titulación con EDTA 0,04 N hasta el cambio de color de rosa a malva.
- Para hallar el factor de corrección volumétrico de la solución de etilendiaminotetraacético (EDTA 0,04 N) se hizo uso de la siguiente fórmula:

$$F = \frac{\text{volumen de } CaCO_3}{\text{volumen de EDTA}}$$

Donde:

F= factor de corrección volumétrico de la solución de EDTA 0,04 N

Volumen de $CaCO_3$ = solución estándar en mL del calcio titulado

Volumen de EDTA= mL de la solución de EDTA 0,04 N gastado en la titulación

Obtención del extracto hidroalcohólico

- Se pesó 200 g de muestra y fueron incorporadas en un frasco de vidrio estéril de color ámbar, se adicionó 700 mL de alcohol al 70%.
- Se agitó durante 10 minutos todos los días por 15 días.
- Seguidamente se procedió al filtrado y eliminado del residuo de alcohol mediante baño María a 50°C.

3.4.4. Cuantificación del contenido de fenoles totales por el método de espectrofotometría de Folin-Ciocalteu

La cuantificación fenólica del extracto hidroalcohólico de las diferentes partes de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. "mullaca", se ejecutó por el procedimiento de espectrofotometría de Folin-Ciocalteu establecido por Singleton & Rossi (1965) que constó del siguiente procedimiento:

Curva de calibración

- Para la obtención de la solución patrón de ácido gálico de 800 µg/mL, se pesó 20 mg de ácido gálico.
- Se diluyó en agua destilada y se enrazó con 25 mL de etanol.
- En 8 tubos de prueba se tomó de la dilución patrón de ácido gálico 80 mg/L, 240 mg/L, 480 mg/L, 640 mg/L, 800 mg/L, 960 mg/L, 1120 mg/L y 1180 mg/L respectivamente.
- Se agregó 0,25 mL del reactivo Folin-Ciocalteu en una concentración de 1:10 y se agitó por 5 minutos.
- Se añadió 1,25 mL del reactivo de carbonato de sodio (Na_2CO_3) al 20%.
- Se enrazó con agua destilada y se dejó reaccionar a temperatura ambiente por 40 minutos.
- Finalmente, con un espectrofotómetro se midió la absorbancia a 760 nm.

Preparación de la muestra

- Se midió en una fiola 150 µL de la muestra hidroalcohólica.
- Se adicionó 0,25 mL del reactivo Folin-Ciocalteu en una concentración de 1:10. se agitó durante 5 minutos.
- Seguidamente se adicionó 1,25 mL de la solución de carbonato de sodio (Na_2CO_3) al 20%.
- Se enrazó con agua destilada y se dejó reaccionar a temperatura ambiente por 40 minutos.
- Se realizó la medición de la absorbancia con un espectrofotómetro a 760 nm.
- El contenido de fenoles se expresó en miligramos de equivalentes de ácido gálico (EAG/g).
- Para hallar el valor del contenido de fenoles, se realizó el procedimiento de regresión lineal con las absorbancias obtenidas:

$$y = bx + a$$

Donde:

y= absorbancia

x= concentración µg/mL

a= intersección

b= pendiente

3.4.5. Cuantificación de flavonoides totales por el método de Kostennikova Z

La cuantificación del contenido de flavonoides del extracto hidroalcohólico de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”, fue determinado por el método de Kostennikova Z por espectrofotometría UV/V (Gaitén et al., 2000). Este método se basa en la formación del complejo flavonoide-aluminio en un medio ácido, originando el cambio de color (Sánchez & García, 2022).

Curva de Calibración

- Se midió 2,70 mg de quercetina de grado Q.P y se diluyó con etanol al 80% en proporción conveniente para 10 mL de solución estándar.
- Se extrajo sucesivamente 100 µL, 175 µL, 350 µL y 750 µL de la disolución elaborada anteriormente para luego ser diluido hasta su enrase con alcohol etílico al 80% en fioles de 10 mL x 4.
- La concentración de las soluciones estándares que se obtuvo fue de 2,7; 4,7; 9,5 y 18,9 µg/mL respectivamente.
- Se agregó 200 µL del reactivo acetato de sodio 1M y 200 µL de nitrato de aluminio ($\text{Al}(\text{NO}_3)_3$) al 10% a cada disolución preparada.
- Se dejó en reposo durante 40 minutos, finalmente se realizó la lectura en el espectrofotómetro a 415 nm.

Preparación de la muestra

- Se pesó por triplicado 30,9 mg del extracto hidroalcohólico.
- En tres fioles de 25 mL se realizó la dilución con etanol al 80%.
- Se tomó 0,5 mL de cada preparación y se enrazó 25 mL con etanol al 80%.
- Se extrajo 1 mL de la solución contenida en tres fioles de 10 mL.
- Se agregó a las tres fioles de 10 mL, 200 µL del reactivo acetato de sodio 1M y 200 µL de solución de nitrato de aluminio ($\text{Al}(\text{NO}_3)_3$) al 10 %.
- Se mezcló y se dejó en reposo durante 40 minutos.

- Se llevó a cabo la lectura de la absorbancia a 415 nm de longitud de onda.
- El contenido de flavonoides se expresó en equivalente de quercetina QE/g.

$$[\text{flavonoides} \frac{\mu\text{L}}{\text{mL}}] = Fc \times \text{Absorb. problema}$$

Donde:

Fc= Concentración del patrón o lectura del patrón (absorbancia)

3.4.6. Tamizaje fitoquímico

Es la producción de diferentes concentrados de las plantas con solventes de diferente polaridad, estos extractos se sometieron a ensayos colorimétricos. En el presente trabajo se realizó el tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca” siguiendo el procedimiento de (Miranda & Cuellar, 2000).

a. Determinación de los compuestos fenólicos y/o taninos (Ensayo de cloruro férrico)

Se tomó 2 mL del extracto alcohólico obtenido y se añadió 3 gotas de tricloruro férrico al 5%, la aparición de un color rojo vino nos indica positivo para los compuestos fenólicos y el color verde intenso la presencia de taninos (Miranda & Cuellar, 2000).

b. Determinación de cumarinas (Ensayo de Baljet)

En un tubo de prueba se adicionó 2 mL de la muestra alcohólica y se le añadió 1 mL de la solución de Baljet, la presencia de la coloración rojo vino y la formación de un precipitado, se considera positivo para cumarinas (Miranda & Cuellar, 2000).

c. Determinación de glicósidos cardiotónicos (Ensayo de Kedde)

Se extrajo un volumen pequeño del extracto hidroalcohólico y se le agregó 1 mL del reactivo Kedde, se dejó reposar de 5 a 10 minutos. La formación del color violáceo nos resulta positivo para glicósidos cardiotónicos (Miranda & Cuellar, 2000).

d. Determinación de Flavonoides (Ensayo de Shinoda)

En un tubo de prueba se agregó 2 mL del concentrado alcohólico obtenido, se adicionó 1mL de la solución de ácido clorhídrico concentrado y una pequeña porción de cinta de magnesio metálico, se dejó en reposo durante 5 minutos y se añadió 1 mL de alcohol amílico. Se combinó las fases que se produjeron al mezclar los compuestos y se dejó en reposo hasta que se separen. La presencia del color amarillo, naranja o rojo se consideró positivo a flavonoides (Miranda & Cuellar, 2000).

e. Determinación de saponinas (Ensayo del peróxido)

Se agregó en un tubo de prueba 3 gotas del extracto alcohólico más 2 gotas de peróxido de hidrógeno, se calentó ligeramente con agitación, se dejó reposar durante 15 minutos. La producción de espuma nos indica positivo para saponinas (Miranda & Cuellar, 2000).

f. Determinación de catequinas

Sobre un papel filtro se adicionó una gota de la muestra hidroalcohólica y se le añadió carbonato de sodio, seguidamente fue introducido a la cámara de luz UV. La observación de una tinción o halo amarillo nos señala la presencia de catequinas (Miranda & Cuellar, 2000).

g. Determinación de aminoácidos y aminos (Ensayo de la Ninhidrina)

Se extrajo un pequeño volumen del concentrado hidroalcohólico y se adicionó 2 mL de la solución ninhidrina al 2% en agua, seguidamente se llevó la muestra a baño María de 5 a 10 minutos. La presencia de una coloración azul violácea se considera positivo a aminoácidos y aminos (Miranda & Cuellar, 2000).

h. Determinación de antraquinonas (Ensayo de Borntrager)

Se tomó una pequeña cantidad del extracto hidroalcohólico y se llevó a baño maría para su evaporación, al residuo obtenido se le adicionó 1 mL de cloroformo y 1 mL de hidróxido de potasio al 5%, se agitó y se dejó reposar hasta la aparición de fases. Si existe la formación del color rojo violáceo en la fase superior, nos indica positivo para antraquinonas (Miranda & Cuellar, 2000).

i. Determinación de alcaloides (Ensayo de Dragendorff)

Se llevó a baño maría el tubo de prueba conteniendo el extracto hidroalcohólico para su evaporación, al residuo obtenido se le adicionó 1 mL de ácido clorhídrico al 1% en agua, seguidamente se le adicionó 3 gotas del reactivo de Dragendorff. La aparición de un tono opalescente se considera (+), turbidez definida (++), precipitado (+++) (Miranda & Cuellar, 2000).

j. Determinación de azúcares reductores (Ensayo de Benedict)

En un tubo de prueba se agregó 2 mL de la muestra alcohólica obtenida, seguidamente se le añadió 2 mL del reactivo Benedict, se llevó a baño maría durante 5 a 10 minutos. La formación de un precipitado rojo ladrillo se consideró positivo a azúcares reductores (Miranda & Cuellar, 2000).

k. Determinación de triterpenos y/o esteroides (Ensayo de Liebermann-Burchard)

En un tubo de prueba se adicionó un pequeño volumen del extracto hidroalcohólico, seguidamente se llevó a baño maría para su evaporación. Al residuo obtenido se le adicionó 1 mL de cloroformo para su disolución, seguidamente se le agregó 1 mL del reactivo anhídrido acético y se mezcló; por la pared del tubo se dejó caer cuidadosamente 2 a 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado, se dejó reposar. Si vira rápidamente se considera positivo, la aparición del color azul- rosado (muy rápido), verde intenso (rápido), verde negruzco (fin de la reacción) (Miranda & Cuellar, 2000).

IV. RESULTADOS

Tabla 2. Contenido de fenoles en las hojas, tallos y raíces de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”.

Órgano de la planta	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio de fenoles (mg GAE/L)
Hojas	24,48	24,50	24,48	24,49
Tallo	23,89	23,91	23,87	23,89
Raíz	24,67	24,69	24,67	24,68

Nota. En la tabla 2 se refleja el contenido de fenoles en *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”, en la que se evidencia mayor presencia de fenoles en la raíz con 24,68 mg GAE/100g, seguido de las hojas 24,49 mg GAE/L y en menor cantidad en el tallo con 23,89 mg GAE/L. Este resultado fue obtenido por el método de espectrofotometría de Folin-Ciocalteu.

Tabla 3. Contenido de flavonoides en las hojas, tallos y raíces de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”.

Órgano de la planta	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio de flavonoides (mg QE/L)
Hojas	4,48	4,52	4,49	4,50
Tallo	2,63	2,65	2,62	2,63
Raíz	4,31	4,34	4,30	4,32

Nota. En la tabla 3 se observa el contenido de flavonoides en *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”, donde las hojas poseen mayor cantidad de flavonoides con 4,50 mg QE/L, seguido de la raíz con 4,32 mg QE/L y en menor proporción el tallo con 2,63 mg QE/L. Este resultado se obtuvo por el método de Kostennikova Z por espectrofotometría UV/V.

Tabla 4. Contenido de calcio en las hojas, tallos y raíces de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”.

Órgano de la planta	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio de calcio (mg/dL)
Hojas	28,33	29,67	27,33	28,44
Tallo	25,0	26,0	24,3	25,10
Raíz	11,67	12,33	11,33	11,78

Nota. En la tabla 4 se plasma los resultados del contenido de calcio de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”, donde se evidencia mayor contenido de calcio en las hojas con 28,44 mg/dL, seguido del tallo con 25,10 mg/dL y en menor proporción en la raíz con 11,78 mg/dL. Este resultado se obtuvo por el método de complexometría con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA).

Tabla 5. Tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólico de las hojas, tallos y raíces de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”.

Ensayos	Metabolitos secundarios	Resultados			Observaciones
		Hoja	Tallo	Raíz	
Cloruro férrico	Compuestos fenólicos y/o taninos	+++	+++	+++	Coloración rojo vino
Baljet	Cumarinas	-	++	+	Coloración rojo vino con precipitado
Kedde	Glucósidos cardiotónicos	-	-	-	Coloración púrpura
Shinoda	Flavonoides	++	+	+	Color amarillo, naranja o rojo
Espuma	Saponinas	-	-	-	Formación de espuma de 2 mm de altura
Determinación de Catequinas	Catequinas	-	-	-	Color verde-amarillo a través de la luz UV
Ninhidrina	Aminoácidos y aminas	+++	++	+++	Color azul violáceo
Borntrager	Antraquinonas	+	+	++	Fase superior de color rojo violáceo
Dragendorff	Alcaloides	+	++	+++	Formación de turbidez y precipitado
Benedict	Azúcares reductores	-	+	+	Formación de un precipitado rojo ladrillo
Liebermann Burchard	Triterpenos y/o esteroides	-	-	+	Color rosado-azul, verde intenso, verde oscuro

Leyenda:

(+++) : Abundante

(++) : Moderado

(+) : Leve

(-) : Ausente

V. DISCUSIÓN

El uso de plantas medicinales se da desde tiempos prehistóricos, las diferentes propiedades que poseen las plantas se debe a los compuestos químicos conocidos como principios activos, el cual actúa de modo específico en el organismo (Khan academy, 2020).

Los fenoles tienen propiedades metabólicas, antioxidantes, antimicrobianas y actúan como agente protector frente a organismos patógenos. Dentro de los efectos benéficos en la salud se le confiere propiedades antiinflamatorias, anticancerígeno, analgésico, anticoagulante, etc. (Vargas & Petricevich, 2018).

En la tabla 2 se observa el contenido de fenoles en *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”, registrando en la raíz 24,68 mg GAE/L; en las hojas 24,49 mg GAE/L y en el tallo 23,89 mg GAE/L. por el método de espectrofotometría de Folin-Ciocalteu. Los resultados plasman mayor cantidad de fenoles en la raíz y hojas. Al respecto Zegarra & Rodríguez (2023) obtuvieron como resultado de su investigación en antocianinas y compuestos fenólicos de *Muehlenbeckia Volcanica* (Benth) en hojas, tallos y frutos (1536,218; 1462,786 y 1501,435 mg GAE/ 100 g de muestra seca respectivamente) coincidiendo de cierta manera los resultados hallados, lo que confiere una alta potencia de compuestos fenólicos. Otro estudio realizado por Navarro (2018) en la misma especie, obtuvo 53,306 mg EAG/ g en extracto seco de la planta entera. Según Cervilla et al. (2012) este metabolito es esencial durante el

crecimiento y reproducción, comprendiendo así la mayor concentración en estos órganos específicos de la planta.

En la investigación que realizó Vázquez (2018) a la especie de *Muehlenbeckia tamnifolia* (Kunth) Meisn a partir de las hojas secas obtuvo como resultado 41,10 g fenoles totales EAG por cada 100 g de extracto seco (41,10 g EAG/100 g e.s). Por otro lado Colina (2016) estudió la especie de *Muehlenbeckia hastulata* (J.E.Sm) I.M Johnst, trabajó con las hojas de la planta, obteniendo como resultado 1,17 mg EAG / 100 g muestra. Existe diferencia en los resultados obtenidos en nuestra investigación. El estrés oxidativo es uno de los factores principales que perjudica las moléculas de los alimentos. Es aquí donde juega un papel importante los antioxidantes (fenoles), el cual evita el deterioro de ciertas sustancias indispensables para el buen funcionamiento bioquímico del organismo. El fenol es un antioxidante que retrasa, previene y anula la oxidación; protegiendo a los humanos de diversas enfermedades, como el cáncer, diabetes, etc. (Vargas & Petricevich, 2018).

En la tabla 3 se plasma el contenido de flavonoides en *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”, se estudió diferentes órganos de la planta como hoja, tallo y raíz teniendo como resultado (4,50 mg QE/L; 2,63 mg QE/L; 4,32 mg QE/L respectivamente). Vázquez (2018) estudió el extracto de las hojas secas de la especie de *Muehlenbeckia tamnifolia* (Kunth) Meisn, obteniendo como resultado 17,97 g de flavonoides totales EQ/100 g de extracto seco, los resultados con nuestra investigación no coinciden al no tratarse de la misma especie estudiada. Colina (2016) realizó la determinación cuantitativa de flavonoides totales en las hojas de la especie de *Muehlenbeckia hastulata* (J.E.Sm) I.M. Johnst obteniendo 1,70 mg EQ / g muestra. En un estudio realizado en la misma especie en Valparaíso-Chile; tuvo como resultado valores mayores. Cabe resaltar que aplicó el método de Dowd adaptado por Arvouet - Grand, A., Vennat, Pourrat, y Legret, P. Los flavonoides son uno de los metabolitos secundarios más importantes del reino vegetal, absorbiendo y reduciendo los efectos nocivos y perjudiciales de los rayos ultravioleta, previniendo así el daño celular de las plantas. Dentro de los beneficios que nos brinda a la salud y bienestar, es el fortalecimiento de las defensas del cuerpo contra las enfermedades e infecciones (Gutiérrez & Sandoval 2024).

Según Jiménez (2021) la ausencia de flavonoides en los vegetales, se vería reflejado por la falta de color de diversas plantas; este problema se evidencia en el metabolismo, falta de protección contra los rayos UV, falta de atracción de insectos que ayuden con la polinización. Dentro de los problemas de salud por deficiencia de flavonoides son la facilidad de la formación de hematomas, hinchazón después de un golpe, sangrado de las encías y nariz, etc.

En la tabla 4 se plasma los resultados del contenido de calcio de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”, obteniendo en las hojas, tallo y raíz (28,44 mg/dL; 25,10 mg/dL y 11,78 mg/dL respectivamente). En otro estudio realizado en el país de Chile por Cordero & Gálvez (2022) concluyeron que los frutos de *Muehlenbeckia hastulata* (Sm.) I.M. Johnst. poseen 54 mg de calcio. Los resultados no coinciden con nuestra investigación debido a que el estudio se llevó a cabo en otro órgano y especie. Acevedo & Cedeño (2009) determinó el contenido de calcio en *Cyphomandra belacea* (berenjenas) obteniendo 23,7 mg; resultando tener una alta cantidad de este elemento, teniendo en cuenta que el autor realizó la determinación con el método complexométrico, el mismo que fue empleado en nuestra investigación. Se concluye que la mullaca posee mayor fuente de calcio que las berenjenas, reflejando que *Muehlenbeckia v.* es una planta con mayor contenido mineral que debe ser aprovechado por el hombre. El calcio juega un papel importante en el metabolismo vegetal, su contenido es esencial para el desarrollo longitudinal y en densidad de los pelos radicales, siendo primordial para la absorción de nutrientes. La deficiencia o disminución del contenido de calcio en una planta, modifica el procedimiento fotosintético, reduciendo la eficacia de la carboxilación, y, por lo tanto, la capacidad fotosintética general, esto afecta la disminución en la producción de la biomasa de las plantas dañadas (Sanz et al., 2001). La absorción del calcio se da por dos mecanismos: el transporte activo dependiente de la vitamina D (ingesta cálcica menor), y el transporte difusible no saturable (ingesta cálcica elevada). El contenido elevado del fósforo en la dieta reduce la absorción cálcica, este procedimiento se ve mediado por el calcitriol (Carral San Laureano et al., 2000). El alto consumo de calcio para la salud no es benéfico, este se ve reflejado en un mayor riesgo de padecer cáncer de próstata y enfermedades cardíacas, como también el mal funcionamiento de los riñones, pérdida de peso, cansancio extremo, entre otros (Ray & Levy, 2023).

En la tabla 5, se observa los resultados del tamizaje fitoquímico cualitativo encontrados en el extracto hidroalcohólico de las hojas, tallos y raíces de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. "mullaca", los metabolitos secundarios encontrados fueron los compuestos fenólicos y taninos, cumarinas, flavonoides, aminoácidos y aminas, antraquinonas, alcaloides. Morante (2014) en su trabajo de tesis realizó el estudio fitoquímico de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. "Tic Tic Quillur" donde encontró diferentes metabolitos secundarios como alcaloides, flavonoides, taninos, compuestos fenólicos; resultando negativo la presencia de saponinas y triterpenos, este último se encontró en nuestra investigación, específicamente en la raíz de manera leve, coincidiendo los resultados de ambos estudios al tratarse de la misma especie. Resultados parecidos se encontró en la investigación de Zegarra & Rodriguez (2023) quienes estudiaron la especie de *M. volcanica* reportando la presencia de metabolitos como los taninos, flavonoides, antocianinas y cumarinas. Por otro lado Rivera (2012) estudió los metabolitos secundarios en las hojas y tallos de la *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl "mullaca", mediante ensayos de identificación (ensayo de Shinoda) donde reportó la presencia de diferentes metabolitos como flavonoides, fenoles y taninos, saponinas, mucílagos. Del mismo modo Colina (2016) analizó fitoquímicamente la especie de *Muehlenbeckia hastulata* encontrando la presencia de saponinas, flavonoides, taninos y antraquinonas, coincidiendo con nuestra investigación, pero resultando negativo la presencia de cumarinas y alcaloides en esta especie, difiriendo con nuestros resultados, esta diferencia estaría orientado a que se analizó una especie diferente de *Muehlenbeckia*.

VI. CONCLUSIONES

1. El contenido de fenoles de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca” presente en las hojas 24,49 mg GAE/L, tallo 23,89 mg GAE/L y raíz 24,68 mg GAE/L.
2. El contenido de flavonoides de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca” presente en las hojas 4,50 mg QE/L, tallo 2,63 mg QE/L y raíz 4,32 mg QE/L.
3. El contenido de calcio de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca” en promedio en las hojas 28,44 mg/dL, tallo 25,10 mg/dL y raíz 11,78 mg/dL.
4. Los metabolitos secundarios presentes en el extracto hidroalcohólico de las hojas, tallos y raíces de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca” en mayor cantidad fueron los compuestos fenólicos y/o taninos, aminoácidos y aminas, alcaloides, flavonoides; en menor proporción, cumarinas, azúcares reductores, triterpenos y/o esteroides.

VII. RECOMENDACIONES

1. Desarrollar investigaciones en *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”, identificando molecularmente los principios bioactivos.
2. Llevar a cabo la identificación de principios bioactivos mediante métodos espectrofotométricos UV, cromatografía de gases y absorción atómica.
3. Desarrollar mayor investigación en la raíz de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca” que, por su difícil recolección y manejo, no es comercializado ni consumido por la población.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, & Cedeño, E. J. (2009). Cuantificación de macronutrientes, Ca, Fe, P y vitamina C, e identificación de vitaminas liposolubles presentes en la parte comestible del fruto maduro de *Cyphomandra belacea* (berenjena o tomate de árbol), procedente del distrito de Huaranchal, provincia de Otuzco, departamento La Libertad.
- Acevedo, M. D. R. B., Soto, E. O. F., Centeno, J. F. P., Merino, E. J. M., Garcia, P. A. C., Jhong, J. J. A. P., & Campos, M. A. V. (2021). "Estudio de Estabilidad de una pomada antiinflamatoria de uso tópico obtenida a partir del extracto etanólico de la *Muehlenbeckia volcanica* (Benth) Endl. (Mullaca)". *Brazilian Journal of Health Review*, 4(4), 14481-14496. <https://doi.org/10.34119/bjhrv4n4-010>
- Aguirre, O. E. R., Guerrero, R. D. T., Beltran, S., Pelaez, J. A. M., & Cardona, W. F. C. (2014). Metabolitos de baja polaridad en hojas de *Muehlenbeckia tamnifolia* (Kunth) Meisn. *Revista de Tecnología (Archivo)*, 13(3), Article 3. <https://doi.org/10.18270/rt.v13i3.1860>
- Ancalla, G., & Flores, C. (2017). Evaluación del efecto antiinflamatorio de *Muehlenbeckia volcanica* Benth. Endlicher (mullaca) en animales de experimentación. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e304d8d0-42b7-4479-94a3-4d52523e046b/content>
- Basurto, L. M., & Ccahuana, L. L. (2023). Actividad antibacteriana *in vitro* del extracto etanólico de las hojas de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. (Mullaca) frente a *Porphyromonas gingivalis* ATCC 33277.
- Bussmann, R. W., & Sharon, D. (2015). Plantas medicinales de los Andes y la Amazonía La Flora mágica y medicinal del Norte del Perú. https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/10/916684/plantas-medicinales-de-los-andes-y-la-amazonia-la-flora-magica-_Qa3dgqr.pdf
- Camasca, A. (2012). Estudio de la demanda y estimación del valor cultural y económico de plantas medicinales comercializadas en la ciudad de Ayacucho.

- https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/03/880039/estudio-de-la-demanda-y-estimacion-del-valor-cultural-y-economi_SKL4uMY.pdf
- Carral San Laureano, F., Oliveira Fuster, G., & Aguilar Diosdado, M. (2000). Homeostasis del calcio, fósforo y magnesio. *Medicina Integral*, 36(7), 261-266.
- Cervilla, L. M., Blasco, B., Rios, J. J., Rosales, M. A., Sánchez-Rodríguez, E., Rubio-Wilhelmi, M. M., Romero, L., & Ruiz, J. M. (2012). Parameters symptomatic for boron toxicity in leaves of tomato plants. *Journal of Botany*, 2012(1), 726206. <https://doi.org/10.1155/2012/726206>
- Chao, M. A., & Chavez Cerna, R. H. (2018). Evaluación del extracto del fruto de mullak'a (*Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl.) sobre las características de calidad de la carne molida de alpaca (*Vicugna pacos*) en refrigeración. <https://1library.co/document/yjkxv8pq-evaluacion-extracto-muehlenbeckia-volcanica-caracteristicas-calidad-vicugna-refrigeracion.html>
- Colina, A. (2016). Análisis fitoquímico, determinación cualitativa y cuantitativa de flavonoides y taninos, actividad antioxidante, antimicrobiana de las hojas de "*Muehlenbeckia hastulata* (J.E.Sm) I.M. Johnst" de la zona de Yucay (Cusco). <https://core.ac.uk/download/pdf/323351821.pdf>
- Condori, M. B., Aro, J. M. A., Cáceres, A. E. M., & Mendoza, J. R. (2020). Determinación de antocianinas y capacidad antioxidante en extractos de (*Muehlenbeckia volcanica*). *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 22(2), Article 2. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.604>
- Cordero, S., & Gálvez, F. (2022). Plantas silvestres comestibles y medicinales de Chile y otras partes del mundo. https://www.curriculumnacional.cl/estudiante/621/articles-254490_recurso_pdf.pdf
- Crucerira, D. C. (2020). Evaluación biológica del extracto de *Muehlenbeckia tamnifolia* (Kunth) Meisn fundamentado en el uso etnobotánico. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18226/1/UPS-QT14330.pdf>
- Dewick, P. M. (2002). Medicinal natural products: A biosynthetic approach (2da Ed). Wiley.
- Díaz, A., & Cayón, G. (2007). Metabolismo del calcio y su relación con la "mancha de madurez" del fruto de banano.

- Escobar, A. (2014). Caracterización química de alcaloides del género *Zephyranthes* sp.
https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/76979/1/caracterizacion_quimica_alcaloides.pdf
- EsSalud, W. (2015). EsSalud recomienda recetas naturales para prevenir infecciones respiratorias | EsSalud. <https://www.essalud.gob.pe/essalud-recomienda-recetas-naturales-para-prevenir-infecciones-respiratorias/>
- Figueroa, B., Ruíz, S., & Gutierrez, A. (2018). Capacidad antioxidante *in vitro* de los flavonoides totales obtenidos del extracto fluido de hojas y tallos de *Baccharis genistelloides*. SCIÉENDO, 21(2), Article 2.
<https://doi.org/10.17268/sciendo.2018.026>
- Gaitén, Y. I. G., Martínez, M. M., Torres, N. V., & Rodríguez, T. (2000). Validación de 2 métodos espectrofotométricos.
- Gutierrez, E., & Sandoval, G. (2024). Los Flavonoides: De Defensores de las Plantas a Aliados de la Salud. <https://ciatej.mx/el-ciatej/comunicacion/Noticias/Los-Flavonoides--De-Defensores-de-las-Plantas-a-Aliados-de-la-Salud/373>
- Harris, D. C. (2007). Análisis químico cuantitativo (Tercera edición). *Editorial Reverté*.
- Huayhuarima, A. (2014). Determinación de las propiedades fisicoquímicas microbiológicas y organolépticas del zumo mix de mullaca (*Muehlenbeckia volcanica*) y naranja (*Citrus sinensis*) edulcorado con stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*)".
- Jimenez, J. (2021). Flavonoides-natura-foundation.pdf.
<https://www.fitoterapia.net/archivos/202104/flavonoides-natura-foundation.pdf?1>
- Khan academy. (2020). Plantas y el ser humano: Medicinales, industria y artesanía.
https://es.khanacademy.org/_render
- Llord, M. L., & Carbajo, D. L. M. (2019). Métodos analíticos para la determinación de antioxidantes en el vino.
- Lock de Ugaz, O. (1994). Investigación fitoquímica: Métodos en el estudio de productos naturales. *Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú*.
- Marcano, D., & Hasegawa, M. (2002). Fitoquímica Orgánica. CDCH UCV.

- Martínez de Victoria, E. (2016). El calcio, esencial para la salud. *Nutrición Hospitalaria*, 33, 26-31. <https://doi.org/10.20960/nh.341>
- Martínez, J., & López, L. X. (2013). Efecto del procesamiento en el contenido de Compuestos Fenólicos y las propiedades antioxidantes de diferentes variedades de Frijol (*Phaseolus Vulgaris* L) Mexicano. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/14379>
- Martínez-Flórez, S., González-Gallego, J., & Culebras, J. M. (2002). Los flavonoides: Propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria*.
- Mellado, M., Madrid, A., Jara, C., & Espinoza, L. (2012). Antioxidant effects of *Muehlenbeckia hastulata* j. (Polygonaceae) extracts. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 57(3), 1301-1304. <https://doi.org/10.4067/S0717-97072012000300022>
- Ministerio del Ambiente. (2016). La Mullaca-*Muehlenbeckia volcanica*. <https://animalesyplantasdeperu.blogspot.com/2008/10/la-mullaca-muehlenbeckia-volcanica.html>
- Miranda, M., & Cuellar, A. (2000). Manual de prácticas de laboratorio: Farmacognosia y productos naturales (1.^a ed.). Ciudad Habana: Universidad de la Habana.
- Morante, M. E. (2014). Efecto cicatrizante de la crema con extracto etanólico de las hojas *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “tic tic quillur” sobre lesiones dérmicas inducidas en ratones. https://intranet.uwiener.edu.pe/univwiener/biblioteca/adquisiciones/nuevas_adquisiciones/tesis/TFYB0323.pdf
- Navarro, A. (2018). “Cuantificación de los compuestos polifenólicos y evaluación de la actividad antioxidante de los extractos hidroalcohólicos de *Anacardium occidentale* L, *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. Y *Gamochaeta purpurea* (L.) Cabrera”. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/9056/Navarro_sa.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Olascuaga, C. K., Castillo Medina, O., Altamirano Sarmiento, D., & Cáceres Andonaire, E. (2024). *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl.: Contenido fenólico y actividad antioxidante de un fruto andino peruano. 49.
- Oregón, C. (2014). Calcio. Linus Pauling Institute. <https://lpi.oregonstate.edu/es/mic/minerales/calcio>

- Ray, A., & Levy, B. (2023). Office of Dietary Supplements—Calcio. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Calcium-DatosEnEspanol/>
- Rivera, J. C. (2012). Determinación de la actividad antipirética del extracto acuoso de las hojas y tallos de la *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl «mullaca». Ayacucho-2010. https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/5022/1/TESIS%20FAR289_Riv.pdf
- Rodríguez, C. (2015). Dureza total en agua con EDTA por volumetría. <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Dureza+total+en+agua+con+EDTA+por+volumetr%C3%ADa.pdf/44525f65-31ff-482e-bbf6-130f5f9ce7c3>
- Rodriguez, C. (2018). Efecto del extracto hidroalcohólico del fruto de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth) Endl. (Mullaca) sobre la glicemia en *Rattus norvegicus* var. *Albinus* con diabetes inducida.
- Salvador, A. (2018). Titulación volumétrica por formación de Complejos. https://fcb.web1.unl.edu.ar/laboratorios/ladaq/wp-content/uploads/2019/10/TP_N6.pdf
- Sánchez, F. L., & García, F. (2022). Fitoquímica: Fitoquímicos y Metabolismo Secundario. Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.
- Sanz, M. A., Blanco, A., Monge, E., & Val, J. (2001). Caracterización de la deficiencia de calcio en plantas de tomate utilizando parámetros fisiológicos.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*. <https://garfield.library.upenn.edu/classics1985/A1985AUG6900001.pdf>
- Theobald, H. E. (2005). Dietary calcium and health. *Nutrition Bulletin*, 30(3), 237-277. <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2005.00514.x>
- Torres, M., Suárez, A., Gilardoni, G., Cartuche, L., Flores, P., & Morocho, V. (2016). Chemical Constituents of *Muehlenbeckia tamnifolia* (Kunth) Meisn (Polygonaceae) and its *in vitro* α -Amilase and α -Glucosidase Inhibitory Activities. *Molecules* (Basel, Switzerland), 21(11), 1461. <https://doi.org/10.3390/molecules21111461>

- Vargas, R. A., & Petricevich, V. L. (2018). Importancia biológica de los compuestos fenólicos. *Inventio, la génesis de la cultura universitaria en Morelos*, 14(34), 33-38.
- Vázquez, J. (2018). Desarrollo de formulaciones farmacéuticas microencapsuladas con propiedades antiinflamatorias y antioxidantes a partir de extractos de la planta *Muehlenbeckia tamnifolia* (Kunth) Meisn. Universidad Técnica De Ambato.
- Vega, J., Vásquez, C., Vega, J. L., & Idárraga, Á. (2015). Los secretos de las plantas 50 plantas medicinales en su huerta. https://movil.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/aprendere_ncasa/secretos-para-contar/plantas-medicinales.pdf
- Viña, S. Z., & Ringuelet, J. A. (2013). *Compuestos Fenólicos*. Libros de Cátedra.
- Zegarra, R. B., & Rodriguez, J. F. B. (2023). Cuantificación de Antocianinas y Compuestos Fenólicos en *Muehlenbeckia volcanica* (Bentham) Endlicher (Mullaca)-Recuay, Ancash. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 7711-7726. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7518

ANEXOS

Anexo 1. Constancia de la identificación taxonómica de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CONSTANCIA N° 034-USM-MHN-2024

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 **Jhoselin Pérez Huamán**, estudiante de pregrado de la Universidad San Cristóbal de Huamanga ha sido estudiada y clasificada como: *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Caryophyllales Juss. ex Bercht. & J. Presl

FAMILIA : Polygonaceae Juss.

GÉNERO : *Muehlenbeckia* Meisn.

ESPECIE : *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl.

Nombre vulgar: “Mullaca”

Procedencia: Huamanga, 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, 01 de marzo de 2024

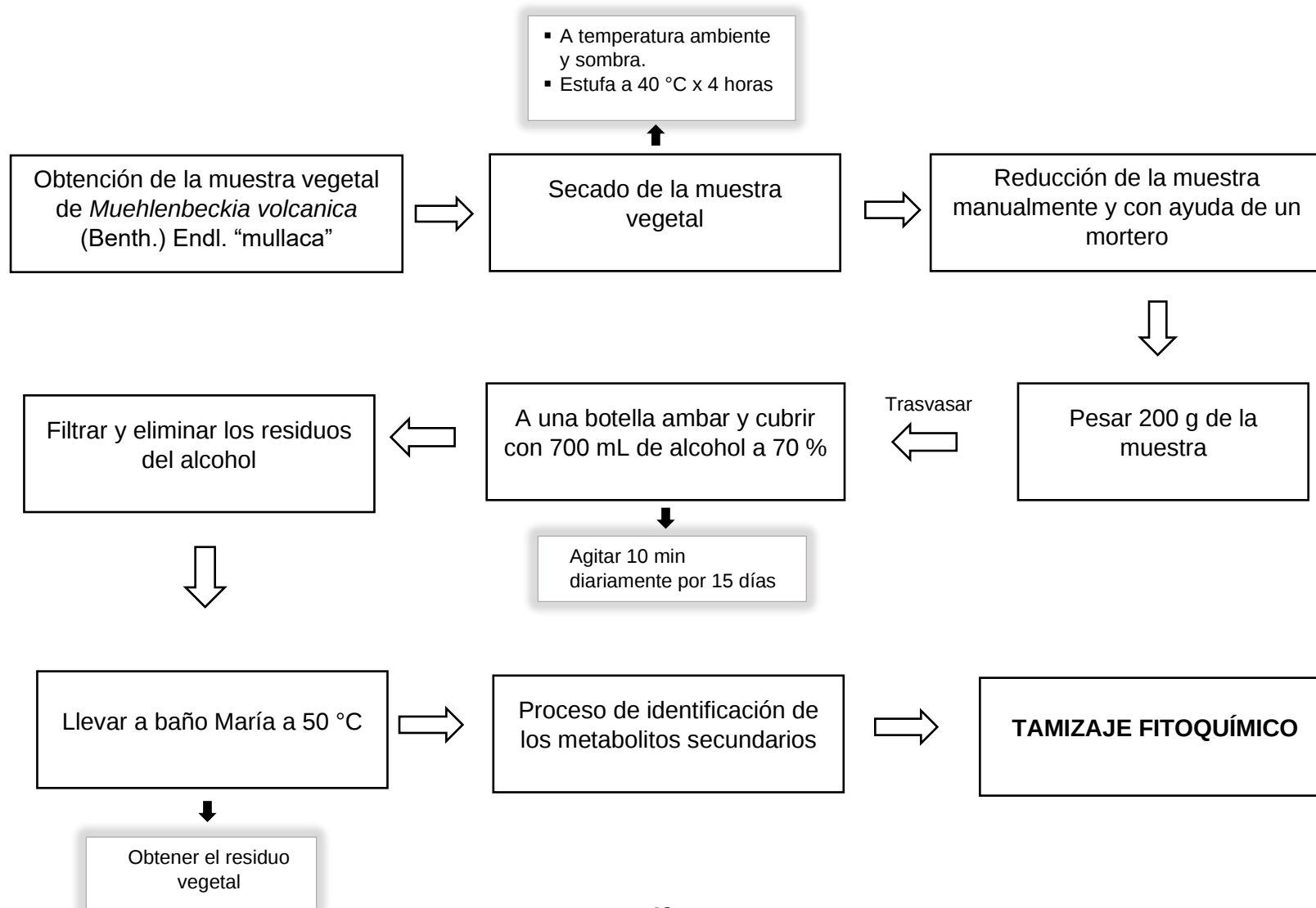
Dra. Joaquina Albán Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

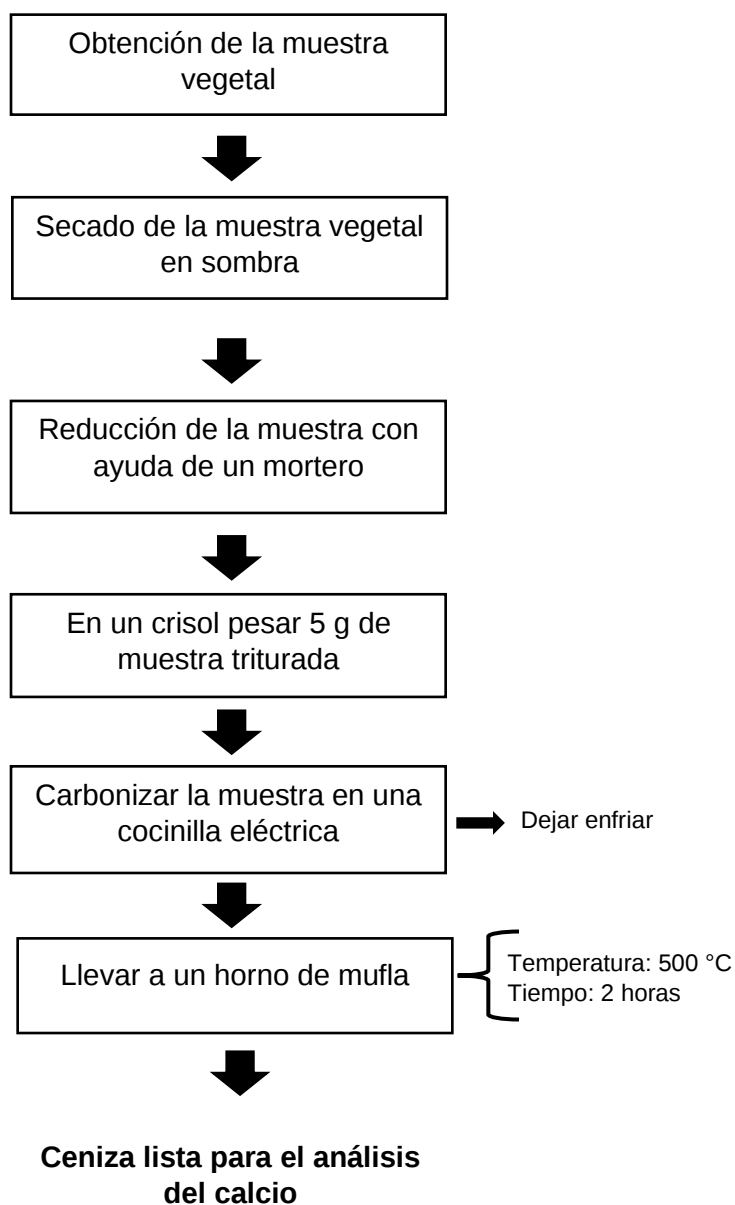
Anexo 2. Secado de la muestra recolectada de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”.



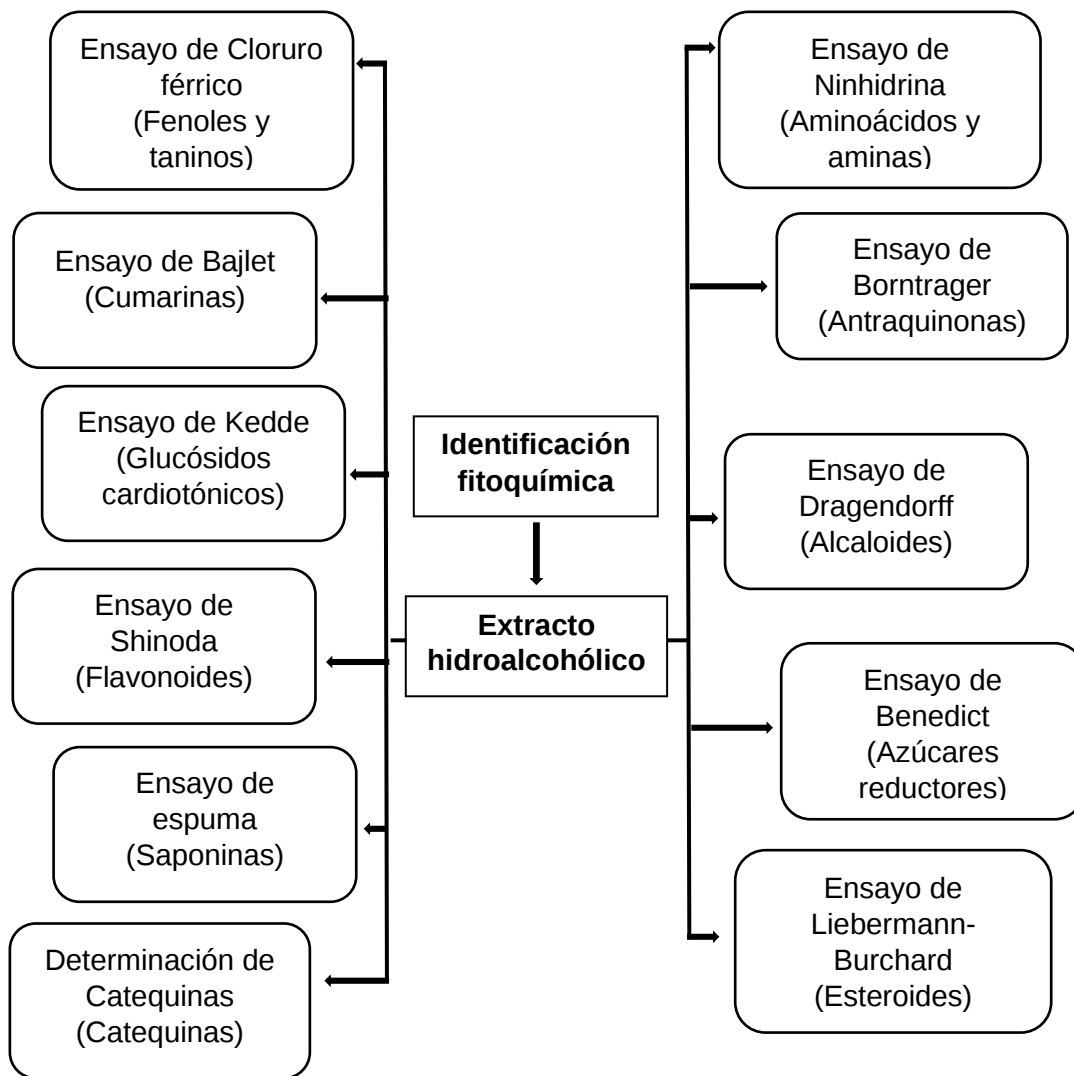
Anexo 3. Flujograma de la obtención del extracto hidroalcohólico de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”.



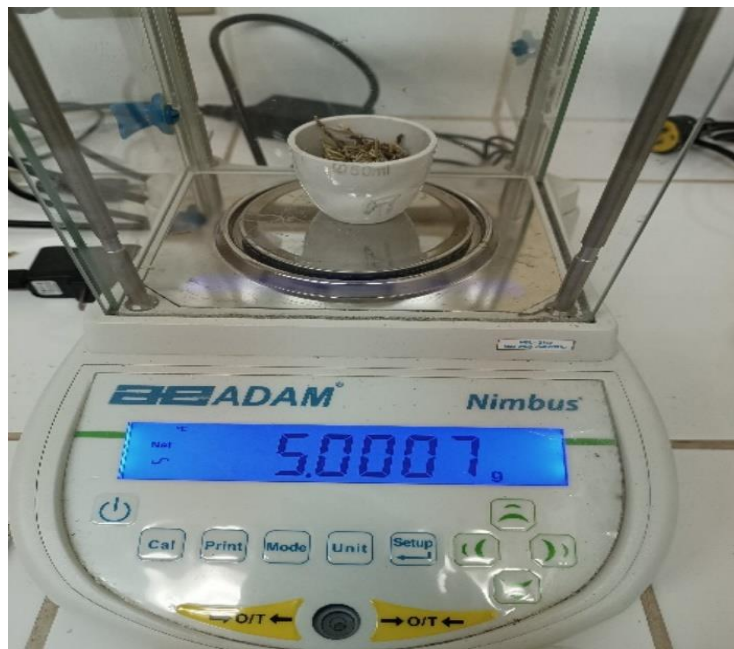
Anexo 4. Flujograma del pre tratamiento para la obtención de ceniza de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca” para la cuantificación de calcio.



Anexo 5. Flujograma de la identificación fitoquímica del extracto hidroalcohólico de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”.



Anexo 6. Pre tratamiento de la muestra para la obtención de ceniza de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca” para la cuantificación de calcio.



Anexo 7. Flujograma de la cuantificación del contenido de fenoles totales de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca” por el método de espectrofotometría de Folin-Ciocalteu.

Curva de calibración



se pesó 20 mg de ácido gálico y disolvió en agua destilada; se enrazó en un volumen de 25 mL con etanol.



Se obtuvo concentraciones 80, 240, 480, 640, 800, 960, 1120 y 1180 mg/L

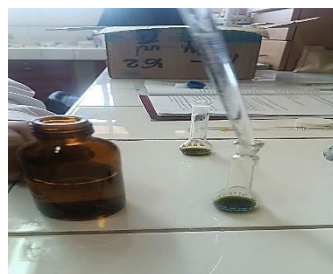
Agregar:

Folin-Ciocalteu: 0,25 mL
(Na_2CO_3) al 20%: 1,25 mL

Preparación de la muestra



Se tomó 150 μL de la muestra hidroalcohólica.



Se agregó 0,25 mL del reactivo Folin ciocalteu y 1,25 mL de carbonato de sodio.



Enrazar con agua destilada y dejar reposar por 40 minutos.



Se realizó la lectura de la absorbancia a 760 nm.

Anexo 8. Flujograma de la Cuantificación de flavonoides totales de las hojas, tallo y raíz de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.)
Endl. “mullaca” por el método de Kostennikova Z

Curva de calibración

Se midió 2,70 mg de quercetina y diluyó con alcohol al 80%



Se tomó 100 μ L, 175 μ L, 350 μ L y 750 μ L de quercetina Q.P Sucesivamente.



Se diluyó y enrasó con alcohol etílico al 80 %.



Concentraciones de 2,7 μ g/mL; 4,7 μ g/mL; 9,5 μ g/mL; y 18,9 μ g/mL

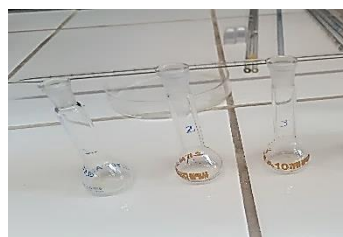
Agregar:

Acetato de sodio 1M: 200 mL
Nitrato de aluminio 10%: 200 mL

Preparación de la muestra



Se tomó 0,5 mL del extracto hidroalcohólico y se enrasó 25 mL con etanol al 80%.



Se tomó 1 mL de la muestra anterior.



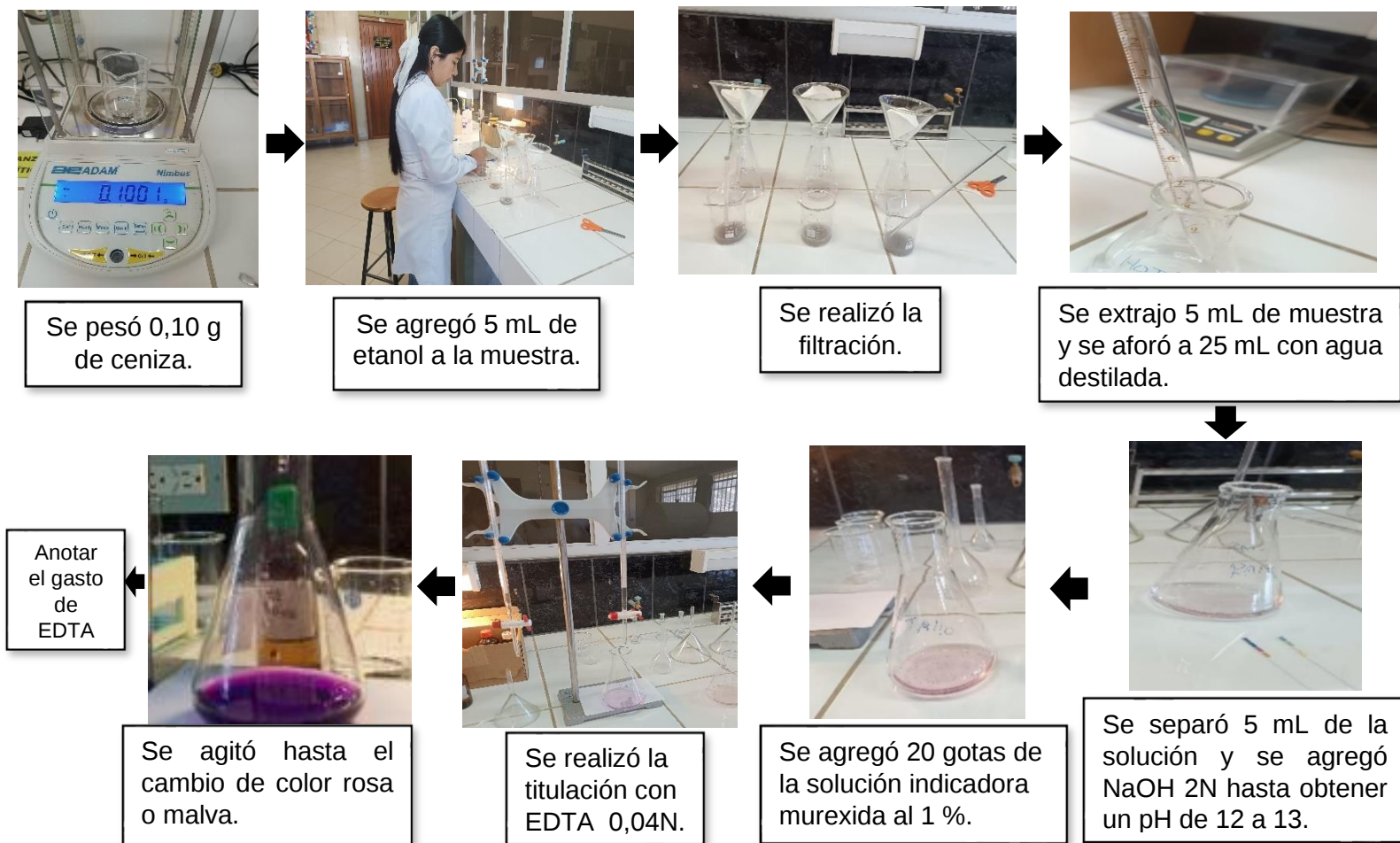
Mezclar y reposar por 40 minutos

Se agregó 200 μ L de acetato de sodio 1M y 200 μ L de nitrato de aluminio 10%.

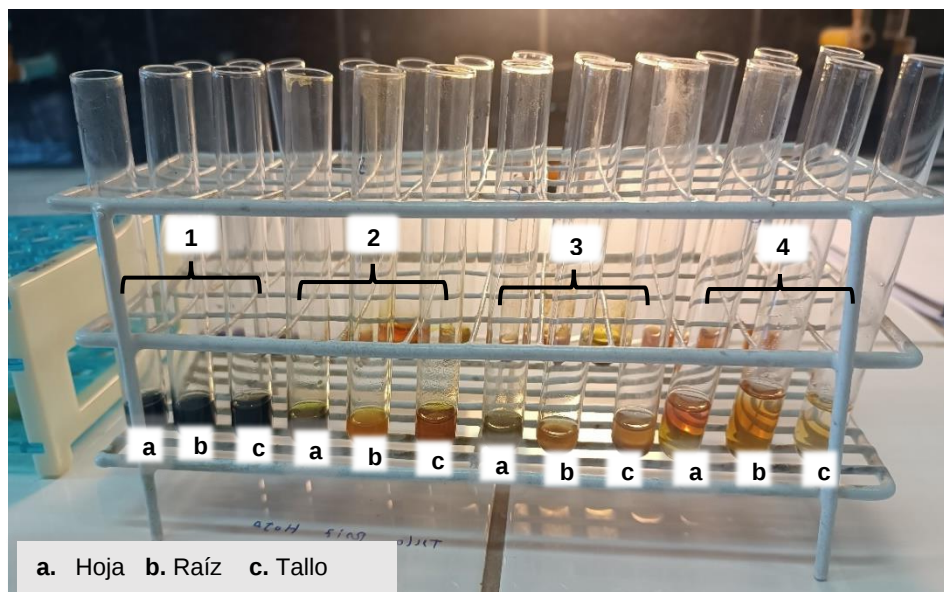


Leer la absorbancia a 415 nm.

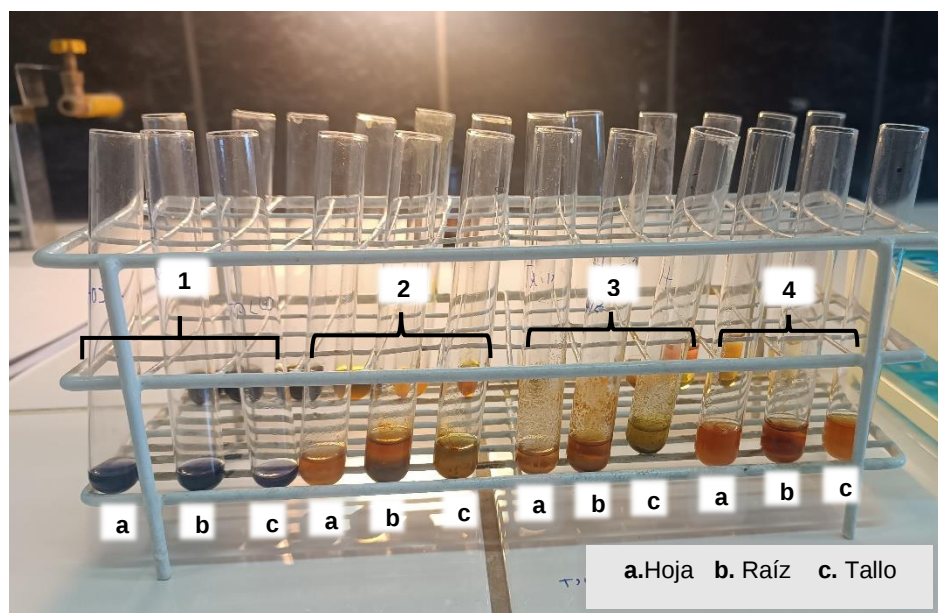
Anexo 9. Flujograma de la cuantificación de calcio de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca” por el método de complexometría de EDTA



Anexo 10 a. Resultados del tamizaje fitoquímico realizado del extracto hidroalcohólico de las hojas, tallo y raíz de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”

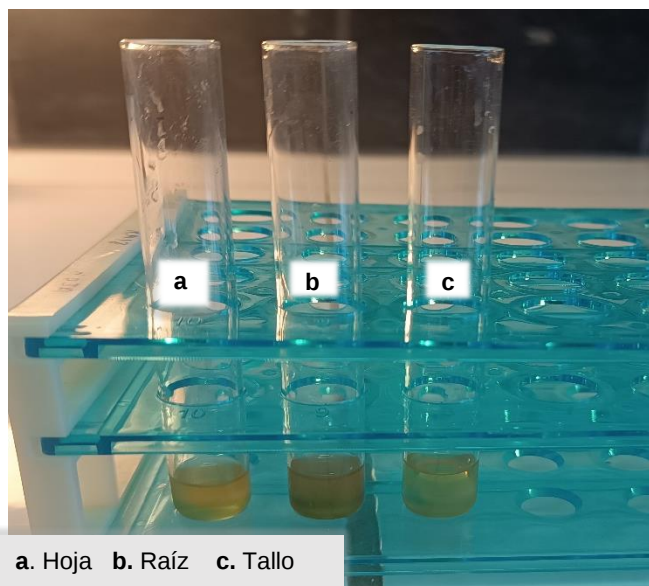


Tubos: 1. Cloruro férrico a. (+++) b. (+++) c. (+++); 2. Baljet a. (-) b. (+) c. (++); 3. Kedde a. (-) b. (-) c. (-); 4. Shinoda a. (++) b. (+) c. (-)



Tubos. 1. Aminoácidos a. (+++) b. (+++) c. (++) ; 2. Borntrager a. (+++) b. (+++) c. (+++); 3. Benedict a. (-) b. (+) c. (+); 4. Dragendorff a. (+) b. (+++) c. (++)

Anexo 10 b. Resultados del tamizaje fitoquímico realizado del extracto hidroalcohólico de las hojas, tallo y raíz de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. "mullaca"

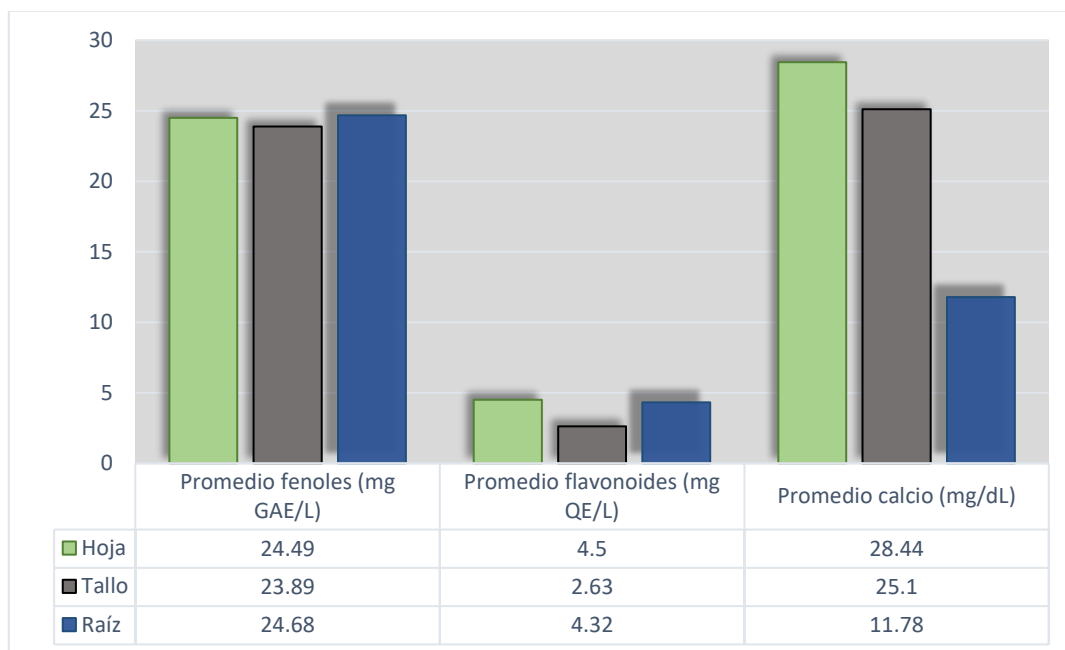


Tubos: Ensayo de Liebermann-Burchard a. (-) b. (++) c. (-)

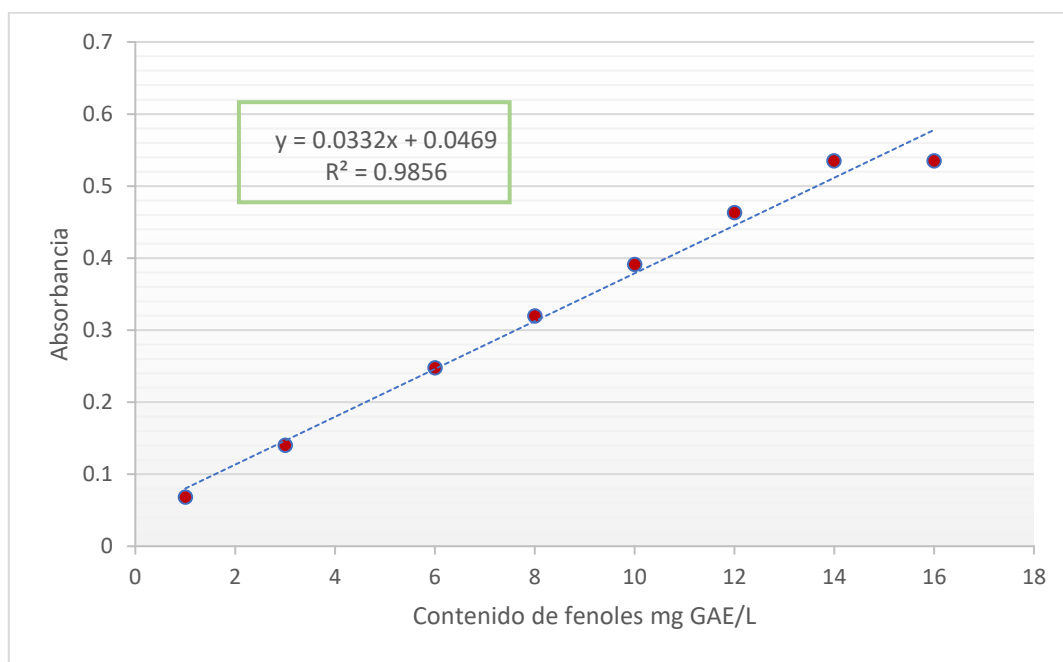


Determinación de catequinas observado en la luz UV (negativo)

Anexo 11. Promedio de los resultados obtenidos de las pruebas de fenoles, flavonoides y calcio en hoja, tallo y raíz de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”.

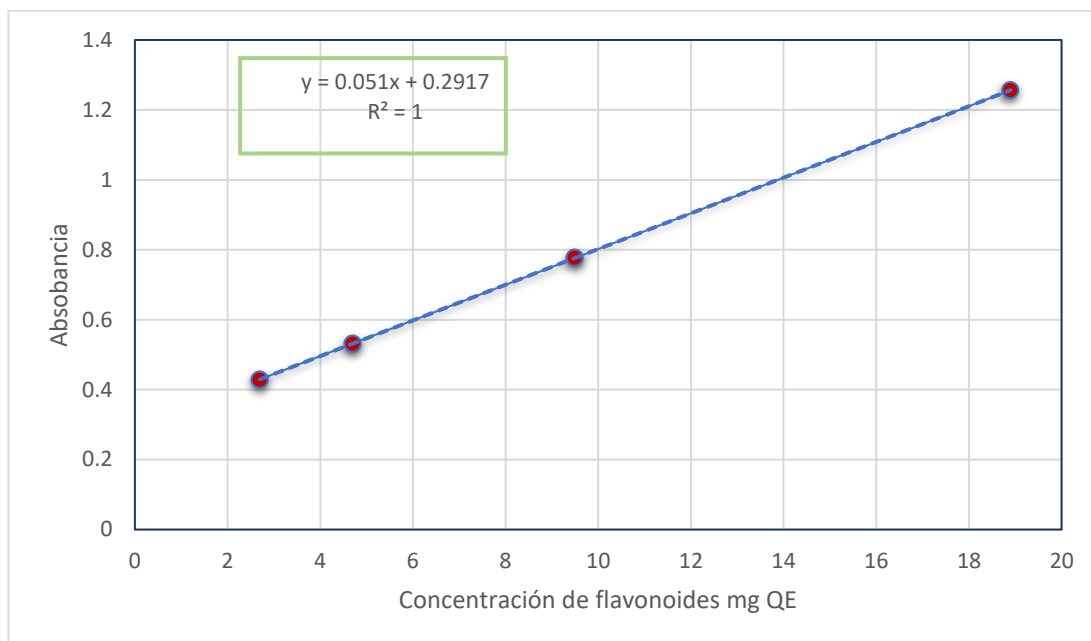


Anexo 12. Curva de calibración de las absorbancias y la concentración de fenoles (mg GAE/L)



Nota. El coeficiente de correlación de Pearson mide la relación o el nivel de asociación entre dos variables cuantitativas. Si el coeficiente se aproxima a 1 nos indica una relación fuerte. El resultado obtenido fue de 0.9856, el cual se aproxima a 1, lo que nos indica una relación fuerte entre las variables estudiadas.

Anexo 13. Curva de calibración de las absorbancias y la concentración de flavonoides (mg QE/L)



El coeficiente de correlación de Pearson explica que si el coeficiente se aproxima a 1 existe una relación fuerte. En el anexo 2 se observa el gráfico y el resultado del coeficiente obtenido, siendo 1 el resultado, con lo que se concluye una correlación fuerte entre las variables estudiadas.

Anexo 14. Tabla de conversión y equivalencia de unidades.

Unidad	Equivalencia
1L	1000 mL
	10 dL
	1 kg
	1000 g
0.5 L	500 mL
	5 dL
	0.5 kg
	500 g
0.1 L	100 mL
	1 dL
	0.1 kg
	100 g

Ejemplo de conversión de los resultados obtenidos del contenido de fenoles

Resultado obtenido		Conversiones			
Órgano de la planta	mg/L	mg/g	mg/100 g	mg/dL	mg/mL
Hojas	24,49	0,02449	2,449	2,449	0,024 49
Tallo	23,89	0,02389	2,389	2,389	0,02389
Raíz	24,68	0,02468	2,468	2,468	0,02468

Nota. Nos indica cuántos miligramos de una determinada sustancia está presente en un L, g, dL, mL de una mezcla.

ANEXO 15. Matriz de consistencia

Cuantificación de fenoles, flavonoides y calcio de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. “mullaca”. Ayacucho-2024

PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO		METODOLOGÍA
		TEÓRICO	VARIABLES	
¿Cuál es el contenido de fenoles, flavonoides y calcio de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca”?	Objetivo general: Cuantificar el contenido de fenoles, flavonoides y calcio de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca” Objetivos específicos: - Determinar el contenido de fenoles del extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y raíces de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca” - Determinar el contenido de flavonoides del extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y raíces de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca” - Determinar el contenido de calcio de las hojas, tallos y raíces de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca”. - Realizar el tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólico de hojas, tallos y raíces de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca”.	- Antecedentes - Calcio - <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca” - Principios activos de las plantas medicinales - Compuestos fenólicos - Método de complexometría con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) - Método de espectrofotometría de Folin-Ciocalteu - Método de kostennikova Z	Variable1 Cuantificación de fenoles en hojas, tallos y raíces de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca” Indicadores - Equivalentes de ácido gálico GAE/g Variable 2 Cuantificación de flavonoides en hojas, tallos y raíces de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca” Indicadores - Equivalentes de quercetina QE/g Variable 3 Cuantificación de calcio en hojas, tallos y raíces de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca” Indicadores - meq/L	Tipo de investigación Descriptivo Diseño de investigación No experimental Régimen de la investigación Libre Definición de la muestra Población Plantas de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca” Muestra 3 kg de las hojas, tallos y raíces de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca” Metodología - Recolección de las muestras de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca” - Pre tratamiento de la muestra de <i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl. “mullaca” para la cuantificación de calcio - Cuantificación de calcio por el método complexométrico con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). - Cuantificación de fenoles por el método espectrofotometría de Folin-Ciocalteu - Cuantificación de flavonoides por el método de Kostennikova - Tamizaje fitoquímico Análisis estadístico Para el análisis estadístico se expresó en promedio utilizando la estadística descriptiva por el programa SSPS y representado en tablas y figuras.

**UNSCH**FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. Jhoselin PEREZ HUAMAN
RESOLUCIÓN DECANAL N° 495-2024-UNSCH-FCB-D

En la ciudad de Ayacucho, siendo las diez de la mañana del día miércoles veintisiete de noviembre del año dos mil veinticuatro; se reunieron los miembros del jurado evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, participando como presidente Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista, Dra. Roberta Brita Anaya González (miembro – jurado), Mg. Miriam Moreno Hinojosa (miembro – jurado), Blga. Rosana Luzia Ventura Caveró (miembro – jurado) Dr. Raúl Antonio Mamani Aycachi (miembro – asesor), actuando como secretario docente el Mg. Luis Uriel Moscoso García para presenciar la sustentación de tesis titulada: **Cuantificación de fenoles, flavonoides y calcio en muehlenbeckia volcanica (Benth.) Endl. "mullaca". Ayacucho-2024**; presentado por la **Bach. Jhoselin PEREZ HUAMAN**; el presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio del acto de sustentación, indicando a la sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los miembros del jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó a la sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

Miembros del jurado evaluador	Exposición	Respuesta/preguntas	Promedio
Dra. Roberta Brita ANAYA GONZÁLEZ	17	16	17
Mg. Miriam MORENO HINOJOSA	17	16	17
Blga. Rosana Luzia VENTURA CAVERO	17	16	17
		PROMEDIO	17

La sustentante alcanzó el promedio de 17 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso de la sustentante y el público al Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las once de la mañana con cuarenta minutos; firmando al pie del presente en señal de conformidad.

Dr. Saturnino Martín TENORIO BAUTISTA
Presidente

Dra. Roberta Brita ANAYA GONZÁLEZ
Miembro – Jurado

Mg. Miriam MORENO HINOJOSA
Miembro – Jurado

Blga. Rosana Luzia VENTURA CAVERO
Miembro – Jurado

Dr. Raúl Antonio MAMANI AYCACHI
Miembro – Asesor

Mg. Luis Uriel MOSCOSO GARCÍA
Secretaría docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

Nº 95-2024-FCB-D

Yo, FIDEL RODOLFO MUJICA LENGUA, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Cuantificación de fenoles, flavonoides y calcio en *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. "mullaca". Ayacucho-2024**, por JHOSELIN PEREZ HUAMAN; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 16%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU.

En consecuencia, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 20 de diciembre de 2024.



Dr. Fidel R. Mujica Lengua
DIRECTOR

Cuantificación de fenoles, flavonoides y calcio en Muehlenbeckia volcanica (Benth.) Endl. “mullaca”. Ayacucho-2024 *por* JHOSELIN PEREZ HUAMAN

Fecha de entrega: 19-dic-2024 12:26p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2556122584

Nombre del archivo: PEREZ_HUAMAN-Jhoselin-pregrado-2024_TURNITIN_1.pdf (751.03K)

Total de palabras: 10153

Total de caracteres: 55070

Cuantificación de fenoles, flavonoides y calcio en Muehlenbeckia volcanica (Benth.) Endl. "mullaca". Ayacucho-2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	14%	1%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	7%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	hemeroteca.unad.edu.co Fuente de Internet	1%
6	qdoc.tips Fuente de Internet	1%
7	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	1%
8	www.scielo.org.pe Fuente de Internet	<1%

9

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

10

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

11

Submitted to Universidad Católica de Santa
María

Trabajo del estudiante

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo