

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**



**INFLUENCIA DE LAS GRADIENTES ALTITUDINALES SOBRE LOS
COMPUESTOS BIOACTIVOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE *Dracontium
plowmanii* (JERGÓN SACHA), HUÁNUCO Y SAN MARTÍN, PERÚ**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

PRESENTADO POR:

ROINER ESTALYN MARGARIN HERRERA

Tingo María – Perú

2025



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 083-2025-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 30 de junio de 2025, a horas 4:13 p.m. en la Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para calificar la tesis titulada:

“INFLUENCIA DE LAS GRADIENTES ALTITUDINALES SOBRE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE *Dracontium plowmanii* (JERGÓN SACHA), HUÁNUCO Y SAN MARTÍN, PERÚ”

Presentado por el Bachiller: **MARGARIN HERRERA, ROINER ESTALYN**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“EXCELENTE”**.

En consecuencia, la sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 17 de julio de 2025

Ph. D. LUIS ALBERTO VALDIVIA ESPINOZA
PRESIDENTE

Ph. D. VICENTE S. POCOMUCHA POMA
MIEMBRO



Dr. PERCI PETER COAGUILA RODRIGUEZ
MIEMBRO

Dr. YTAVCLERH VARGAS CLEMENTE
ASESOR

Ing. DARLYM REATEGUI DIAZ
ASESOR

Ing. FRITS PALOMINO VERA
ASESOR



“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 254 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería en Recursos Naturales Renovables

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
INFLUENCIA DE LAS GRADIENTES ALTITUDINALES SOBRE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE <i>Dracontium plowmanii</i> (JERGÓN SACHA), HUÁNUCO Y SAN MARTÍN, PERÚ	ROINER ESTALYN MARGARIN HERRERA	13 % Trece

Tingo María, 30 de julio de 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomas Menacho Mallqui
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES



TESIS

Universidad	: Universidad Nacional de la Selva
Facultad	: Facultad de Recursos Naturales Renovables
Escuela	: Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables
Título	: Influencia de las gradientes altitudinales sobre los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de <i>Dracontium plowmanii</i> (jergón sacha), Huánuco y San Martín, Perú.
Autor	: Roiner Estalyn Margarin Herrera
Asesores	: 1. Dr. Ytavclerh Vargas Clemente 2. Ing. Darlym Reategui Diaz 3. Ing. Frits Palomino Vera
Objetivo general	: Determinar la influencia de las gradientes altitudinales en el contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de plantas de <i>Dracontium plowmanii</i> , Huánuco y San Martín, Perú.
Programa de investigación	: Valorización de la biodiversidad, recursos naturales y biotecnología
Línea de investigación	: Biodiversidad de plantas medicinales
Eje temático	: Componentes activos de plantas medicinales nativas
Lugar de ejecución	: Tingo María
Duración del trabajo	: Fecha de inicio: 18/07/2024 Fecha de término: 20/02/2025
Financiamiento	: Propio(X) FEDU(X) Externo ()
Presupuesto	: S/ 10 286,10

Tingo María – Perú

2025



VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION

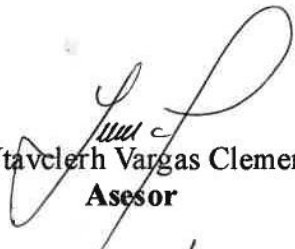
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE Y TESISISTA
(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)

I. Datos Generales de Pregrado

Universidad	:	Universidad Nacional de la Selva
Facultad	:	Facultad de Recursos Naturales Renovables
Título de tesis	:	Influencia de las gradientes altitudinales sobre los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de <i>Dracontium plowmanii</i> (jergón sachá), Huánuco y San Martín, Perú.
Autor	:	Roiner Estalyn Margarin Herrera
Asesores de tesis	:	1. Dr. Ytavclerh Vargas Clemente 2. Ing. Darlym Reategui Diaz 3. Ing. Frits Palomino Vera
Escuela profesional	:	Recursos Naturales Renovables
Programa de investigación	:	Valorización de la biodiversidad, recursos naturales y biotecnología.
Línea de investigación	:	Biodiversidad de plantas medicinales.
Eje temático	:	Componentes activos de plantas medicinales nativas.
Lugar de ejecución	:	Tingo María
Duración	:	Inicio : 18/07/2024 Término : 20/02/2025
Financiamiento	:	FEDU : S/ 0,00 Propio : S/ 10 286,10 Otros : S/ 0,00

Tingo María, Perú, 2025.


Bach. Roiner Estalyn Margarin Herrera
Tesisista


Dr. Ytavclerh Vargas Clemente
Asesor


Ing. Frits Palomino Vera
Asesor


Ing. Darlym Reategui Diaz
Asesor

DEDICATORIA

A mi padre Victor Jesus Margarin Avila y madre Noemi Gisela Herrera Arteaga, por la formación que me brindaron, por ser mi soporte en cada momento, su atención y agradecerles por sus consejos constantes que me ayudaron a alcanzar mi desarrollo en mi carrera profesional.

A mis hermanos, Wincler Jairo Margarin Herrera y Nayeli Yaritza Margarin Herrera, por su afecto, cariño, apoyo, motivación, amor incondicional y por ser mi fuente de inspiración en todo este proceso.

A mis mentores y profesores, por transmitirme sus conocimientos y apoyo que fueron esenciales en este largo proceso. Su influencia ha sido clave en mi desarrollo como investigador y como persona.

A Dios, por guiarme en todo este proceso de mi vida desde la universidad hasta ahora, llenándome de salud, bienestar y amor eterno; permitiéndome realizar esta investigación.

A todas las personas que, con su apoyo y afecto han hecho posible que alcance este logro. Esta investigación es el resultado del esfuerzo, dedicación y el apoyo de quienes contribuyeron grandemente.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser mi guía constante en cada paso de este proceso, por otorgarme salud, fortaleza, paz y amor incondicional, que me han sostenido en los momentos más desafiantes.

A mi alma mater Universidad Nacional Agraria de la Selva y a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables por la formación académica y los valores que me inculcaron a lo largo de mi desarrollo profesional.

A mis asesores, Dr. Ytavclerh Vargas Clemente, Ing. Darlym Reategui Diaz, Ing. Frits Palomino Vera por compartir sus conocimientos de los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante con respecto a las gradientes altitudinales y por su constante apoyo durante el desarrollo de esta investigación.

A mi jurado de tesis Ph. D. Luis Alberto Valdivia Ezpinoza, Ph. D. Vicente Serapio Pocomucha Poma, Dr. Perci Peter Coaguila Rodriguez, expreso mi gratitud por su interés y contribuciones para enriquecer mi investigación, así como por la formación académica que me proporcionaron a lo largo de estos años de estudio.

A la Ing. Sissy Meryll Pérez Peláez, por su apoyo, conocimiento y amistad durante la ejecución de la investigación.

Al Sr. Santos Moran quien me brindó su valioso apoyo en el acceso, interpretación y análisis de los datos climáticos proporcionados por las estaciones meteorológicas de las regiones.

A mi familia por ser mi pilar fundamental. Gracias por su amor, paciencia, comprensión y motivación inquebrantable, por cada palabra de aliento y cada gesto de apoyo han sido una fuente inagotable de energía para seguir adelante.

A mis compañeros, grupo de investigación y amigos, quienes con su compañía, apoyo y palabras de ánimo hicieron posible este proceso.

A los señores Antero Margarin, Facundo Paredes, Elmer Cordova, Emiliano Claudio, Ruswell Chaupis, Eliasar, Pedro Zuñiga, Julian Alvarez por permitirme extraer las plantas de Jergón sacha para desarrollar esta investigación.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron a la realización de este trabajo. Su ayuda, por más pequeña que haya parecido, marcó una gran diferencia en este proyecto.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Marco teórico.....	4
2.1.1. Características del <i>D. plowmanii</i>	4
2.1.2. Características de la planta del <i>D. plowmanii</i>	6
2.1.3. Corredor biológico.....	8
2.1.4. Importancia de la presencia de compuestos bioactivos	8
2.1.5. Principales grupos de compuestos bioactivos.....	9
2.1.6. Polifenoles	9
2.1.7. Extracción y cuantificación de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante.....	12
2.1.8. Aspectos fitoquímicos del género <i>Dracontium</i>	13
2.2. Marco conceptual.....	13
2.2.1. Compuestos bioactivos	13
2.2.2. Capacidad antioxidante.....	13
2.2.3. Fenoles	13
2.2.4. Flavonoides.....	14
2.2.5. Gradientes altitudinales.....	14
2.2.6. Jergón sacha.....	14
2.3. Estado del arte.....	14
2.3.1. Internacional	14
2.3.2. Nacional.....	21
2.3.3. Regional	21
2.3.4. Local	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1. Lugar de ejecución.....	23
3.1.1. Ubicación geográfica	23
3.1.2. Ubicación política	24
3.1.3. Parámetros meteorológicos.....	24

3.2. Material y métodos	26
3.2.1. Materiales y equipos	26
3.2.2. Metodología.....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. Cuantificación de fenoles y flavonoides totales en el parénquima vascular de reserva, peridermis, peciolo y lámina foliar de <i>D. plowmanii</i>	34
4.1.1. Cuantificación de fenoles totales	34
4.1.2. Cuantificación de flavonoides totales	38
4.2. Cuantificación de la capacidad antioxidante en el parénquima vascular de reserva, peridermis, peciolo y lámina foliar de <i>D. plowmanii</i>	41
4.2.1. Evaluación de la capacidad antioxidante	41
4.3. Influencia de las gradientes altitudinales en el contenido de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante en el parénquima vascular de reserva, peridermis, peciolo y lámina foliar de <i>D. plowmanii</i>	43
V. CONCLUSIONES	48
VI. PROPUESTAS A FUTURO	49
VII. REFERENCIAS	50
Anexos.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Coordenadas UTM (Datum WGS 84, UTM) de los puntos de colección de plantas de <i>D. plowmanii</i>	23
2. Ubicación política de las localidades de donde se colectaron las plantas de <i>D. plowmanii</i>	24
3. Parámetros meteorológicos de las localidades de donde se colectaron las plantas de <i>D. plowmanii</i> , 2024.	24
4. Fenoles totales de plantas de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	34
5. Flavonoides totales de plantas de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	38
6. Capacidad antioxidante (DPPH) de diferentes partes vegetativas de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	41
7. ANVA de los fenoles totales en el parénquima vascular de reserva de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	43
8. ANVA de los flavonoides totales en el parénquima vascular de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	43
9. ANVA de la capacidad antioxidante en el parénquima vascular de reserva de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	44
10. ANVA de los fenoles totales en el peridermis de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	44
11. ANVA de los flavonoides totales en el peridermis de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	44
12. ANVA de la capacidad antioxidante en el peridermis de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	45
13. ANVA de los fenoles totales en el peciolo de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	45
14. ANVA de los flavonoides totales en el peciolo de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	45
15. ANVA de la capacidad antioxidante en el peciolo de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	46

16.	ANVA de los fenoles totales en la lámina foliar de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	46
17.	ANVA de los flavonoides totales en la lámina foliar de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	46
18.	ANVA de la capacidad antioxidante en la lámina foliar de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	47
19.	Matriz de consistencia.	61
20.	Características climáticas de las estaciones meteorológicas de las zonas de estudio del 2024.	62
21.	Ficha de campo.	63
22.	Lectura de absorbancias en las concentraciones de trabajo para la curva estándar de fenoles totales.	63
23.	Lectura de absorbancias en las concentraciones de trabajo para la curva estándar de flavonoides totales.	64
24.	Lectura de absorbancias en las concentraciones de trabajo para la curva estándar del radical libre DPPH.	65
25.	Cuantificación de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante en base a 100 g de muestra de partes vegetativas de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	66
26.	Estadígrafos de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante en el parénquima vascular de reserva de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	67
27.	Estadígrafos de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante en la peridermis de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	68
28.	Estadígrafos de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante en el peciolo de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	69
29.	Estadígrafos de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante en la lámina foliar de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Partes vegetativas del <i>D. plowmanii</i>	7
2. Puntos de muestreo en las localidades de donde se colectaron las plantas de <i>D. plowmanii</i>	25
3. Partes vegetativas de <i>D. plowmanii</i> para la obtención de harina.	27
4. Flujograma del proceso para la obtención de los extractos de <i>D. plowmanii</i>	28
5. Flujograma del procesamiento de cuantificación de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante de <i>D. plowmanii</i>	30
6. Fenoles totales de plantas de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.	35
7. Flavonoides totales de plantas de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.....	39
8. Capacidad antioxidante (DPPH) de diferentes partes vegetativas de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes.....	42
9. Curva de calibración con ácido gálico para el análisis de fenoles totales.	64
10. Curva de calibración con catequina para el análisis de flavonoides totales.	65
11. Curva de calibración con trolox para el análisis de la capacidad antioxidante.	65
12. Constancia de determinación taxonómica de <i>D. plowmanii</i> (jergón sachá).....	71
13. Constancia de determinación taxonómica de <i>D. plowmanii</i> (jergón sachá).....	72
14. Constancia del BIOCENTRO de los análisis de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante (DPPH) de las partes vegetativas de <i>D. plowmanii</i>	73
15. Constancia de corrección ortográfica.	74
16. Búsqueda de las plantas de <i>D. plowmanii</i>	75
17. Planta de <i>D. plowmanii</i> en la gradiente altitudinal de 1 250 a 1 500 m s. n. m. en el centro poblado San Pedro de Pacchaj.....	75

18.	Planta de <i>D. plowmanii</i> en la gradiente altitudinal de 1 250 a 1 500 m s. n. m. en el centro poblado Bejucal sector Puente Moena.....	76
19.	Muestra de <i>D. plowmanii</i> recolectada en la gradiente altitudinal de 1 250 a 1 500 m s. n. m. para su envío y determinación taxonómica al Herbario Selva Central Oxapampa (HOXA) - Jardín Botánico de MISSOURI.	76
20.	Cormo de <i>D. plowmanii</i> de la gradiente altitudinal de 1 250 a 1 500 m s. n. m.....	77
21.	Planta de <i>D. plowmanii</i> en la gradiente altitudinal de 750 a 1 000 m s. n. m. en el caserío La Merced de Locro.	77
22.	Planta de <i>D. plowmanii</i> en la gradiente altitudinal de 750 a 1 000 m s. n. m. en el caserío Chontayacu.....	78
23.	Planta de <i>D. plowmanii</i> en la gradiente altitudinal de 750 a 1 000 m s. n. m. en el caserío Julio Cesar Tello.....	78
24.	Muestra de <i>D. plowmanii</i> recolectada en la gradiente altitudinal de 750 a 1 000 m s. n. m. para su envío y determinación taxonómica al Herbario Selva Central Oxapampa (HOXA) - Jardín Botánico de MISSOURI.	79
25.	Planta de <i>D. plowmanii</i> en la gradiente altitudinal de 250 a 500 m s. n. m. en el centro poblado Nuevo Jaen.....	79
26.	Planta de <i>D. plowmanii</i> en la gradiente altitudinal de 250 a 500 m s. n. m. en el caserío Nueva Libertad.	80
27.	Lámina foliar de <i>D. plowmanii</i> en la prensa botánica de la gradiente altitudinal de 250 a 500 m s. n. m. en el caserío Nueva Libertad.....	80
28.	Planta de <i>D. plowmanii</i> en la gradiente altitudinal 250 a 500 m s. n. m. en el centro poblado Jorge Chavez.....	81
29.	Muestra de <i>D. plowmanii</i> recolectada en la gradiente altitudinal de 250 a 500 m s. n. m. para su envío y determinación taxonómica al Herbario Selva Central Oxapampa (HOXA) - Jardín Botánico de MISSOURI.	81
30.	Pesado de la muestra de <i>D. plowmanii</i>	82
31.	Muestras de <i>D. plowmanii</i> embolsadas en papel Kraft.	82
32.	Secado de las muestras de <i>D. plowmanii</i> en estufa a temperatura de 50°C.	83
33.	Secado del parénquima vascular de reserva de <i>D. plowmanii</i> en la estufa a temperatura de 50°C.	83
34.	Harina de <i>D. plowmanii</i> en frascos de vidrio.	84
35.	Pesado de la harina de <i>D. plowmanii</i> para la preparación de los extractos.	84

36.	Pesado de la harina de <i>D. plowmanii</i> para la preparación de los extractos.	85
37.	Preparación de los extractos.	85
38.	Preparación de los reactivos.	86
39.	Visita al BIOCENTRO por parte de los miembros del jurado calificador.	86
40.	Visita al BIOCENTRO por parte de los miembros del jurado calificador.	87

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo determinar la influencia de los gradientes altitudinales en el contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de plantas de *D. plowmanii*, Huánuco y San Martín, Perú. Las plantas de *D. plowmanii* se recolectaron de tres altitudinales de 250 a 500, 750 a 1 000 y 1 250 a 1 500 m s. n. m. y se extrajeron muestras de las diferentes partes vegetativas como parénquima vascular de reserva, peridermis, peciolo y lámina foliar, en el BIOCENTRO de la UNAS y fueron deshidratadas a 50 °C y molidas. Se preparó extractos hidroalcohólicos acidificados y se cuantificaron los fenoles totales mediante el método de Folin-Ciocalteu, flavonoides totales por espectrofotometría y la capacidad antioxidante mediante DPPH⁺. Los resultados indican variaciones en el contenido de fenoles totales entre 0,75 y 2,34 g EAG/100g, en flavonoides 0,45 a 0,75 g EC/100g y la capacidad antioxidante 22,47 a 78,72 mMol ET/100g. Se concluye que existe influencia de los gradientes altitudinales en el contenido de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidantes en las diferentes partes vegetativas de *D. plowmanii*.

Palabras clave: Capacidad antioxidante, compuestos bioactivos, fenoles, flavonoides y jergón sacha.

ABSTRACT

The objective of the study was to determine the influence of the altitudinal gradients on the bioactive compound content and the antioxidant capacity of *D. plowmanii* plants in Huánuco and San Martín, Peru. The *D. plowmanii* plants were collected at three altitudes of 250 to 500, 750 to 1 000 and 1 250 to 1 500 m asl. Samples from different vegetative parts of the plants, such as the vascular parenchyma reserve, periderm, petiole, and the blade of the leaf, were extracted in the BIOCENTRO at the UNAS and were dehydrated at 50 °C and [then] ground. Acidified hydroalcoholic extracts were prepared and the total phenols were quantified using the Folin-Ciocalteu method, the total flavonoids using spectrophotometry and the antioxidant capacity using DPPH⁺. The results indicated variations in the total phenol contents [that were] between 0,75 and 2,34 g EAG/100g, 0,45 to 0,75 g EC/100g for the flavonoids and 22,47 to 78,72 mMol ET/100g for the antioxidant capacity. It was concluded that an influence on the total phenol, total flavonoid and antioxidant capacity contents existed due to the altitudinal gradients for the different vegetative parts of *D. plowmanii*.

Keywords: antioxidant capacity, bioactive compounds, phenols, flavonoids, jergon sacha

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial existen muchas plantas que poseen potencial bioactivo y suelen desempeñar un rol crucial para tratar diversas enfermedades (Rosales et al., 2019). Entre estas especies se encuentra *D. plowmanii* (jergón sachá) es un recurso natural amazónico de mucho interés y usado por los moradores debido a sus beneficios medicinales. A pesar de su importancia como un recurso medicinal reconocido por los ancestros, la investigación sobre las especies del género *Dracontium* relacionado con su composición química, su diversidad genética y sus propiedades biológicas son limitadas. Es decir, de todas las especies de plantas habitadas en el planeta, solamente menos del 10 % fueron analizadas científicamente y en forma aislada con fines medicinales o terapéuticos (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2019), por lo que la caracterización química profunda de numerosas especies que se usan en la medicina tradicional están muy lejos de que se complete, aun cuando, en la actualidad muchos grupos de investigadores vienen realizando acciones para que identifiquen los compuestos con actividades biológicas en un intento de que aporten más conocimiento a esta temática (Vargas et al., 2023).

Por otro lado, el Perú se caracteriza por ser muy pluricultural y tener diversidad geográfica, adicionalmente tiene mucha diversidad de plantas medicinales, pero, a pesar de los estudios llevadas a cabo hasta la actualidad, aún se tiene escasez de información por explorar y ser foco de investigación particularmente en las especies del género *Dracontium* por tener un gran potencial medicinal. A ello se suma la falta de estudios referidos a, cómo las plantas medicinales suelen responder de forma diferencial de sus compuestos bioactivos y capacidad antioxidante respecto las condiciones del medio ambiente o microambiental de crecimiento.

En la región San Martín y Huánuco, también es evidente la carencia de reportes sobre investigaciones científicas que brinden información relacionadas sobre los compuestos y la proporción de bioactivos con aportes benéficos medicinales, capacidad antioxidante, polifenoles, entre otros atributos que contienen las plantas del *D. plowmanii* considerando sus diferentes partes vegetativas, en el ámbito de influencia del presente estudio y plantas que se encuentran creciendo en diferentes pisos altitudinales. Considerando la problemática descrita y siendo necesario plantear estudios para generar información se formuló la interrogante: ¿Cómo influyen las gradientes altitudinales en el contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de plantas de *D. plowmanii*, Huánuco y San Martín, Perú?

Por las consideraciones referidas sobre la realidad problemática y la definición del problema de investigación, se hace oportuna y de necesidad primordial la ejecución de esta investigación, la misma que se justifica teóricamente porque los aportes e información que se generan será relevante para cubrir vacíos de información sobre el contenido de compuestos bioactivos y las proporciones que contienen las plantas de *D. plowmanii* como fenoles totales, flavonoides totales y antioxidantes procedentes de diferentes pisos altitudinales.

Por otro lado, al desarrollar la investigación y el conocimiento científico que se desencadenó en cuanto a su composición química (fitoquímica) y propiedades antioxidantes, proporciona una base para que otros investigadores se proyecten e inicien nuevos estudios en búsqueda de dar soluciones a diversas enfermedades, debido al gran potencial que tiene este recurso natural bajo la óptica medicinal y sobre todo que la investigación a nivel mundial está en buscar principios activos para tratar distintos malestares en la salud y ser una de las más dinámicas y de mucho esfuerzo entre las acciones científicas a nivel mundial.

De manera práctica, el estudio se justifica porque la información generada será importante y servirá a los docentes y estudiantes con fines de enseñanza y aprendizaje, así como a técnicos, agricultores y personas interesadas en sus bondades medicinales y además fomentar el cuidado de la especie en su estado natural a través de un manejo de *D. plowmanii* en los ecosistemas en donde se desarrollan. Además la investigación se justifica a nivel social porque la información generada sobre los componentes bioactivos presentes en esta planta, despertará un mayor interés entre los actores que están involucradas en la cadena productiva y de comercio, es decir, desde su producción en la finca por parte de los agricultores respecto a las condiciones naturales de crecimiento en condición natural y extraído, los comerciantes y los consumidores finales, porque representa no solo un valor cultural y religioso ancestral, sino que también constituye una fuente de sustento para muchas familias a través de su comercialización en sus diferentes formas en el mercado nacional, regional y local.

De acuerdo con las consideraciones sobre la formulación del problema de investigación se planteó la siguiente hipótesis: El contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en plantas de *D. plowmanii* se encuentran directamente influenciadas por las gradientes altitudinales en Huánuco y San Martín, Perú.

1.1. Objetivos

Objetivo general

- Determinar la influencia de las gradientes altitudinales en el contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de plantas de *D. plowmanii*, Huánuco y San Martín, Perú.

Objetivos específicos

- Evaluar el contenido de fenoles y flavonoides totales en el parénquima vascular de reserva, peridermis, peciolo y lámina foliar de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes, Huánuco y San Martín, Perú.
- Evaluar la capacidad antioxidante en el parénquima vascular de reserva, peridermis, peciolo y lámina foliar de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes, Huánuco y San Martín, Perú.
- Determinar la influencia de las gradientes altitudinales en el contenido de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante en el parénquima vascular de reserva, peridermis, peciolo y lámina foliar de *D. plowmanii*, Huánuco y San Martín, Perú.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Características del *D. plowmanii*

El *Dracontium* es una planta herbácea cuya dimensión longitudinal fluctúa entre 1,5 hasta 2 m. Sus láminas foliares son multipartidas, con divisiones laterales obovado oblongas u oblongas que miden desde 10 hasta 15 cm de longitud y entre 40 hasta 60 cm del ancho, la parte terminal es bilobada, el peciolo es delgado midiendo hasta los 2 metros cuyo color se asemeja a la piel de *Bothrops atrox* (jergón); la inflorescencia de tipo espádice, espata estrechamente lanceolada midiendo aproximadamente 25 cm de longitud y su pedúnculo llega tener una dimensión cercana a 100 cm (Pinedo et al., 1997).

2.1.1.1. Distribución del género *Dracontium*

Las plantas del género *Dracontium* se distribuyen desde el distrito de México en Soconusco en el estado de Chiapas, al sur a través de Nicaragua, Costa Rica, República Dominicana, Panamá, Puerto Rico, Venezuela, Colombia, Trinidad, Indias Occidentales, las Guayanas, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil hasta el Trópico de Capricornio en Paraguay. En Sudamérica en Maranhão en Brasil, al oeste a lo largo de la costa del Pacífico de Colombia, Ecuador y Perú (Zhu y Croat, 2004).

Las plantas de *Dracontium* en el Perú se encuentran distribuidas en las regiones de Loreto: Tamshiyacu y Valentin (distrito Fernando Loes), Panguana 1° y 2° zona, Ushpacaño (río Itaya); Padre Cocha (río Nanay); Corazón de Jesús (río Mazán); Indiana (río Amazonas), Carretera Iquitos Nauta km 15 y 45, Yarina (río Napo). En otras regiones fueron registradas como las de San Martín, Amazonas, Madre de Dios y Huánuco (Pinedo et al., 1997 y Collantes et al., 2011).

El *D. plowmanii* es endémica del Perú y se extiende desde Junín, pasando por Cusco, hasta el área de Tambopata en Madre de Dios (Cusco, Junín, Loreto, Madre de Dios) (Zhu y Croat, 2004).

2.1.1.2. Taxonomía

Según Zhu y Croat (2004), lo clasificó taxonómicamente de la siguiente manera:

División	: Angiospermae
Clase	: Monocotiledónea
Orden	: Alismatales
Familia	: Araceae

Subfamilia	: Lasioideae
Género	: Dracontium
Especie	: <i>Dracontium plowmanii</i>
Nombre común	: Jergón sachá

2.1.1.3. Ecología del *D. plowmanii*

El género de *Dracontium* se encuentra en los bosques primarios y secundarios, ubicados entre 100 y 1 400 m s. n. m., crecen cercanos a las quebradas y riachuelos. La población se conforma por lo general de 4 hasta 10 plantas, dicho medio tiene como característica principal sus suelos con textura franco arcilloso y franco arenoso (Rengifo, 2007). El *D. plowmanii* suele encontrarse en medios donde la zona de vida es un Bosque húmedo premontano (bh-P) y Bosque húmedo tropical (bh-T), a elevaciones de 200 a 720 m s. n. m. (Zhu y Croat, 2004).

2.1.1.4. Fenología de *D. plowmanii*

Las plantas de *Dracontium* florecen durante todo el año; teniendo frutos maduros durante todo el año Zhu y Croat (2004), aproximadamente inicia la aparición de flores a tres años de edad y su semilla demora hasta 12 meses en germinar en algunos casos. El peciolo se mantiene vivo hasta los diez meses, luego inicia el proceso de secamiento final (Rengifo, 2007).

2.1.1.5. Usos del género *Dracontium* en la medicina humana

En la comunidad nativa Koribeni de los Machiguengas el uso de la planta medicinal *D. plowmanii* usan para tratar enfermedades como alergias y cólicos de manera natural, estos conocimientos han sido transmitidos de sus antepasados de generación en generación (Rengifo, 2010). Así mismo la Agencia Peruana de Noticias [ANDINA] (2023), menciona que el *D. spruceanum* presenta propiedades medicinales, porque se trabajó con la comunidad Awajún donde señaló que se tratan enfermedades como hepatitis, diabetes, ciertos tipos de cáncer, así como la mordedura de serpiente. Por otro lado, Aurora (2023), quien evaluó el extracto acuoso de *D. lorentense* frente a la gastritis, teniendo un efecto gastroprotector frente a dicha enfermedad y por ello los antepasados usaron dicha planta para tratar diversas enfermedades como las mencionadas.

De igual manera, Vilchez (2017), estudió a tres comunidades nativas Asháninkas: Churingaveni, Shankivironi y Bajo Quimiriki, donde los pobladores de dichas comunidades usan al *D. spruceanum* para neutralizar el veneno de la serpiente *B. atrox*, aplicando las raíces en forma molidas de manera directa sobre la mordedura, a esto se le añade acciones de beber de manera diluida en agua hervida.

Pinedo et al. (1997), mencionan que el *D. spruceanum* se usa mayormente con fines medicinales, siendo un reforzador para el sistema inmunológico, de igual manera al cocerlo o utilizar extracto de *Uncaria tomentosa* (uña de gato), en Iquitos, el Dr. Roberto Incháustegui curó a pacientes con Síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA), con resultados muy satisfactorios. También es usado para gusanos en la piel, picadura de raya, hernia, tumores benignos, mordedura de serpiente, tumores malignos, úlcera gastrointestinal y para la alimentación. Además, es usada contra la infección viral (parvovirus, hepatitis, influenza, tos ferina, etc.), problema respiratorio (asma, bronquitis, tos, etc.), sobre mordeduras de araña, picaduras de abejas, escorpiones y demás mordeduras de insectos venenosos.

Para el *D. plowmanii*, la comunidad nativa de los Yaneshas usan para las mordeduras de serpiente, para ello se parte el corno en dos partes, luego se raspa y se coloca como emplasto en el área de la mordedura de la serpiente. Al momento de repetirse el dolor, se tiene que cambiar el emplasto, además, en paralelo de tiempo, se coloca a hervir algunos cormos para que sea consumido. Se recomienda durante el tratamiento que coma pescados, caña de azúcar y animales que muerden. Así mismo la persona enferma tiene que evitar que los vea mujer en gestación, debido a que le pudiera ocasionar un dolor elevado en la herida y en ocasiones les causan hemorragias, se les tiene que cuidar bien por un periodo de diez días (Bourdy et al., 2008).

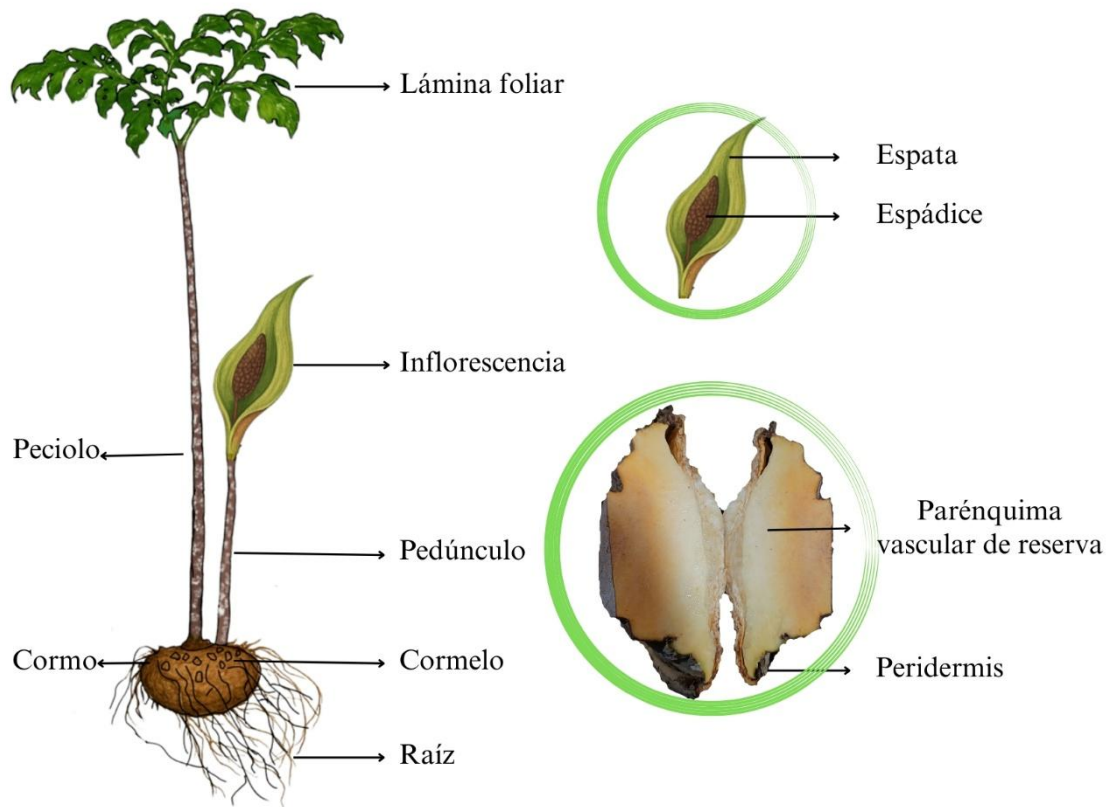
2.1.1.6. Componentes químicos determinados en la literatura científica del género *Dracontium*

La planta de las especies del género *Dracontium* presentan como componentes químicos a las flavanonas, flavonas, fenoles simples, antranoles, heterósidos, xantonas, esteroides, triterpenoides, cianogénicos, alcaloides y saponinas (Jurado, 1993; Mixan, 2022).

2.1.2. Características de la planta del *D. plowmanii*

2.1.2.1. Cormos

El corno de *Dracontium* es un tubérculo hemisférico (**Figura 1**), que mide entre 4 a 18 cm de su diámetro, desde 3 hasta 10 cm para su espesor, de forma plana o ligeramente convexa hacia arriba, redondeado y de color blanco hacia marrón en la parte debajo, se ubican entre los 15 a 40 cm sobre el nivel de los suelos, cormelos abundantes, redondeados 0,5-2 cm de diámetro, emergidos alrededor de la periferia del corno. El tamaño, peso y morfología de los cormos varían dependiendo de la edad (Zhu y Croat, 2004).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Partes vegetativas del *D. plowmanii*.

2.1.2.2. Cormelos

Los cormelos de *Dracontium* (**Figura 1**) nacen encima de los cormos, rara vez al lado de los cormos y entre las raíces. Los cormelos permiten reproducirse vegetativamente. Por lo general, están inactivos y se activan sólo después de una perturbación. Cuando un cormo se perturba o se rompe, los cormelos comienzan a cambiar de forma, acortándose de manera algo irregular y producen sus propios brotes y raíces (Zhu y Croat, 2004).

2.1.2.3. Raíces

Las raíces de *Dracontium* (**Figura 1**) primarias nacen encima de los cormos y crecen hacia abajo y lateralmente en todas las direcciones, rodeando completamente el cormo. Las raíces secundarias emergen en la parte apical de las raíces primarias. El sistema de raíces es fuerte y a menudo contráctil no sólo funciona en la absorción de agua y nutrientes, sino que también sirve como soporte para la planta. Las raíces sostienen el cormo (Zhu y Croat, 2004).

2.1.2.4. Peciolo

Los peciolo de *Dracontium* son gruesos y aerenquimatosos, frecuentemente de más de 2 m de largo (**Figura 1**). La superficie exterior es muy variada, de

color verde oscuro o violáceo, a veces de color marrón, moteada con áreas de color verde pálido o crema que asemeja un patrón serpiente *B. atrox*. Las áreas moteadas a menudo aparecen como pinceladas ascendentes, que se originan en protuberancias. La textura de la superficie del peciolo es variable entre especies, desde texturas suaves hasta muy plagadas de protuberancias. Estos últimos suelen ir acompañados de proyecciones irregulares, alargadas horizontalmente que bordean dos áreas de diferente color y a veces también de proyecciones espinosas de hasta 2 mm de largo. La mitad proximal del peciolo tiende a tener más protuberancias o proyecciones, mientras que la mitad distal es mucho más lisa. Las células del aerénquima del peciolo son cilíndricas, huecas, de hasta 6 cm de largo y 0,5 cm de ancho (Zhu y Croat, 2004).

2.1.2.5. Pedúnculo

El pedúnculo es la envoltura del tallo floral que sostiene la espata (la estructura que envuelve la inflorescencia). Este puede alcanzar entre 35 y 145 cm de longitud, con un grosor de 1 a 2,5 cm, presentando una coloración moteada similar al peciolo (Zhu y Croat, 2004).

2.1.2.6. Lámina foliar

Las láminas foliares de *Dracontium* son multipartidas (**Figura 1**), presentan divisiones laterales de forma oblonga u obovado oblonga midiendo de 10-15 cm de longitud y 40-60 cm del ancho, la terminal es bilobada (Pinedo et al., 1997).

2.1.2.7. Inflorescencia

La inflorescencia de *D. plowmanii* se caracteriza por una espata protectora, un espádice floral compacto y un pedúnculo que posiciona la estructura para interactuar con los agentes polinizadores (**Figura 1**) (Zhu y Croat, 2004).

2.1.3. Corredor biológico

Los corredores biológicos vienen a ser las áreas que por lo general tienen forma alargada y se caracterizan por conectar dos o más regiones. Pudiendo ser franjas estrechas de vegetación, vegetación remanente, plantaciones, bosques ribereños o grandes áreas de bosque natural. Su principal requisito se enfoca en que mantenga su conectividad entre los extremos con fines de que se evite que las poblaciones se aislen (Biodiversidad Mexicana, 2022).

2.1.4. Importancia de la presencia de compuestos bioactivos

La calidad nutritiva de los productos de plantas tiene dependencia de su calidad y cantidad de macro y micronutrientes proporcionados, adicionalmente de los compuestos bioactivos (con acciones beneficiosas para la salud) presentes que tengan

mecanismos de acción complementaria y/o superpuesta. Por esto, conviene que se incluyan en la dieta a las verduras y frutas diversas en lo posible para que se pueda obtener de esa manera la totalidad de compuestos y nutrientes que se necesita para el organismo, en proporciones suficientes. Distintos estudios científicos suelen confirmar que consumir semillas, frutas, vegetales y otras especies vegetativas por contener compuestos bioactivos y nutrientes, especialmente de antioxidantes, es en la actualidad una estrategia muy efectiva y segura para prevenir enfermedades cardiovasculares y demás enfermedades degenerativas (Morales et al., 2015).

2.1.4.1. Toxicidad del género *Dracontium*

Según Pinedo et al. (1997), menciona que *Dracontium sp.* no presenta toxicidad alguna, pero se debe manejar con cuidado.

2.1.5. Principales grupos de compuestos bioactivos

Los principales compuestos bioactivos pudieran tener una clasificación genérica (Urrialde et al., 2022) como: tioles (compuestos organosulfurados), compuestos fenólicos (taninos, antocianinas, lignanos, flavonoides, isoflavonas y catequinas) y terpenoides (fitoesteroles, capsaicina y carotenoides).

2.1.6. Polifenoles

Los polifenoles es un grupo de sustancias químicas que se encuentran en plantas y se caracterizan por tener más de un grupo fenol en su molécula. Se pueden encontrar flavonoides, quercetina, ligninas y lignanos, kampferol, catequinas y otros que se distribuyen en distintos alimentos de origen vegetal; estos compuestos no poseen funciones nutritivas, no aporta calorías y tampoco se parecen a los minerales o vitaminas (Gottau, 2021).

Los beneficios que presentan son:

- Poder antioxidante
- Acción vasodilatadora
- Antiinflamatoria
- Antitrombótica

- Clasificación de los polifenoles

Según Castro (2019), las clasificaciones a los polifenoles se realizan en cuatro grupos: estilbenos, lignanos, flavonoides y ácidos fenólicos. Los polifenoles mayormente comunes se describen en lo siguiente:

Los flavonoides abarcan las subclases: Antocianinas, flavanonas flavanoles, isoflavonas, flavonoles y flavonas.

Los ácidos fenólicos abarcan las subclases: Ácidos hidroxibenzoicos, ácidos hidroxicinámicos.

Los lignanos abarcan las subclases: Matairesinol, secoisolariciresinol.

Los estilbenos abarcan las subclases: Resveratrol.

- **Flavonoides**

Son compuestos naturales que se distribuyen en el fruto, semilla, hoja, corteza y flor de los vegetales. Generalmente suelen ayudar a la protección de las plantas a la luz UV, herbívoros, parásitos fúngicos, daño celular oxidativo y patógenos; además, dan color azul y rojo a las frutas, vino en algunas verduras (Williamson, 2022).

- **Ácidos fenólicos**

Derivan del fenol que posee como estructura un grupo carboxilo e hidroxilo. Suelen constituir cerca de 1/3 de los fenoles dietéticos, encontrándose en los vegetales en forma unida y libre. Los fenoles unidos pudieran encontrarse vinculados con distintos componentes de la planta por medio de enlace acetal, éter o éster (Kimel, 2024).

- **Lignanos**

Los lignanos son compuestos naturales que se encuentran en plantas y tienen propiedades medicinales. Se han utilizado en la medicina tradicional durante siglos debido a sus beneficios para la salud, incluyendo propiedades antioxidantes y antiinflamatorias (Taluk, 2024).

- **Estilbenos**

Son compuestos polifenólicos encontradas de manera natural y en variables concentraciones en los mostos, vinos y uvas (0 a 5 mg/L). A estos compuestos, generalmente al E-Resveratrol suelen atribuirle propiedades de antienvjecimiento antiobesidad, anticancerígenas, cardioprotectoras y neuroprotectoras (Fernández-Mar et al., 2012).

2.1.6.1. Ruta del ácido shikímico

La ruta del ácido shikímico o shikimato es responsable de la biosíntesis de numerosos compuestos aromáticos, se presenta en diversos organismos como bacterias, hongos, algas, plantas e incluso algunos protozoos y no se encuentran en animales. El ácido shikímico es el punto de inicial para la producción de distintos compuestos fenólicos, a través del cual se obtienen fenilalanina, tirosina y triptófano, que actúan como precursores para la biosíntesis de fenilpropanoides (Kumar y Samanta, 2023).

2.1.6.2. Fenilpropanoides

Es una ruta metabólica secundaria que toma como punto de partida la fenilalanina (proveniente de la ruta del shikimato) para generar una amplia gama de compuestos fenólicos (Vogt, 2010). Esta ruta da origen a una amplia diversidad de compuestos esenciales en las plantas. Entre los más representativos se encuentran las antocianinas, ácidos fenólicos, flavonoides, taninos, estilbenos, ligninas, glucosinolatos y volátiles fenilpropanoides bencenoides (Kumari et al., 2023).

2.1.6.3. Beneficios de los polifenoles

Carochoa et al. (2018) mencionan que la casi totalidad de los polifenoles poseen algún tipo de actividad biológica, ya sea antitumoral, antiinflamatoria, antioxidante y antimicrobiana. Así mismo, Chouchouli et al. (2013) refieren que hay abundantes reportes científicos que demostraron sobre la importancia de los polifenoles como agentes que previenen respecto a distintas enfermedades degenerativas y que en la actualidad existen evidencias emergentes de que sus metabolitos en el sistema circulatorio ejercen efectos moduladores en las células, vitales para funciones celulares tales como crecimiento, proliferación y apoptosis.

2.1.6.4. Capacidad antioxidante

Para la humanidad, la capacidad antioxidante se convirtió en un atributo ampliamente demandada en los alimentos contemporáneos. La información sobre las moléculas que imparte esta actividad, asimismo sobre la diversidad de alimentos donde suelen encontrarse de forma natural, aportan conocimientos para que se aproveche de manera correcta estas sustancias de suma importancia (Mejía et al., 2021).

Los antioxidantes vienen a ser moléculas con la capacidad de retardar o prevenir que ocurra la oxidación de moléculas biológicas como ácidos nucleicos, proteínas y lípidos. Se caracterizan por ser muy importantes en prevenir la actuación de los radicales libres sobre el organismo; teniendo como resultado la disminución de los procesos oxidativos, retardan el proceso de envejecer y previenen el desarrollo de varias enfermedades. Los compuestos antioxidantes que se encuentran en muchos alimentos pudieran clasificarse como carotenoides, vitaminas, compuestos fenólicos, etc., los compuestos fenólicos en conjunto con las vitaminas se consideran de suma importancia como componentes antioxidantes, en alimentos como cereales, vegetales, frutas y tubérculos (Rioja et al., 2018).

2.1.6.5. Evaluación de la capacidad antioxidante

Determinar la capacidad antioxidante resulta importante en la valoración de la calidad de los alimentos, la cantidad de antioxidantes que hay en un sistema,

o la biodisponibilidad de estos dentro del cuerpo humano (Benítez-Estrada et al., 2021). Los métodos de mayor uso con la que se determina la capacidad antioxidante es la del ácido 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolín)-6-sulfónico o ABTS, 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), poder de reducción del ion férrico o FRAP, poder antioxidante reductor cúprico (CUPRAC), capacidad de absorción de radicales de oxígeno u ORAC (Munteanu y Apetrei, 2021).

2.1.6.6. Estrés oxidativo

Se define como un desequilibrio que ocurre dentro de las células en la síntesis de especies reactivas de oxígeno (ROS) y la contrapuesta de mecanismos antioxidantes, se originan al incrementar la producción de especies reactivas o cuando hay un déficit de las defensas antioxidantes (Dzialo et al., 2016).

2.1.6.7. Clasificación de antioxidantes

Hay diferentes tipos de antioxidantes endógenos dependientes del tejido en que se encuentren y además existen antioxidantes exógenos, que de igual manera se oxidan al neutralizar al radical libre, conociéndose como moléculas suicidas, por lo que su reposición, mediante alimentos, debe ser constante (Neha et al., 2019).

- Endógenos

Los antioxidantes endógenos pueden ser enzimáticos o no enzimáticos. Entre los antioxidantes endógenos hay tres 3 enzimas de suma importancia en esta actividad: glutatión peroxidasa, catalasa y superóxido dismutasa (SOD), y en el caso de los antioxidantes no enzimáticos se conforman de moléculas como: metatonina, ácido úrico, glutatión, bilirrubina y ácido lipoico (Neha et al., 2019).

- Exógenos

En este grupo de antioxidantes está presente, los flavonoides naturales, vitaminas E, A y C, carotenoides u otro compuesto diferente (Neha et al., 2019).

2.1.7. Extracción y cuantificación de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante

Para que se extraen los compuestos polifenólicos totales libres se suelen utilizar solventes orgánicos entre ellos se cita al etanol o metanol (Panda y Mahikam, 2019).

2.1.7.1. Cuantificación de fenoles totales

Para cuantificar fenoles totales se usa el método Folin-Ciocalteu. Bajo condiciones básicas, los compuestos fenólicos reaccionan con el reactivo mediante la disociación de un protón del grupo fenol, lo que da lugar a la formación de un anión fenolato. Este anión actúa como agente reductor del reactivo, lo que genera una

coloración azul. Para la curva de calibración, se usa estándares como el ácido gálico o el ácido clorogénico en concentración de 6,25 a 400 mg/mL (Pérez et al., 2023; Hsu et al., 2017).

2.1.7.2. Cuantificación de flavonoides totales

Para cuantificar los flavonoides totales se realiza mediante la técnica del cloruro de aluminio ($AlCl_3$), cuya absorbancia se mide a una longitud de onda de 510 nm. Para establecer la curva de calibración, se emplea catequina como patrón, utilizando un rango de concentraciones de 0, 5, 10, 25, 50, 100, 150 y 200 μ g/mL (Hsu et al., 2017).

2.1.7.3. Cuantificación de la capacidad antioxidante

- DPPH

El método basado en el radical libre DPPH es una de las técnicas de mayor uso en la evaluación de la capacidad antioxidante. Este radical presenta una coloración violeta intensa atribuida a un electrón desapareado en su estructura nitrogenada. Cuando una sustancia antioxidante dona un átomo de hidrógeno o un radical, el DPPH reduce su coloración, medida a 515 nm. El contenido puede medirse mediante una curva de calibración con vitamina C o Trolox, en concentraciones de 0 a 500 μ mol/kg (Chaiittianan et al., 2016).

2.1.8. Aspectos fitoquímicos del género *Dracontium*

En muchos estudios resaltan la existencia de varios compuestos bioactivos como: alcaloides, flavonoides, taninos, saponinas, esteroides, terpenoides, azúcares reductores, flavanonas, flavonas, triterpenoides. Estos compuestos no solo tienen un papel importante para la salud humana, sino que también son esenciales en su defensa de muchas plantas sobre patógenos y en la adaptación de su entorno (Gonzales, 2018; Moreno, 2023).

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Compuestos bioactivos

Referido a los componentes de las diferentes partes vegetativas de las plantas y tienen influencia en la actividad celular y fisiológica (Martínez, 2015).

2.2.2. Capacidad antioxidante

Son sustancias que suelen proteger a la célula de los daños causados por los radicales libres, ayudando a que se prevenga que envejezca la célula y se reduce los riesgos de ciertas enfermedades crónicas, dentro de las cuales se citaría al cáncer y ciertas enfermedades cardiovasculares (Gámiz, 2018).

2.2.3. Fenoles

Los compuestos fenólicos vienen a ser moléculas caracterizadas por tener uno o más grupos de hidroxilos que se unen a un anillo aromático. En conjunto con las

vitaminas, estos compuestos son considerados como antioxidantes de suma importancia durante la dieta (Peñarrieta et al., 2014).

2.2.4. Flavonoides

Referido a un grupo de sustancias naturales con estructuras fenólicas variables. A estos flavonoides se les conoce más por tener efectos benéficos en la salud, sobresaliendo en sus características anticancerígenas, antioxidantes, antimutagénicas y antiinflamatorias (Panche et al., 2016).

2.2.5. Gradientes altitudinales

Las gradientes altitudinales son las distancias verticales desde un punto de la Tierra respecto al nivel del mar, se identifica como metros sobre el nivel del mar o también m s. n. m. (Garcia-Benadí y Del Rio, 2013).

2.2.6. Jergón sacha

Es una planta que se desarrolla en la amazonia y es conocida por sus beneficios para tratar diversas enfermedades (Aranda-Ventura et al., 2023).

2.3. Estado del arte

2.3.1. Internacional

Según Rajni et al. (2023), realizaron un estudio cuyo objetivo fue investigar la composición fitoquímica, el contenido polifenólico total (TPC), el contenido total de flavonoides (TFC), la capacidad antioxidante y el potencial de inhibición de la β -glucuronidasa del extracto obtenido de las láminas foliares de *Arisaema tortuosum* (lirio cobra de látigo). Metodológicamente analizaron el contenido polifenólico total y el contenido total de flavonoides. Lograron resultados de 17,105 g EAG/100 g en fenoles totales y 18,35 g ER/100 g en flavonoides, concluyen que, al mostrar una alta disponibilidad de polifenoles y flavonoides totales, esta planta puede utilizarse para diversas aplicaciones biomédicas.

Chen y Hongtao (2021), en su estudio titulado cómo se protegen las plantas del estrés por la radiación ultravioleta B. Para cumplir con este propósito, realizaron una revisión exhaustiva de información. Encontraron que las plantas perciben la radiación ultravioleta UV-B como una señal ambiental y un factor potencial de estrés abiótico que afecta al desarrollo y la aclimatación. La UV-B regula la fotomorfogenesis, incluyendo la inhibición de la elongación del hipocótilo, la expansión del cotiledón y la acumulación de flavonoides, pero la UV-B de alta intensidad también puede dañar a las plantas, al dañar el ADN, puede desencadenar la acumulación de especies reactivas de oxígeno y perjudicar la fotosíntesis. Las plantas han desarrollado flavonoides como protectores solares que se acumulan bajo estrés UV-B para prevenir o limitar el daño.

Nur-Hadirah et al. (2021), realizaron una investigación titulada contenido fenólico total y actividad antioxidante de un aroide comestible, *Colocasia esculenta* (taro). Las muestras de peciolo fueron recolectadas en Ayer Lanas, Jeli, Kelantan, así mismo el contenido de fenoles totales se determinó mediante el reactivo de Folin-Ciocalteu. Lograron resultados de $3,037 \pm 0,0006$ g EAG/100g. Estos resultados indican que *C. esculenta* posee un alto contenido fenólico, lo que permite su consumo como alimento funcional para aumentar los beneficios para la salud y reducir el riesgo de enfermedades.

Shete et al. (2015), investigaron el contenido fenólico y capacidad antioxidante de *Amorphophallus commutatus* (ñame de tallo de dragón) y *Amorphophallus paeonifolius* (ñame pata de elefante). Metodológicamente extrajeron cormos de *A. commutatus* y *A. paeonifolius* y el contenido de fenoles totales evaluados fue mediante el reactivo de Folin-Ciocalteu. Logrando resultados de $1,157 \pm 0,029$ y $1,055 \pm 0,034$ g EAG/100 g en *A. commutatus* y *A. paeonifolius*. Concluyeron que existe una correlación positiva entre el contenido fenólico total y diversas actividades antioxidantes, lo que indica que estos extractos podrían tener buenas aplicaciones en formulaciones nutracéuticas y farmacéuticas.

Jaradat y Abualhasan (2016), publicaron un estudio que tuvo como objetivo evaluar y comparar los fitoconstituyentes, el contenido total de fenoles y el potencial de eliminación de radicales libres de *Arum dioscoridis*, *A. elongatum*, *A. hygrophilum* y *A. palaestinum*, miembros de la flora palestina. Usaron láminas foliares de *A. dioscoridis*, *A. elongatum*, *A. hygrophilum* y *A. palaestinum* y los fenoles totales se analizaron mediante el método de Folin Ciocalteu. Lograron valores de $6,007 \pm 0,012$; $2,749 \pm 0,032$; $4,175 \pm 0,012$ y $5,317 \pm 0,022$ g EAG/100 g en *A. dioscoridis*, *A. elongatum*, *A. hygrophilum* y *A. palaestinum*, concluyeron que las actividades antioxidantes en las especies de plantas de *Arum* estudiadas mostraron una marcada correlación con sus contenidos totales de fenoles.

González-Gómez et al. (2025), hicieron una investigación titulada actividad antioxidante de la barrena fresca y procesada *Alocasia macrorrhiza* (taro gigante), *Galinsoga parviflora* (guasca) y el *Opuntia ficus* (nopal) como potenciales plantas comestibles. Metodológicamente evaluaron el contenido total de polifenoles (TPC) y el contenido total de flavonoides (TFC) en láminas foliares frescas. Lograron resultados de 0,186 g EAG/100 g para fenoles totales y 0,057 g EQ/100 g para flavonoides totales en láminas foliares de *A. macrorrhiza* para flavonoides totales. Concluyen que las plantas de *A. macrorrhiza* muestran un contenido de fenoles y flavonoides totales.

Van et al. (2021), en su estudio titulado capacidad antioxidante y contenido de flavonoides, triterpenoides y polisacáridos de la parte aérea (peciolo y lámina foliar) y el rizoma de *Homalomena pierreana* (planta escudo) (Araceae). Metodológicamente usaron el peciolo y lámina foliar de *H. pierreana* obtenido del Parque Nacional Phu Quoc, provincia de Kien Giang, Vietnam, se evaluó el contenido total de flavonoides y la capacidad antioxidante. Encontraron resultados de $0,060 \pm 0,0005$ g EQ/100 g de flavonoides totales y $0,007 \pm 0,0001$ g ET/100 g en la capacidad antioxidante de la parte aérea (peciolo y lámina foliar) de *H. pierreana*. Concluyeron que existen diferencias en las concentraciones de compuestos bioactivos en la parte aérea.

Camacho-Escobar et al. (2020), en su estudio sobre las defensas fisicoquímicas de las plantas y su efecto en la alimentación de los rumiantes. Encontraron que las plantas son consumidas por diversos organismos, esta situación pone en riesgo su sobrevivencia, por ello las plantas han desarrollado mecanismos de defensa que evitan su ingesta, como adaptaciones anatómicas y metabolitos secundarios. Estos metabolitos secundarios suelen inhibir los ataques de patógenos, provocando que se irriten cuando entren en contacto, afectando los sistemas gastrointestinal, cutáneo, cardíaco y nervioso de los herbívoros o también pudieran ocasionarle la muerte. Ciertos metabolitos secundarios suelen afectar de manera beneficiosa a la medicina animal o alimentación, siendo necesario mayores estudios respecto a este tema.

Kumar et al. (2023), realizaron una investigación donde evaluaron la propiedad antioxidante, antiartrítica y antiinflamatoria de extractos de láminas foliares de doce plantas medicinales diferentes en Nepal. Metodológicamente utilizaron láminas foliares frescas de *Amorphophallus paeoniifolius*, la cantidad total de flavonoides y fenoles del extracto se evaluaron mediante ensayos in vitro y lo caracterizaron mediante el análisis de Cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) y la capacidad antioxidante mediante la actividad de eliminación de radicales libres (DPPH). Los resultados revelaron que *A. paeoniifolius* presentó un contenido fenólico de $10,071 \pm 0,135$ g EAG/100 g, en flavonoides $3,596 \pm 0,016$ g EQ/100 g y la capacidad antioxidante fue de $9,56 \pm 1,54$ IC50 $\mu\text{g/mL}$. Concluyeron la existencia total de los flavonoides, fenoles, así como la capacidad antioxidante en *A. paeoniifolius*.

Según Nieto et al. (2019), realizaron un artículo cuyo objetivo fue comparar el riego, temperatura y humedad del ambiente respecto a la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos en *Lippia graveolens* (orégano). Se establecieron 14 plantas a cielo abierto y 14 dentro de un invernadero, distribuidos en dos sistemas de riego: agua residual

acuícola y agua con solución nutritiva. Como resultado se encontró una máxima concentración de fenoles al cultivarlas en invernadero regada con agua residual acuícola y su temperatura desde 17 a 22 °C, pero al regarlas con agua y solución nutritiva se obtuvo mayor capacidad antioxidante; en campo abierto las plantas presentaron más flavonoides en donde se regó con agua residual, siendo la temperatura desde 11 a 45 °C. Concluyeron que el tipo de riego afecta el incremento de los fenoles en plantas donde se usa agua residual acuícola. Asimismo, el cambio de las temperaturas y humedad del ambiente suele afectar notablemente la concentración de fenoles en esta especie estudiada.

Según Babacan et al. (2023), realizaron un estudio cuyo objetivo fue elaboración de perfiles de metabolitos y la evaluación de las propiedades antioxidantes e inhibidoras de enzimas de extractos de metanol de flores, lámina foliar y cormos de *Eminium intortum* y *E. spiculatum* (Araceae) inexplorados. Metodológicamente usaron la técnica de cromatografía líquida de alto rendimiento combinada con la espectrometría de masas de alta resolución (UHPLC-HRMS) en los extractos estudiados. Lograron resultados de fenoles totales para *E. intortum* con valores de $2,131 \pm 0,033$ y $2,586 \pm 0,058$ g EAG/100 g en cormos y láminas foliares respectivamente, en flavonoides totales $0,981 \pm 0,005$ y $6,508 \pm 0,038$ g ER/100 g en cormos y láminas foliares respectivamente y con respecto a la capacidad antioxidante fue de $2,690 \pm 0,161$ y $3,220 \pm 0,126$ mMol ET/100 g cormos y láminas foliares respectivamente. Para la especie de *E. spiculatum* el valor total de los fenoles fue $1,868 \pm 0,034$ y $2,390 \pm 0,057$ g EAG/100 g en cormos y láminas foliares respectivamente, en flavonoides totales $0,0393 \pm 0,013$ y $4,654 \pm 0,040$ g ER/100 g en cormos y láminas foliares respectivamente y con respecto a la capacidad antioxidante fue de $3,367 \pm 0,126$ y $2,658 \pm 0,100$ mMol ET/100 g cormos y láminas foliares respectivamente. Comparando especies las flores y las láminas foliares de *E. intortum* tuvieron contenidos más altos de fenoles y flavonoides con $5,082 \pm 0,071$ g EAG/100 g y $6,508 \pm 0,038$ g ER/100 g, respectivamente y mayor contenido de antioxidantes fue en *E. spiculatum* con $3,367 \pm 0,126$ g ET/100 g. Concluyeron que la *E. intortum* y *E. spiculatum* pueden considerarse candidatos potenciales para el diseño de ingredientes funcionales en las industrias farmacéuticas y nutraceuticas.

Según Puteri-Adiba et al. (2021), en su estudio determinaron la capacidad antioxidante y fenoles totales en láminas foliares y los pecíolos de *Alocasia farisii* utilizando tres disolventes de polaridad diferente que son acetato de etilo, etanol y metanol. Metodológicamente para el contenido fenólico total utilizaron el reactivo de Folin-Ciocalteu con algunas modificaciones y la capacidad antioxidante mediante el ensayo de eliminación de 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH). Lograron resultados para el extracto metanólico mayor

contenido fenólico total y capacidad antioxidante con 0,00434 g EAG/100 g y 66,43 %, respectivamente. El acetato de etilo con la polaridad más baja tuvo el valor más bajo, 0,00348 g EAG / 100 g de contenido fenólico total y 58,274 % de capacidad antioxidante. El valor IC50 muestra que el metanol registró el valor más bajo a 339,905 $\mu\text{g/mL}$, lo que indica una alta actividad de eliminación de radicales, mientras que el acetato de etilo tiene el valor IC50 más alto (400 $\mu\text{g/mL}$), lo que indica una baja eliminación de radicales. Concluyeron que los extractos de láminas foliares y pecíolos de *A. farisii* pueden explotarse como fuentes naturales de antioxidantes.

Según Lustre (2022), en su artículo científico sobre los superpoderes de las plantas: los metabolitos secundarios en su adaptación y defensa. Donde menciona que los metabolitos primarios de las plantas están implicados en su crecimiento, desarrollo y reproducción, mientras que los metabolitos secundarios juegan un papel muy importante para adaptarse al estrés del ambiente y sirve para defenderse de los potenciales animales que pudieran depredarlas y el ataque de ciertos organismos que causan enfermedad (patógenos). Los vegetales suelen producir y liberar dichos metabolitos al encontrarse en situaciones de estrés, que los ocasionan factores no vivos, otros organismos vivos o debido a daños físicos. Este tema fue percibido por distintos investigadores llegando a descubrir amplios beneficios otorgados por los metabolitos secundarios, siendo las principales en las industrias cosmética, farmacéutica, nutracéutica y agrícola.

Según Van et al. (2020), investigaron la capacidad antioxidante y contenido de flavonoides, triterpenoides, polifenol y polisacáridos de cormos (parénquima vascular de reserva y peridermis) de dos especies de *Amorphophallus* (Araceae). La metodología que emplearon fue un ensayo espectrofotométrico (UV-VIS) y el software UVWin6 v6.0.0, lo que constituye un paso importante para una mayor utilización y aplicación de estas especies. Los resultados mostraron que el cormo de *Amorphophallus opertus* contenía flavonoides totales de $0,031 \pm 0,0009$ g EQ/100 g, polifenoles totales de $0,0026 \pm 0,0001$ g EAG/100 g y una fuerte capacidad antioxidante (DPPH) con $0,027 \pm 0,001$ mg TE/g. Por otra parte, el cormo de *A. lanceolatus* contenía flavonoides totales con $0,003 \pm 0,0004$ g EQ/100 g, polifenoles totales de $0,0029 \pm 0,0003$ g EAG/100 g y capacidad antioxidante (DPPH) con $0,017 \pm 0,001$ mg TE/g. Concluyeron que la capacidad antioxidante (DPPH) fue mayor en *A. opertus*.

Según García-Caparrós et al. (2021), hicieron una revisión sobre el estrés oxidativo y metabolismo antioxidante en condiciones ambientales adversas. Mencionan que existe un equilibrio entre la generación y la eliminación de especies reactivas de oxígeno

(ROS), pero este equilibrio se ve obstaculizado por diferentes factores de estrés bióticos y abióticos. El sistema antioxidante de defensa está compuesto por dos grupos: a) antioxidantes enzimáticos; b) antioxidantes no enzimáticos. Estos dos grupos trabajan juntos con el objetivo principal de eliminar las ROS, pero también en la determinación de la señalización de las plantas, la respuesta inmune y el crecimiento y desarrollo de los vegetales. Concluyeron que esta información es crucial para comprender y diseñar mejores procedimientos para que las plantas toleren al estrés, lo que conduce a una mejor gestión de las plantas agrícolas en condiciones climáticas desafiantes y cambiantes y a la seguridad alimentaria.

Kumari et al. (2023), en su investigación titulada fenilalanina en movimiento: La historia de una molécula esencial con múltiples caras, tuvo como objetivo de revelar los múltiples efectos del aumento de la disponibilidad de pH en las plantas, seguido del aumento de los niveles de fenilpropanoides, en condiciones de ausencia de estrés, realizaron una revisión, donde lograron encontrar que la fenilalanina tiene un papel único en las plantas como fuente de metabolitos especializados, llamados fenilpropanoides que contribuyen a que una planta se adapte a las condiciones cambiantes del desarrollo y el ambiente, estos metabolitos difieren entre plantas y partes vegetativas. La biosíntesis de fenilalanina bajo estrés induce un aumento en los niveles de fenilpropanoide.

Tuncay y Cankaya (2020), en su investigación titulada análisis de feniletanoides y sus derivados glucosídicos. Encontraron información que los fenilpropanoides distribuyen de manera amplia en las especies de plantas desempeñando funciones importantes durante su desarrollo, suelen actuar como componente esencial de la pared celular, protegen de la luz intensa y la radiación UV, fitoalexinas contra herbívoros y patógenos, y pigmentos que median las interacciones planta-polinizador. Además, los fenilpropanoides poseen diversas actividades biológicas beneficiosas para la salud humana.

Singh et al. (2023), llevaron a cabo una revisión titulada revisando el papel de los fenilpropanoides en la defensa de las plantas contra el estrés UV-B. En la cual destacan a la radiación ultravioleta-B (UV-B) que ha generado alteraciones morfológicas, fisiológicas, citológicas y bioquímicas en las plantas, este tipo de radiación afecta negativamente el crecimiento y desarrollo vegetal, lo que ha llevado a las plantas a desarrollar estrategias adaptativas para contrarrestar sus efectos perjudiciales, mediante la acumulación de compuestos bioactivos, especialmente compuestos bioactivos derivados de la vía biosintética de los fenilpropanoides, estos compuestos actúan como fotoprotectores al absorber la radiación UV-B. así mismo los fenilpropanoides generados bajo estas condiciones son eficientemente transportados a diversos compartimentos celulares y su movilización está

restringida por membranas, lo cual forma parte de un sistema dinámico de defensa y adaptación al estrés del ambiente.

Ray et al. (2024), realizaron una investigación titulada una perspectiva sobre el papel de los compuestos fenólicos en la tolerancia al estrés abiótico en las plantas: perspectiva actual para un medio ambiente sostenible. Encontraron mediante su revisión que los compuestos fenólicos (CP) son una clase importante de compuestos bioactivos producidos por las plantas y son esenciales para el desarrollo natural de todo su ciclo de vida. Los CP se forman en las plantas tanto en condiciones favorables como desfavorables. En condiciones desfavorables como sequía, salinidad, toxicidad por metales pesados y temperaturas extremas, la biosíntesis de fenilpropanoides se activa, lo que conlleva una mayor acumulación de compuestos fenólicos. Estos actúan como agentes antioxidantes al neutralizar especies reactivas de oxígeno (ERO) generadas en exceso durante el estrés, contribuyendo así a la protección y adaptación de los tejidos vegetales frente a daños oxidativos.

Yadav et al. (2020), en su investigación titulada ingeniería de la vía de los fenilpropanoides: un enfoque emergente para la defensa de las plantas. Realizaron una revisión donde encontraron que los patógenos que impactan la pared celular de la planta son el primer impulso que desencadena la vía fenilpropanoide para la defensa de la planta. La vía fenilpropanoide se bifurca en la producción de una enorme gama de compuestos basados en los pocos intermediarios de la vía del shikimato en respuesta a las brechas de la pared celular por patógenos.

Khawula et al. (2023), realizaron una investigación titulada perspectivas sobre los efectos del ácido hidroxicinámico y sus metabolitos secundarios como antioxidantes para el estrés oxidativo y el crecimiento de los vegetales sometidas a estrés ambiental. Encontraron que la inmovilidad de las plantas las hace constantemente susceptibles a diversos tipos de estrés abiótico y biótico, estos producen especies reactivas de oxígeno (ROS), que causan reacciones celulares secundarias comparables (estrés osmótico u oxidativo), lo que lleva a restricciones de la productividad agrícola en todo el mundo. Para mitigar estos tipos de estrés, las plantas producen ácidos fenólicos en respuesta al estrés abiótico o biótico. Esta síntesis se inicia en la vía del shikimato, la cual conduce a la formación de fenilalanina, un aminoácido clave que actúa como punto de partida para la vía de los fenilpropanoides.

Liu et al. (2021), en su investigación sobre la red de biosíntesis de flavonoides en las plantas. Realizaron una revisión general encontrando que los flavonoides se derivan de la vía metabólica de los fenilpropanoides, como la fitoalexinas o los antioxidantes, tienen la capacidad de eliminar especies reactivas de oxígeno (ROS) y protegen a los

vegetales del daño ocasionado debido al estrés biótico y abiótico, incluyendo la radiación UV, el estrés por frío, la infección por patógenos y la alimentación de insectos.

2.3.2. Nacional

Según Miranda (2019), realizó un estudio cuyo objetivo fue evaluar la actividad antiproliferativa, antioxidante y antiinflamatoria de los componentes químicos de las láminas foliares de *Buddleja incana* (quishuar), *Pipper aduncum* (matico) y *D. spruceanum* (jergón sachá). Metodológicamente caracterizó fitoquímicamente y fraccionó en distintos solventes en base a la polaridad, logrando tener 5 muestras por cada planta. Como resultados logró obtener que el *D. spruceanum* tuvo más potencia en la actividad antiinflamatoria y antiproliferativa y en cuanto a los metabolitos presentan en bajas cantidades a las saponinas, flavonoides y esteroides.

2.3.3. Regional

Salazar-Díaz et al. (2021), realizaron una investigación titulado actividad antioxidante de *Aspidosperma excelsum* (remo caspi), *Dracontium lorentense* (jergón sachá) y *Pothemorphe peltata* (cordoncillo de hoja grande). Metodológicamente usaron cormos (parénquima vascular de reserva y peridermis) de *D. lorentense* y evaluaron utilizando el método Folin-Ciocalteu para fenoles totales y colorimétrico con cloruro férrico para flavonoides totales. Prepararon extractos hidro-alcohólicos al macerar exhaustivamente por un periodo de siete días. Los resultados que obtuvieron de fenoles y flavonoides totales fueron de 0,515 g EAG/100 g y 0,052 g EQ/100 g. Como conclusión, se puede tener en consideración a estas especies como fuentes promisorias de metabolitos secundarios.

2.3.4. Local

Bocanegra (2007), al estudiar la composición fitoquímica de extractos provenientes del corno de *Dracontium lorentense* y la variación respecto a su ubicación geográfica. Metodológicamente para la identificación de los metabolitos secundarios empleó el método por gota y separaciones cromatográficas tomando en consideración una muestra proveniente de tres zonas ecológicas diferentes de la región de San Martín, la primera del valle Mishquiyacu en el distrito de Pamashto, la segunda del distrito de Barranquita, ambas de la provincia de Lamas, y el último del sector Cerro Escalera en la provincia de San Martín. Como resultado, de las muestras obtuvo la presencia de alcaloides, flavonoides, esteroides, saponinas y catequinas. También encontró diferencias cualitativas en las diferentes procedencias según su ubicación geográfica.

Según Moreno (2023), en la publicación de su estudio que tuvo como objetivo caracterizar fitoquímicamente, cuantificar los fenoles totales y evaluar la capacidad

antioxidante en extractos de *Dracontium lorentense*, *Pouteria caimito* (caimito) y *Laportea aestuans* (ishanga). Metodológicamente empleó muestras deshidratadas a 50 °C, molidas y tamizadas. Como resultados presentó valores de 0,50 g EAG/100 g el corno (parénquima vascular de reserva y peridermis) de *D. lorentense* y del análisis químico proximal presentó carbohidratos en 93,79%. Según el análisis fitoquímico, las tres especies muestran que contienen azúcares reductores, saponina, terpenoides, esteroides y solamente los flavonoides se presentó en *L. aestuans*.

Aybar (2022), realizó un estudio con el objetivo de determinar las características fisicoquímicas, funcionales y térmicas de dos variedades de *Colocasia esculenta* (pituca) y de sus harinas precocidas obtenidas por extrusión. Metodológicamente usó los cormos de pituca de la variedad morada. Las muestras con diferentes humedades fueron llevadas a extrusión. Evaluó la capacidad antioxidante, polifenoles y flavonoides. Los resultados mostraron que la variedad morada presenta más compuestos funcionales: capacidad antioxidante en función a los radicales DPPH con $0,422 \pm 0,031$ mMol ET/100 g, polifenoles de $0,141 \pm 0,005$ g EAG/100 g y flavonoides con $0,064 \pm 0,001$ g EC/100 g. La harina de variedad morada que fue extruida a 15% de humedad obtuvo más valor en: capacidad antioxidante por DPPH 0,950 mMol ET/100 g, polifenoles 0,441 g EAG/100 g, flavonoides 0,014 g EC/100 g. Concluyen que las características térmicas de la harina, con respecto a la temperatura de transición presentan cambios significativos en la temperatura pico y la energía requerida suele disminuir de manera significativa en harinas precocidas de *C. esculenta* variedad morada extruida a 15% de humedad.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación geográfica

La presente investigación estuvo comprendida en dos fases, la primera constó en la recolección de plantas de *D. plowmanii* las mismas que provinieron de diferentes localidades comprendidas dentro de las altitudes de 250 a 500, 750 a 1 000 y 1 250 a 1 500 m s. n. m. de las regiones de Huánuco y San Martín. En la altitud de 250 a 500 m s. n. m. estuvieron comprendidos los centros poblados de Jorge Chávez, Nuevo Jaén y caserío Nueva Libertad; la altitud de 750 a 1 000 m s. n. m. los caseríos Julio Cesar Tello, Chontayacu y La Merced de Locro y en 1 250 a 1 500 m s. n. m. el anexo Puente Moena y el centro poblado San Pedro de Pacchaj. Las coordenadas de los puntos de recolección se presentan a continuación.

Tabla 1. Coordenadas UTM (Datum WGS 84, UTM) de los puntos de colección de plantas de *D. plowmanii*.

N°	Código	Gradiente altitudinal (m s. n. m.)	Localidades	Este	Norte
1		250 a 500	Jorge Chavez **	346 709	9 068 259
2	GAA	250 a 500	Nueva Libertad *	328 725	9 089 810
3		250 a 500	Nuevo Jaen **	316 387	9 155 138
4		750 a 1 000	La Merced de Locro *	383 051	8 987 547
5	GAB	750 a 1 000	Julio Cesar Tello *	379 041	8 989 018
6		750 a 1 000	Chontayacu *	378 627	8 990 303
7		1 250 a 1 500	San Pedro de Pacchaj **	395 854	8 961 616
8	GAC	1 250 a 1 500	Puente Moena ***	398 846	8 963 335
9		1 250 a 1 500	Puente Moena ***	398 846	8 963 326

*: Caserío, **: Centro poblado, ***: Sector.

La segunda fase consistió en la realización del análisis químico de las muestras para determinar el contenido de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante, la misma que se realizó en el Centro de Investigación en Biodiversidad para la Salud en la Amazonía Peruana (BIOCENRO) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

3.1.2. Ubicación política

La presente investigación se enmarcó en el ámbito territorial de los departamentos Huánuco y San Martín, en donde se situaron las localidades de colección de las plantas de jergón sachá para el estudio (**Tabla 2**).

Tabla 2. Ubicación política de las localidades de donde se colectaron las plantas de *D. plowmanii*.

N°	GA (m s. n. m.)	Localidades	Distrito	Departamento
1	250 a 500	Jorge Chavez **	Uchiza	San Martín
2	250 a 500	Nueva Libertad *	Tocache	San Martín
3	250 a 500	Nuevo Jaen **	Campanilla	San Martín
1	750 a 1 000	La Merced de Locro *	José Crespo y Castillo	Huánuco
2	750 a 1 000	Julio Cesar Tello *	José Crespo y Castillo	Huánuco
3	750 a 1 000	Chontayacu *	José Crespo y Castillo	Huánuco
1	1 250 a 1 500	San Pedro de Pacchaj **	Mariano Dámaso Beraún	Huánuco
2	1 250 a 1 500	Puente Moena ***	Mariano Dámaso Beraún	Huánuco
3	1 250 a 1 500	Puente Moena ***	Mariano Dámaso Beraún	Huánuco

GA: Gradiente altitudinal, *: Caserío, **: Centro poblado, ***: Sector.

3.1.3. Parámetros meteorológicos

Los parámetros meteorológicos de los lugares de donde se recolectaron el material vegetativo para el estudio se indican en la (**Tabla 3**).

Tabla 3. Parámetros meteorológicos de las localidades de donde se colectaron las plantas de *D. plowmanii*, 2024.

Estación meteorológica	Lugares	Temperatura (°C)			HR (%)	Precipitación anual (mm)
		Máx.	Med.	Mín.		
Campanilla	Nuevo Jaen	34,10	28,59	23,08	70,40	1 662,19
Tananta	Nueva Libertad	32,34	27,02	21,70	81,27	2 397,60
Uchiza	Jorge Chavez	29,81	24,95	20,08	84,16	3 178,20
	La merced de Locro -					
Aucayacu	Julio Cesar Tello -	31,17	26,26	21,37	81,27	3 441,10
	Chontayacu					
Tingo María	San Pedro de Pacchaj -	31,48	26,41	21,32	80,47	3 220,50
	Puente Moena					

RH: Humedad Relativa. Fuente. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI (2024).

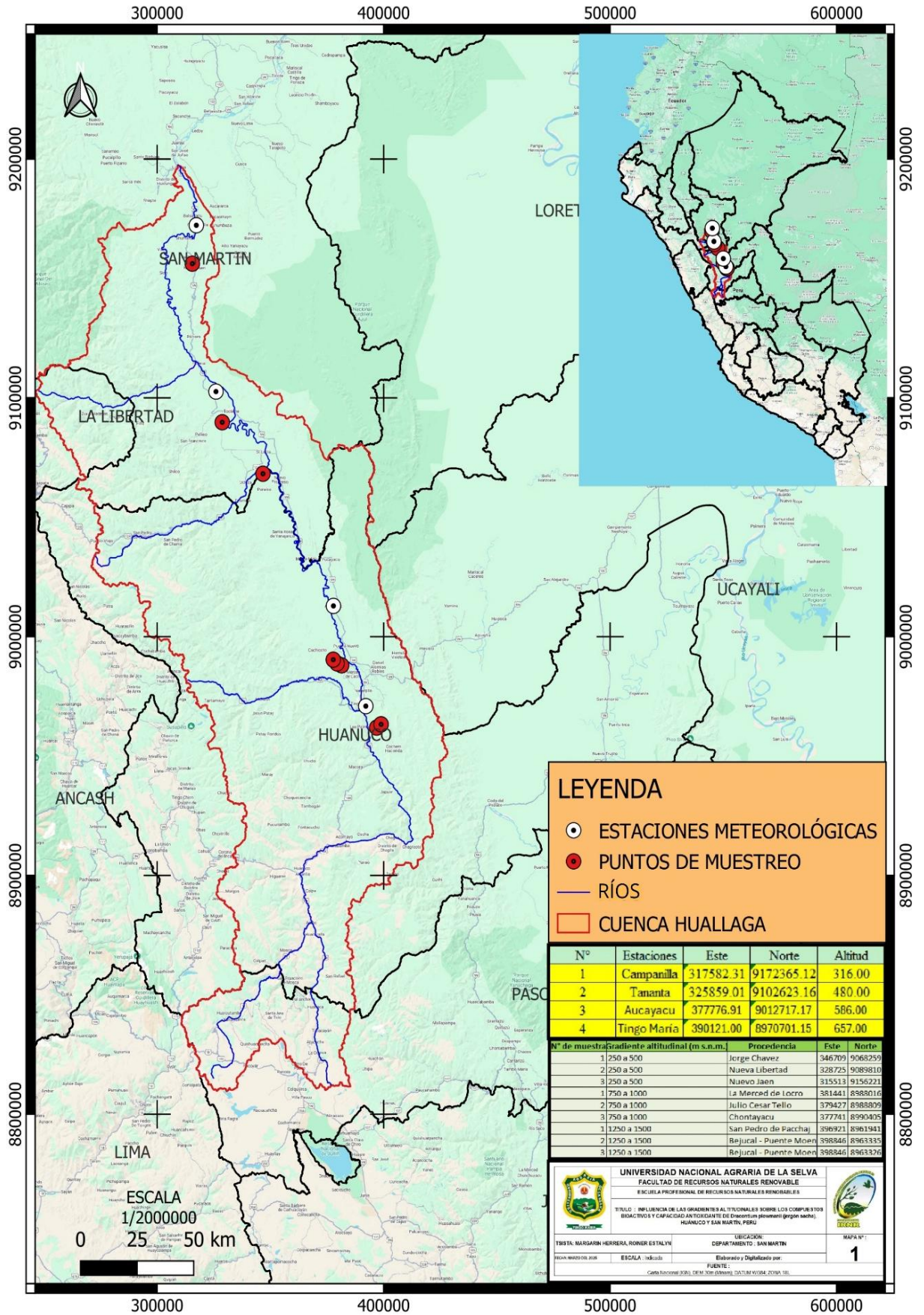


Figura 2. Puntos de muestreo en las localidades de donde se colectaron las plantas de *D. plowmanii*.

3.2. Material y métodos

3.2.1. Materiales y equipos

Como material biológico se consideró a las plantas de *D. plowmanii* extraídas con todo su cormo, procedentes de diferentes localidades tomando en consideración las gradientes altitudinales (**Tabla 1**). Como materiales de laboratorio se emplearon bolsas plásticas con cierre hermético, bolsas kraft, frascos de vidrio, tubos cónicos para centrifugar, frasco de vidrio ámbar, micropipetas de 10-1 000 μ L, pizeta de polietileno transparente de 250 mL, puntas pipeta de 1 000 μ L, tubos eppendorf de 2 mL, cubeta de poliestireno de 1,5 mL, probeta de 100 mL \pm 1 mL, vaso de precipitado de 25, 50, 100, 500 mL y fioles de 10, 25, 100 y 1 000 mL.

Como equipos de laboratorio se utilizaron la estufa eléctrica (FD 23, Binder, Alemania), balanza analítica (Pr series, Ohaus, Estados Unidos), molino de cuchillas (importado, RAF, China), agitador con vórtice (Vortex Mixer, VWR, Estados Unidos), agitador orbital (LJ004, RS LAB, Estados Unidos), centrífuga (352R, MPW, Polonia), ultra congelador (L - 1327, CIMMSA, Perú), espectrofotómetro Uv/Vis (GENESYS, Thermoscientific, Estados Unidos), así mismo, como reactivos se hizo uso el alcohol etílico 96° (C_2H_6O), agua destilada (H_2O_d), ácido clorhídrico (HCl), ácido gálico ($C_7H_6O_5$), Folin Ciocalteu (0,2 N), carbonato de sodio (Na_2CO_3) al 7,5 % (p/v), (+)-catequina hidratada al 98%, nitrito de sodio ($NaNO_2$) al 5% (p/v), cloruro de aluminio ($AlCl_3$) al 10% (p/v), hidróxido de sodio (NaOH) 1 N, 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 90% pureza, (\pm)-6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethyl-chromane - 2-carboxylic acid, conocido comercialmente como Trolox. Y como equipo de posicionamiento se usó el GPS para tomar los puntos de ubicación de las plantas colectadas.

3.2.2. Metodología

3.2.2.1. Fase de campo

Las plantas de *D. plowmanii* fueron colectadas durante el mes de setiembre del año 2024, una vez extraídas las plantas con todo su cormo, se procedió a realizar el seccionamiento de las diferentes partes vegetativas (parénquima vascular de reserva, peridermis, peciolo, lámina foliar) haciendo uso de un cuchillo, luego se colocó en prensas botánicas y bolsas de polietileno con cierre hermético las mismas que fueron previamente codificadas para su fácil identificación y se transportaron hacia el BIOCENRO y parte del material botánico se envió al Herbario Selva Central Oxapampa (HOXA) - Jardín Botánico de MISSOURI con fines de que se determine el nombre científico correcto de la especie en estudio.

3.2.2.2. Evaluación de fenoles totales y flavonoides totales que se encuentran en el parénquima vascular de reserva, peridermis, peciolo y lámina foliar de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes

El procedimiento para la extracción de los fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante del parénquima vascular de reserva, cáscara, peciolo y lámina foliar se describe a continuación:

a. Preparación de las muestras

Previamente a su análisis, las muestras fueron lavadas con agua corriente para eliminar impurezas, luego se dejaron orear en bandejas perforadas durante 1 hora. Para este proceso, los cormos (parénquima vascular de reserva y peridermis), peciolo y láminas foliares fueron agrupados según gradientes altitudinales. Posteriormente se seccionaron en fragmentos y se colocaron en una estufa a 50 °C manteniendo sus respectivas codificaciones, para ser deshidratadas durante 72 horas. Una vez secas, las muestras fueron molidas y almacenadas en frascos de vidrio cubiertos con papel aluminio, con el fin de evitar el deterioro de los compuestos bioactivos y antioxidantes por exposición a la luz. Finalmente, se conservaron en un ultracongelador a -30 °C hasta su análisis correspondiente (Srisuksomwong et al., 2023).

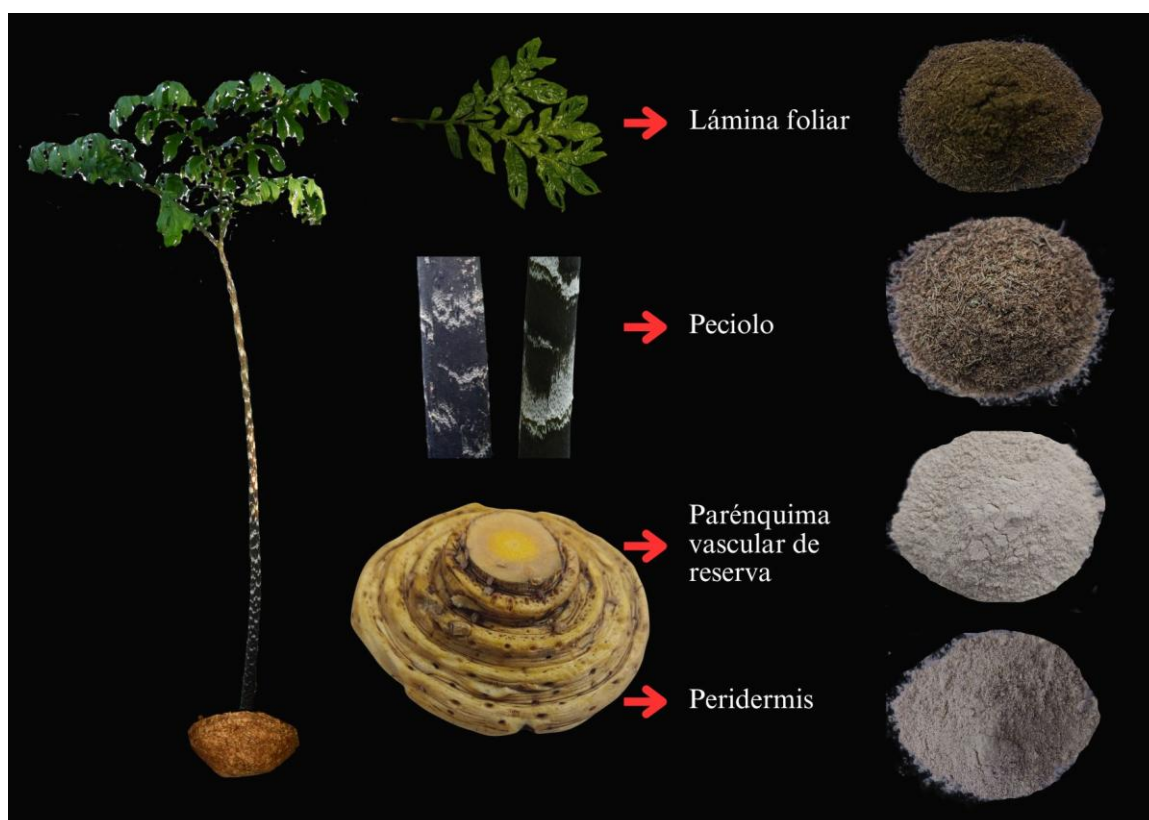


Figura 3. Partes vegetativas de *D. plowmanii* para la obtención de harina.

b. Preparación de los extractos

Se siguió el método descrito por Aranda-Ventura et al. (2021). Para ello, un gramo de muestra se mezcló con 20 mL de una disolución hidroalcohólica al 80% (v/v), acidificada con ácido clorhídrico al 1%. La mezcla fue agitada durante 5 minutos en un agitador vortex y posteriormente en un agitador orbital, a 250 rpm durante 24 h, en oscuridad y a temperatura ambiente. Luego, se centrifugó a 10 000 rpm durante 10 min a 4 °C y el sobrenadante obtenido se almacenó a menos de 20 °C hasta su análisis.

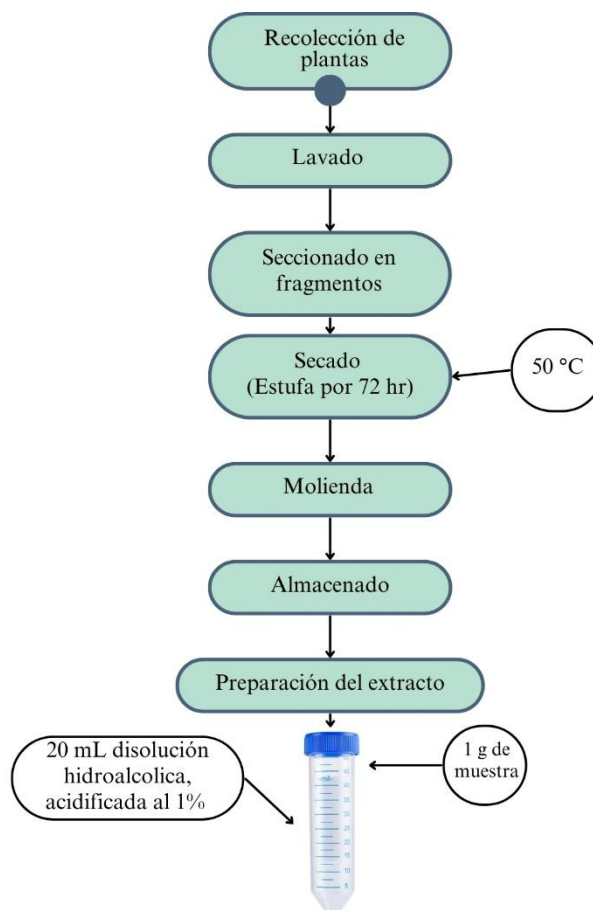


Figura 4. Flujograma del proceso para la obtención de los extractos de *D. plowmanii*.

- Evaluación de fenoles totales

La evaluación de fenoles totales se realizó mediante el método de Folin-Ciocalteu, según lo descrito por Salamatullah et al. (2022). Se mezclaron 100 μ L del extracto con 500 μ L de reactivo Folin Ciocalteu (0,2 N) y 400 μ L de carbonato de sodio al 7,5% (p/v). La mezcla se dejó reposar durante 2 horas en oscuridad y a temperatura ambiente. Para la curva estándar, se empleó un procedimiento similar, sustituyendo el extracto por soluciones de ácido gálico a concentraciones de 1; 2,5; 5; 7,5 y 10 μ g/mL.

El contenido fenólico se expresó en gramos equivalentes de ácido gálico por 100 gramos de muestra (g EAG/100 g). Las absorbancias se midieron a 740

nm utilizando un espectrofotómetro UV-Vis (GENESYS 180, Thermo Scientific, EE. UU.). La ecuación de la curva de calibración fue: $y=0,0975x + 0,0185$, con un coeficiente de determinación de $R^2=0,9999$ (**Figura 9**).

- Evaluación de flavonoides totales

La evaluación de flavonoides se realizó mediante el método espectrofotométrico de cloruro de aluminio descrito por Sari et al. (2023). Para ello, se utilizaron 100 μL del extracto, los cuales se mezclaron con 30 μL de solución de nitrito de sodio al 5% (p/v) y se dejó reposar durante 6 minutos. Posteriormente, se añadió 30 μL de solución de cloruro de aluminio al 10% (p/v) y se dejó reposar por 5 minutos adicionales. Luego se incorporaron 200 μL de solución de hidróxido de sodio a 1 M, finalmente se añadió 640 μL de agua destilada.

La absorbancia se midió a 510 nm en un espectrofotómetro UV-Vis (GENESYS 180, Thermo Scientific, EE. UU.) después de 30 minutos de reacción. Para la cuantificación, se utilizó catequina en concentraciones de 1; 2,5; 5; 7,5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45 y 50 $\mu\text{g/mL}$ como estándar analítico, con el que se elaboró la curva de calibración concentración versus absorbancia. Las muestras fueron analizadas bajo las mismas condiciones y los resultados se expresaron en gramos equivalentes de catequina por 100 gramos de muestra (g EC/100 g). La ecuación obtenida fue: $y=0,0243x + 0,0299$, con un coeficiente de determinación de $R^2=0,9997$ (**Figura 10**).

3.2.2.3. Evaluación de la capacidad antioxidante que se encuentran en el parénquima vascular de reserva, peridermis, peciolo y lámina foliar de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes

La preparación de las muestras y la obtención de los extractos se llevaron a cabo siguiendo el mismo protocolo descrito en el primer objetivo (**Figura 3 y Figura 4**).

a. Evaluación de la capacidad antioxidante

- Test DPPH

Se determinó de acuerdo con la metodología descrita por Sahoo et al. (2022), a partir de una solución metanólica de DPPH^{*+} (1mM), se preparó una solución de trabajo de DPPH^{*+} (100 μM).

- Preparación de la curva estándar

Se utilizó (\pm)-6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethyl-chromane - 2-carboxylic acid (Trolox) como estándar en concentraciones de 0,3; 0,2; 0,1 y 0,05 mM. Se mezclaron 25 μL de cada concentración con 975 μL de la solución de DPPH^{*+} (100 μM). Un

blanco con metanol se incluyó para evitar interferencias del disolvente. Las mezclas se dejaron reaccionar durante 30 minutos, y las absorbancias se midieron a 515 nm en un espectrofotómetro uv-vis. Los datos se emplearon para construir la curva estándar ($y=3,2831x+0,0417$), con un coeficiente de determinación de $R^2= 0,9992$ (Figura 11).

- Análisis de muestras

El procedimiento fue similar al descrito para la preparación de la curva estándar, sustituyendo el estándar por 25 μL de extracto. Las absorbancias obtenidas se remplazaron en la ecuación de la curva estándar para calcular la capacidad antioxidante, expresada en milimoles equivalentes de Trolox por 100 gramos de muestra seca (mMol ET/100 g muestra seca).

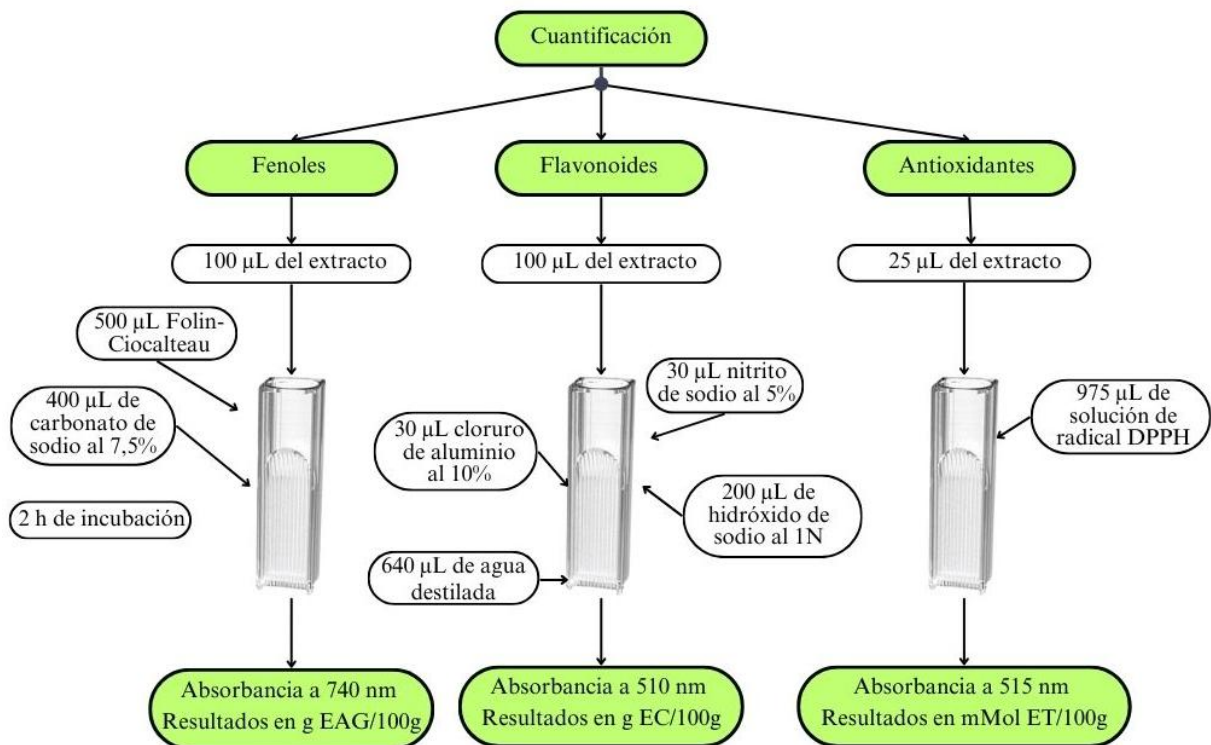


Figura 5. Flujograma del procesamiento de cuantificación de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante de *D. plowmanii*.

3.2.2.4. Influencia de las gradientes altitudinales en el contenido de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante en el parénquima vascular de reserva, peridermis, peciolo y lámina foliar de *D. plowmanii*

Se organizaron los datos obtenidos del contenido de fenoles totales, flavonoides totales y la capacidad antioxidante por cada parte vegetativa de *D.*

plowmanii (parénquima vascular de reserva, peridermis, pecíolo y lámina foliar) recolectadas en tres gradientes altitudinales (250 a 500, 750 a 1 000 y 1 250 a 1 500 m s. n. m.). Posteriormente, los valores promedio de cada variable fueron sistematizados e ingresados en una matriz de datos en el software estadístico SPSS. Se procedió a realizar un análisis de varianza (ANVA) de una vía, considerando como factor las gradientes altitudinales y como variables los valores cuantificados de los compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante. Para la identificación de las diferencias estadísticamente significativas entre altitudes, se aplicó la prueba post hoc de Tukey. Los resultados obtenidos fueron representados mediante tablas y gráficos, con el fin de facilitar la comparación entre las diferentes altitudes.

3.2.2.5. Enfoque de investigación

El enfoque de investigación fue cuantitativo, en razón que la recolección de datos se basó en mediciones numéricas de las variables en estudio (Hernández et al., 2014).

3.2.2.6. Tipo de investigación

La presente investigación se enmarca dentro del tipo de estudio básica, debido a que su propósito principal es ampliar el conocimiento científico sobre la influencia de las gradientes altitudinales en los compuestos bioactivos de *D. plowmanii*. Según Arias y Covinos (2021), este tipo de estudio no busca una aplicación inmediata, sino que contribuye al desarrollo teórico y fundamenta futuras investigaciones aplicadas.

3.2.2.7. Alcance de investigación

La investigación fue de nivel explicativo en razón de establecer la relación de causalidad de las gradientes altitudinales sobre los bioactivos y capacidad antioxidante presentes en las plantas de *D. plowmanii* (Supo, 2014).

3.2.2.8. Diseño de investigación

La presente investigación corresponde a un diseño cuasiexperimental, dado que se evaluó la influencia de una variable independiente no manipulada (gradientes altitudinales) sobre variables dependiente cuantificables (contenido de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante) en distintas partes vegetativas de *D. plowmanii*. Este diseño se ajusta a los criterios establecidos por (Hernández et al., 2014), quienes señalan que un diseño cuasiexperimental se aplica cuando no se puede asignar aleatoriamente a los sujetos experimentales, pero se busca establecer la relación causa-efecto entre las variables de estudio. En este caso, las altitudes de muestreo no fueron manipuladas intencionalmente, sino que se seleccionaron lugares que naturalmente presentaban diferentes gradientes altitudinales (250 a 500, 750 a 1 000, y 1 250 a 1 500 m s. n. m.).

3.2.2.9. Variables

Independiente:

Gradiente altitudinal

Dependiente:

Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante

3.2.2.10. Población, muestra y muestreo

La población estuvo comprendida por plantas de *D. plowmanii* que se encontraron en el área de estudio, teniendo en cuenta las diferentes gradientes altitudinales en las regiones de Huánuco y San Martín. La muestra estuvo constituida por tres plantas por gradiente altitudinal y el muestreo fue no probabilístico intensional, considerando el diámetro de los cormos comprendido entre 18 a 22 cm.

3.2.2.11. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica para la recolección de datos fue la observación participante, donde el tesista intervino directamente de la toma de datos con el apoyo del Ing. Darlym Reategui Diaz especialista del BIOCENTRO de la UNAS.

3.2.2.12. Análisis de datos

Los datos obtenidos fueron organizados en Microsoft Excel (Microsoft Corp., EE.UU.) y posteriormente analizados estadísticamente con el software IBM SPSS Statistics versión 26 (IBM Corp., EE.UU.). Debido al número limitado de repeticiones por muestra ($n = 3$), no se aplicaron pruebas formales de normalidad, porque su poder estadístico no es suficiente para generar resultados válidos con muestras tan pequeñas (Supo y Zacarías, 2020). En este contexto, se siguió el criterio metodológico reportado por Moreno (2023), Salazar-Díaz (2021), Bocanegra (2007) y Kumar et al. (2023), quienes aplicaron el análisis de varianza (ANVA) con 3 repeticiones en estudios similares, lo que permitió obtener inferencias válidas en estudios sobre compuestos bioactivos. Considerando estos antecedentes metodológicos y la naturaleza cuasiexperimental de esta investigación, se emplearon tres repeticiones por muestra para evaluar el contenido de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante en partes vegetativas de *D. plowmanii* procedentes de diferentes gradientes altitudinales. Esto permitió aplicar un ANVA de una vía para determinar la existencia de diferencias significativas entre las gradientes altitudinales.

Posteriormente, al evidenciarse diferencias estadísticamente significativas mediante el ANVA ($p \leq 0,05$), se procedió con la prueba post hoc de Tukey, con el fin de identificar entre qué altitudes se producían dichas diferencias. Este procedimiento fue respaldado metodológicamente por estudios previos que aplicaron un enfoque similar. Como

los reportados por Rajni et al. (2023), Nur-Hadirah et al. (2021), Shete et al. (2015) y Jaradat y Abualhasan (2016), quienes emplearon un enfoque estadístico similar para el análisis de compuestos bioactivos, utilizando tres repeticiones por tratamiento. A pesar del tamaño muestral reducido, dichos estudios validan la aplicación del ANVA seguido de la prueba de Tukey, lo cual respalda la pertinencia metodológica del presente análisis.

En consecuencia, el enfoque estadístico adoptado en este estudio se sustentó en criterios metodológicos ampliamente aceptados en la literatura científica. Siguiendo las recomendaciones de Hernández et al. (2014) respecto a investigaciones de campo con variables ambientales no manipulables, es posible aplicar análisis paramétricos, para ello se aplicó el análisis de varianza (ANVA) y la prueba post hoc de Tukey, incluso con un número reducido de repeticiones ($n = 3$). Esta elección metodológica se respalda en estudios previos en el ámbito fitoquímico, en los que se ha demostrado que dicho nivel de replicación puede ser adecuado para establecer diferencias significativas entre tratamientos. De esta manera, fue posible identificar variaciones en el contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante entre gradientes altitudinales, asegurando la validez de las inferencias obtenidas. El análisis se organizó de acuerdo con los objetivos específicos establecidos en la investigación.

a. Evaluación del contenido de fenoles y flavonoides totales

Para cada parte vegetativa (parénquima vascular de reserva, peridermis, pecíolo y lámina foliar), se analizaron los contenidos de fenoles y flavonoides totales según la altitud de procedencia. Se calcularon medias y desviaciones estándar, y se aplicó ANVA para comparar los valores entre las diferentes altitudes. La prueba de Tukey permitió identificar los grupos con diferencias estadísticamente significativas. Los resultados se expresaron en g EAG/100 g para fenoles y g EC/100 g para flavonoides.

b. Evaluación de la capacidad antioxidante

Se determinó la capacidad antioxidante mediante el método DPPH para cada parte vegetativa. Los resultados se expresaron en términos de equivalentes de Trolox (mMol ET/100 g). Se aplicó ANVA para evaluar el efecto de la altitud sobre la capacidad antioxidante, seguido de la prueba de Tukey para distinguir las diferencias significativas entre gradientes.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Cuantificación de fenoles y flavonoides totales en el parénquima vascular de reserva, peridermis, peciolo y lámina foliar de *D. plowmanii*

4.1.1. Cuantificación de fenoles totales

Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas del contenido de fenoles totales de las diferentes partes vegetativas del *D. plowmanii* tomando en consideración las gradientes altitudinales de estudio (Tabla 4 y Figura 6).

Tabla 4. Fenoles totales de plantas de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Gradiente altitudinal (m s. n. m.)	Parte vegetativa	Repetición	Fenoles totales (g EAG/100 g)
250 a 500	Parénquima vascular de reserva	3	0,990 ± 0,004 ^a
750 a 1 000		3	0,924 ± 0,019 ^b
1 250 a 1 500		3	0,825 ± 0,017 ^c
Promedio total		9	0,913 ± 0,073
250 a 500	Peridermis	3	1,173 ± 0,012 ^a
750 a 1 000		3	1,007 ± 0,014 ^b
1 250 a 1 500		3	1,060 ± 0,036 ^b
Promedio total		9	1,080 ± 0,076
250 a 500	Peciolo	3	1,156 ± 0,020 ^a
750 a 1 000		3	1,059 ± 0,016 ^b
1 250 a 1 500		3	1,013 ± 0,014 ^c
Promedio total		9	1,076 ± 0,065
250 a 500	Lámina foliar	3	0,752 ± 0,008 ^c
750 a 1 000		3	2,019 ± 0,025 ^b
1 250 a 1 500		3	2,340 ± 0,031 ^a
Promedio total		9	1,704 ± 0,727

Los datos representan (media ± desviación estándar) de tres mediciones paralelas, EAG: Equivalente a ácido gálico, valores de la misma columna con superíndice diferentes son significativos ($p \leq 0,05$).

Para el caso del parénquima vascular de reserva presentó mayor contenido de fenoles totales con $0,990 \pm 0,004$ g EAG/100 g en la GAA, seguido de $0,924 \pm 0,019$ g EAG/100 g en GAB y con menor contenido de $0,825 \pm 0,017$ g EAG/100 g en GAC

(Tabla 4 y Figura 6), estos valores encontrados en el presente estudio son menores a los obtenidos por Babacan et al. (2023), quienes reportaron en cormos de *Eminium intortum* y *Eminium spiculatum* un contenido de $2,131 \pm 0,033$ y $1,868 \pm 0,034$ g EAG/100 g respectivamente. Estas diferencias posiblemente se deben a las condiciones ecológicas en las que se desarrolla el *D. plowmanii*, así como al tratarse de especies distintas.

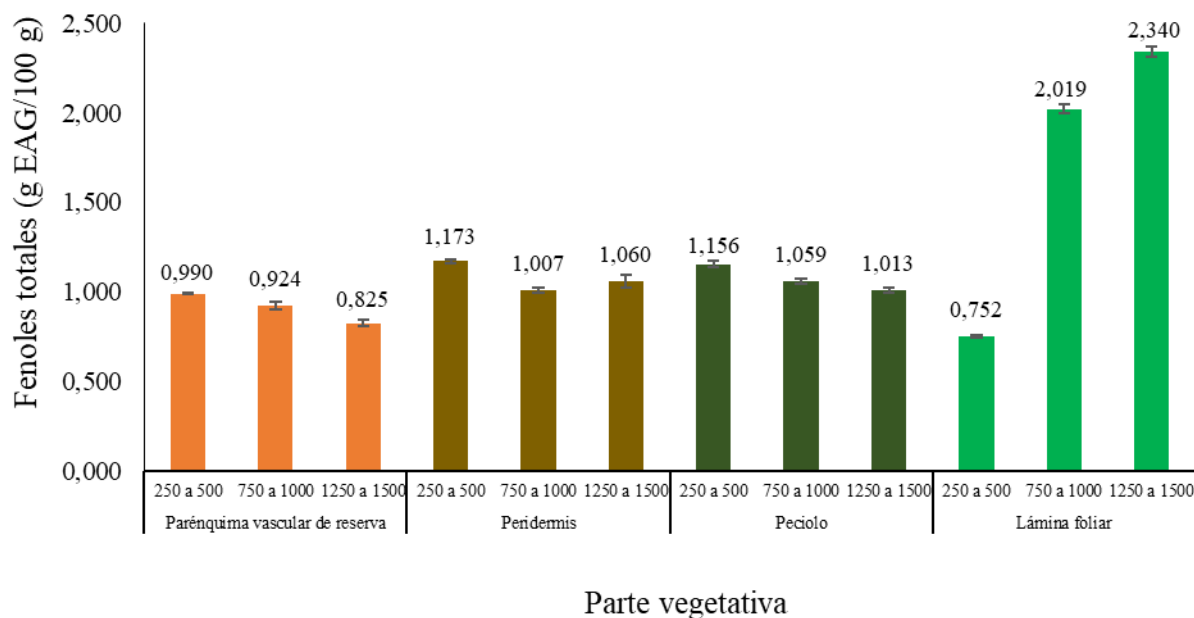


Figura 6. Fenoles totales de plantas de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Con respecto al peridermis presentó diferencia estadísticamente significativa en el contenido de fenoles con $1,173 \pm 0,012$ g EAG/100 g en la GAA con respecto a las otras gradientes altitudinales en estudio tuvieron valores menores de $1,007 \pm 0,014$ y $1,060 \pm 0,036$ g EAG/100 g en la GAB y GAC respectivamente (Tabla 4 y Figura 6). Estos resultados son superiores al reportado por Van et al. (2020), en cormos (parénquima vascular de reserva y peridermis) de *Amorphophallus opertus* y *Amorphophallus lanceolatus* presentando un contenido de fenoles de $0,0026 \pm 0,0001$ y $0,0029 \pm 0,0003$ g EAG/100 g respectivamente. Así mismo otros autores también reportaron valores inferiores como Moreno (2023), de 0,50 g EAG/100 g en cormo (parénquima vascular de reserva y peridermis) en *D. lorentense*, Shete et al. (2015), de $1,157 \pm 0,029$ y $1,055 \pm 0,034$ g EAG/100 g en *Amorphophallus commutatus* y *Amorphophallus paeonifolius* respectivamente, Salazar-Díaz et al. (2021), de 0,515 g EAG/100 g en *D. lorentense* y Aybar (2022), de $0,141 \pm 0,005$ g EAG/100 g en *Colocasia esculenta*. Contrastando los valores encontrados en el presente

estudio con el reportado por Van et al. (2020), las diferencias en los resultados probablemente se deben a diferencias interespecíficas de cada especie aun cuando pertenecen a una misma familia Araceae, con respecto a lo obtenido por Moreno (2023), se podría atribuir a las especies por ser diferentes aún cuando son del mismo género, así como a las condiciones edáficas y condiciones ambientales como la temperatura, la humedad y precipitación al constituir factores que influyen en el contenido de compuestos bioactivos.

En el peciolo el contenido de fenoles mostró un valor mayor con $1,156 \pm 0,020$ g EAG/100 g en la GAA, y alcanzaron valores inferiores de $1,059 \pm 0,016$ y $1,013 \pm 0,014$ g EAG/100 g en la GAB y GAC respectivamente (**Tabla 4** y **Figura 6**). Al contrastar con los resultados de Puteri-Adiba et al. (2021), fueron inferiores en plantas de *Alocasia farisii* con un promedio de $0,00434$ g EAG/100 g en las láminas foliares y peciolo. Estas diferencias en el contenido de fenoles podrían atribuirse a que se evaluaron especies distintas, aun siendo de la misma familia (Araceae). Así mismo, como otro factor que probablemente a influido en el contenido de fenoles totales sería las condiciones ecológicas de donde procedieron las especies, al evidenciarse que los resultados de la especie en estudio mostró diferencias en los contenidos de fenoles totales con valores menores a mayor altitud. En general considerando el contenido de fenoles totales en los diferentes componentes de la planta (parénquima vascular de reserva, peridermis y peciolo) y contrastando con lo señalado por Nur-Hadirah et al. (2021), con $3,037 \pm 0,001$ g EAG/100 g en *Colocasia esculenta* es mayor de acuerdo con los valores obtenidos en el presente estudio.

En la lámina foliar de *D. plowmanii* mostró un incremento en el contenido de fenoles totales a medida que aumenta la altitud, alcanzando un mayor valor de $2,340 \pm 0,031$ g EAG/100 g en la GAC, en comparación a los valores de $0,752 \pm 0,008$ y $2,019 \pm 0,025$ g EAG/100 g en la GAA y GAB respectivamente (**Tabla 4** y **Figura 6**), en contraste con lo reportado por Babacan et al. (2023), quienes obtuvieron contenidos superiores de fenoles totales de $2,586 \pm 0,058$ y $2,390 \pm 0,057$ g EAG/100 g en la lámina foliar de las especies de *Eminium intortum* y *Eminium spiculatum* respectivamente. De igual manera los autores Rajni et al. (2023), encontraron valores de $17,105$ g EAG/100g en láminas foliares de *Arisaema tortuosum*, al igual que Jaradat y Abualhasan (2016), reportó valores de $6,007 \pm 0,012$ g EAG/100 g en *Arum dioscoridis*, $2,749 \pm 0,032$ g EAG/100 g en *Arum elongatum*, $4,175 \pm 0,012$ g EAG/100 g en *Arum hygrophilum* y $5,317 \pm 0,022$ g EAG/100 g en *Arum palaestinum*, así mismo Kumar et al. (2023), reportó valores de $10,071 \pm 0,135$ g EAG/100 g en *Amorphophallus paeoniifolius*, lo que se corrobora con lo señalado por Miranda (2019), que manifiesta una elevada presencia de fenoles en la lámina foliar de *D.*

spruceanum. En contraste con González-Gómez et al. (2025), encontraron resultados inferiores de 0,186 g EAG/100 g en *Alocasia macrorrhiza*. Estas diferencias en el contenido fenólico entre los valores del presente estudio y los antecedentes referidos podrían deberse a la naturaleza donde habitan, del método de extracción y disolventes usados como señala Rajni et al. (2023), a ello se corroboraría que estas diferencias podrían deberse a las especies, también a las plantas que en condiciones de su hábitat generan mecanismos de defensa contra diversos organismos que conllevan a la producción de compuestos bioactivos (fenoles, flavonoides, taninos, antioxidantes y lignanos) que inhiben el ataque de patógenos lo que genera mayor producción como señalan Camacho-Escobar et al. (2020).

Con respecto al contenido de fenoles totales tomando en consideración las diversas partes vegetativas en estudio el mayor contenido se presentó en la lámina foliar probablemente están expuestos directamente a la radiación solar, lo que hace que la planta se estrese y como respuesta genere mayor cantidad de fenoles totales, lo que se corroboraría con lo señalado por Henry et al. (2020), quienes refieren que en las inflorescencias y láminas foliares de las plantas son los principales sitios donde se almacenan estos compuestos, en razón que posiblemente se deba a mecanismos adaptativos frente a la radiación solar Singh et al. (2023), así mismo el referido autor refuerza que la exposición de las plantas a la radiación UV-B desencadena la acumulación de compuestos bioactivos derivados de la vía fenilpropanoide, los cuales actúan como filtros fotoprotectores, lo que sugiere un papel crucial de esta vía en la adaptación a condiciones de temperaturas elevadas.

También la variación y cantidad de fenoles totales en las láminas foliares podría atribuirse a la influencia de microorganismos (hongos y bacterias), lo que se corrobora por Yadav et al. (2020), quienes mencionaron que existen microorganismos que afectan o generan daños en la pared celular de las plantas lo que desencadena en una mayor producción de compuestos bioactivos tomando como ruta base del ácido shikímico y posteriormente, la ruta de los fenilpropanoides como parte de la respuesta defensiva de la planta, también podría atribuirse como reportaron Ray et al. (2024), que bajo condiciones desfavorables, como sequía, salinidad en el suelo, toxicidad por metales pesados y temperaturas extremas, se activa intensamente la vía biosintética de fenilpropanoides, produciendo mayores compuestos fenólicos. También probablemente se debe el mayor contenido de fenoles totales como señalan Khawula et al. (2023), que la inmovilidad de las plantas le hace susceptible a diversos tipos de estrés abiótico y biótico, y en respuestas las plantas producen ácidos fenólicos, iniciándose en la vía del shikimato, la cual conduce a la formación de fenilalanina, un aminoácido importante que actúa como punto de partida para la vía de los fenilpropanoides.

4.1.2. Cuantificación de flavonoides totales

Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas en el contenido de flavonoides totales en las diferentes partes vegetativas analizadas del *D. plowmanii* tomando en consideración las gradientes altitudinales de estudio (**Tabla 5** y **Figura 7**).

Tabla 5. Flavonoides totales de plantas de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Gradiente altitudinal (m s. n. m.)	Parte vegetativa	Repetición	Flavonoides totales (g EC/100 g)
250 a 500	Parénquima vascular de reserva	3	0,551 ± 0,008 ^b
750 a 1 000		3	0,658 ± 0,009 ^a
1 250 a 1 500		3	0,518 ± 0,013 ^c
Promedio total		9	0,576 ± 0,064
250 a 500	Peridermis	3	0,524 ± 0,012 ^a
750 a 1 000		3	0,480 ± 0,012 ^b
1 250 a 1 500		3	0,454 ± 0,010 ^b
Promedio total		9	0,486 ± 0,032
250 a 500	Peciolo	3	0,542 ± 0,009 ^b
750 a 1 000		3	0,565 ± 0,012 ^b
1 250 a 1 500		3	0,746 ± 0,016 ^a
Promedio total		9	0,618 ± 0,097
250 a 500	Lámina foliar	3	0,565 ± 0,012 ^b
750 a 1 000		3	0,722 ± 0,009 ^a
1 250 a 1 500		3	0,540 ± 0,007 ^c
Promedio total		9	0,609 ± 0,086

Los datos representan (media ± desviación estándar) de tres mediciones paralelas, EC: Equivalente a catequina, valores de la misma columna con superíndice diferentes son significativos ($p \leq 0,05$).

Los mayores contenidos de flavonoides totales se encontraron en el peciolo con $0,746 \pm 0,016$ g EC/100 g en la GAC, seguido de la lámina foliar y el parénquima vascular de reserva con valores de $0,722 \pm 0,009$ y $0,658 \pm 0,009$ g EC/100 g respectivamente para la GAB y en el caso de la peridermis fue mayor con $0,524 \pm 0,012$ g EC/100 g en la GAA (**Tabla 5** y **Figura 7**).

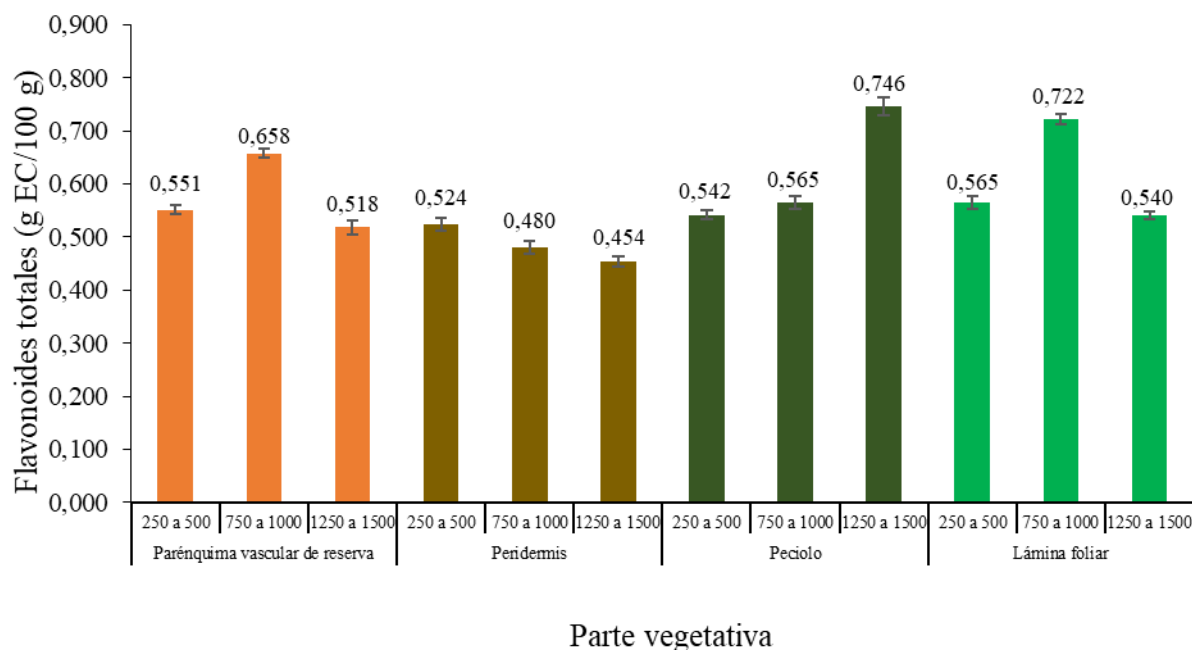


Figura 7. Flavonoides totales de plantas de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

En general, el contenido de los valores de flavonoides totales observadas varían entre las diferentes partes vegetativas de la especie en estudio y también a nivel de la gradiente altitudinal, mostrando una tendencia creciente en la GAB y GAC. Así mismo según lo obtenido por Babacan et al. (2023), quienes evaluaron el contenido de flavonoides totales en la lámina foliar de *Eminium intortum* y *Eminium spiculatum* encontraron valores de $6,508 \pm 0,038$ y $4,654 \pm 0,040$ g ER/100 g respectivamente, valores que fueron superiores a lo encontrado para el presente estudio, lo que se corrobora con lo señalado por Rajni et al. (2023), que encontraron un valor de 18,35 g ER/100 g en láminas foliares de *Arisaema tortuosum*, ambas especies pertenecientes a la misma familia en la que se encuentra la especie del presente estudio. En contraste los autores González-Gómez et al. (2025) y Van et al. (2021), encontraron resultados inferiores de 0,057 g EQ/100 g en lámina foliar en *Alocasia macrorrhiza* y $0,060 \pm 0,0005$ g EQ/100 g en la parte aérea (pecíolo y lámina foliar) en *Homalomena pierreana* respectivamente.

Con respecto al parénquima vascular de reserva y el peridermis Van et al. (2020), reportaron valores más bajos para *Amorphophallus opertus* con $0,031 \pm 0,0009$ g EQ/100 g y *Amorphophallus lanceolatus* con $0,003 \pm 0,0004$ g EQ/100 g, especies pertenecientes a la misma familia de la especie en estudio. Así mismo Salazar-Díaz et al. (2021), Aybar (2022) y Babacan et al. (2023), encontraron valores inferiores de 0,052 g EQ/100 g en cormos (parénquima vascular de reserva y el peridermis) de *D. lorentense*, 0,064

$\pm 0,001$ g EC/100 g en cormos de *Colocasia esculenta* y $0,393 \pm 0,012$ g ER/100 g en cormos de *Eminium spiculatum* respectivamente. En contraste Babacan et al. (2023), reportaron contenidos mayores de flavonoides totales con $0,981 \pm 0,005$ g ER/100 g en cormos de *Eminium intortum*.

Estas diferencias en cuanto al contenido de flavonoides totales con respecto a las diferentes altitudes y los reportados por los diferentes autores antes referidos se debe posiblemente, lo que se corrobora con los hallazgos mencionados por Bocanegra (2007), donde reporto diferencias en el contenido de flavonoides totales a diferentes gradientes altitudinales que están relacionados con los factores climáticos y su ubicación geográfica. También puede ser probablemente a su resistencia a los metabolitos secundarios como refiere Babacan et al. (2023), así mismo podría deberse a los diferentes cambios de temperatura y humedad ambiental que influyen en el contenido de flavonoides totales como señala Nieto et al. (2019), además podría atribuirse a la edad, las fases fenológicas de las plantas en las que se encontraban al momento de la toma de las muestras y a la especie, aun cuando pertenecen a una misma familia en razón que cada especie poseen características genéticas que se diferencian entre una y otra especie. También posiblemente haya influido la radiación ultravioleta-B que actúa como un factor de estrés abiótico que impacta significativamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas, las mismas que como respuesta de defensa generan la capacidad de sintetizar y acumular flavonoides que funcionan como protectores solares, para prevenir o limitar el daño (Chen y Hongtao, 2021).

Con respecto al contenido de flavonoides en las diferentes partes vegetativas del Jergón sacha se debe posiblemente a que este compuesto se genera como protección a agentes adversos que generan estrés lo que se corrobora según lo manifestado por Liu et al. (2021), quienes la producción de flavonoides se ve favorecida derivados de la vía fenilpropanoide que ayudan a proteger las plantas contra el daño causado por el estrés biótico y abiótico como la radiación UV, el estrés por frío, la infección por patógenos y la alimentación de insectos, lo que es corroborado por Tuncay y Cankaya (2020), que los fenilpropanoides no solo actúan como compuestos fotoprotectores, sino también como barreras físicas y químicas frente a herbívoros y patógenos, produciendo más contenido de flavonoides, lo que es confirmado por Kumari et al. (2023), cuando refieren que la fenilalanina tiene un papel único en las plantas como fuente de compuestos bioactivos, llamados fenilpropanoides que contribuyen a la adaptación de las plantas a condiciones cambiantes en su desarrollo y también a factores ambientales, lo que difieren entre plantas y partes vegetativas.

4.2. Cuantificación de la capacidad antioxidante en el parénquima vascular de reserva, peridermis, peciolo y lámina foliar de *D. plowmanii*

4.2.1. Evaluación de la capacidad antioxidante

Los resultados obtenidos muestran diferencias estadísticas significativas del contenido de capacidad antioxidante de las diferentes partes vegetativas de las muestras del *D. plowmanii* tomando en consideración las gradientes altitudinales de estudio (**Tabla 6** y **Figura 8**).

Tabla 6. Capacidad antioxidante (DPPH) de diferentes partes vegetativas de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Gradiente altitudinal (m s. n. m.)	Parte vegetativa	Repetición	DPPH (mMol ET/100 g)
250 a 500	Parénquima vascular de reserva	3	27,601 ± 1,059 ^c
750 a 1 000		3	33,612 ± 0,426 ^b
1 250 a 1 500		3	38,790 ± 0,183 ^a
Promedio total		9	33,334 ± 4,884
250 a 500	Peridermis	3	33,757 ± 0,591 ^a
750 a 1 000		3	23,689 ± 0,473 ^b
1 250 a 1 500		3	30,041 ± 0,512 ^a
Promedio total		9	29,719 ± 4,234
250 a 500	Peciolo	3	22,471 ± 0,453 ^c
750 a 1 000		3	28,319 ± 0,268 ^b
1 250 a 1 500		3	32,770 ± 0,324 ^a
Promedio total		9	27,853 ± 4,484
250 a 500	Lámina foliar	3	31,805 ± 0,392 ^c
750 a 1 000		3	54,438 ± 0,457 ^b
1 250 a 1 500		3	78,717 ± 0,734 ^a
Promedio total		9	54,987 ± 20,323

Los datos representan (media ± desviación estándar) de tres mediciones paralelas, TE: Equivalente a trolox, valores de la misma columna con superíndice diferentes son significativos ($p \leq 0,05$).

Los mayores contenidos de capacidad de antioxidante se encontraron en la lámina foliar, seguidos del parénquima vascular de reserva y peciolo con valores de $78,717 \pm 0,734$; $38,790 \pm 0,183$ y $32,770 \pm 0,324$ mMol ET/100 g respectivamente en la GAC y en el peridermis con $33,757 \pm 0,591$ mMol ET/100 g en la GAA (**Tabla 6** y **Figura 8**).

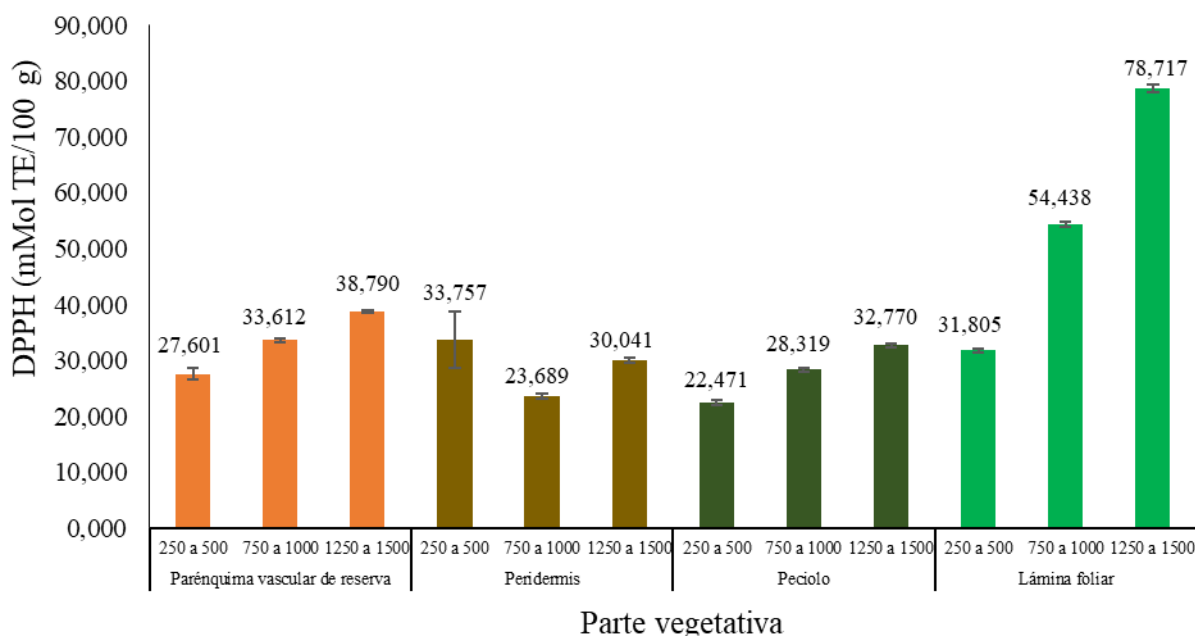


Figura 8. Capacidad antioxidante (DPPH) de diferentes partes vegetativas de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

En general los valores sobre la capacidad antioxidante varían con respecto a las partes vegetativas y las gradientes altitudinales las mismas que se corrobora con lo obtenido por Babacan et al. (2023), de $2,690 \pm 0,161$ y $3,367 \pm 0,126$ mMol ET/100 g en el cormo (parénquima vascular de reserva y peridermis) de *Eminium intortum* y *Eminium spiculatum* respectivamente. Así mismo, Aybar (2022), reportó un valor de $0,422 \pm 0,031$ mMol ET/100 g en cormos de *Colocasia esculenta* cuyos valores se encuentra por debajo de los resultados obtenidos en la presente investigación. Con respecto al pecíolo y la lámina foliar Van et al. (2021), revelaron $0,267$ mMol ET/100 g de la parte aérea (pecíolo y lámina foliar) en *Homalomena pierreana*. Las variaciones en cuanto a la capacidad antioxidante entre los valores dados a conocer por los autores antes descritos y del presente estudio probablemente se puede atribuir a diversos factores de estrés bióticos (insectos y roedores) y abióticos (humedad, temperatura, luz solar, entre otros) como es corroborado por García-Caparrós et al. (2021). También puede ser debido a la mayor producción de metabolitos secundarios que generan las plantas cuando se enfrentan a un estrés ambiental, daños físicos o en defensa contra potenciales depredadores y patógenos como refiere (Lustre, 2022).

Con respecto al mayor contenido de antioxidantes que se presenta en la lámina foliar con respecto a las otras partes vegetativas en estudio por estar expuestos directamente a la radiación solar como precisa Henry et al. (2020), que las láminas foliares e

inflorescencias son partes de mayor producción de la capacidad antioxidante cuando reciben de manera directa los rayos solares.

4.3. Influencia de las gradientes altitudinales en el contenido de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante en el parénquima vascular de reserva, peridermis, peciolo y lámina foliar de *D. plowmanii*

En contenido de fenoles totales en el parénquima vascular de reserva de *D. plowmanii* (g EAG/100 g) fue afectado de manera significativa por las gradientes altitudinales con la cual se rechaza la hipótesis nula para aceptar la hipótesis alterna de diferencias de contenido de fenoles totales en esta parte de la planta (**Tabla 7**).

Tabla 7. ANVA de los fenoles totales en el parénquima vascular de reserva de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Gradientes altitudinales	0,041	2	0,021	92,014	<0,001**
Error aleatorio	0,001	6	0,000		
Total	0,043	8			

** : existen diferencias estadísticas altamente significativas.

En contenido de flavonoides totales en el parénquima vascular de reserva de *D. plowmanii* (g EAG/100 g) fue afectado de manera significativa por las gradientes altitudinales (**Tabla 8**).

Tabla 8. ANVA de los flavonoides totales en el parénquima vascular de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Gradientes altitudinales	0,032	2	0,016	149,332	<0,001**
Error aleatorio	0,001	6	0,000		
Total	0,033	8			

** : existen diferencias estadísticas altamente significativas.

En contenido de la capacidad antioxidante en el parénquima vascular de reserva de *D. plowmanii* (mMol ET/100 g) fue afectado de manera significativa por las gradientes altitudinales, con la cual se determina que al menos en una gradiente altitudinal esta parte de las plantas presentan mayor capacidad antioxidante (**Tabla 9**).

Tabla 9. ANVA de la capacidad antioxidante en el parénquima vascular de reserva de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Gradientes altitudinales	188,130	2	94,065	211,028	<0,001**
Error aleatorio	2,674	6	0,446		
Total	190,804	8			

** : existen diferencias estadísticas altamente significativas.

En contenido de fenoles totales en el peridermis de *D. plowmanii* (g EAG/100 g) es afectado de manera significativa por las gradientes altitudinales (**Tabla 10**).

Tabla 10. ANVA de los fenoles totales en el peridermis de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Gradientes altitudinales	0,043	2	0,021	38,996	<0,001**
Error aleatorio	0,003	6	0,001		
Total	0,046	8			

** : existen diferencias estadísticas altamente significativas.

En contenido de flavonoides totales en el peridermis de *D. plowmanii* (g EC/100 g) fue afectado de manera significativa por las gradientes altitudinales, con el cual se acepta la hipótesis concerniente de que al menos en una gradiente altitudinal esta parte de las plantas presenta mayor cantidad de flavonoides totales (**Tabla 11**).

Tabla 11. ANVA de los flavonoides totales en el peridermis de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Gradientes altitudinales	0,008	2	0,004	30,676	0,001**
Error aleatorio	0,001	6	0,000		
Total	0,008	8			

** : existen diferencias estadísticas altamente significativas.

En contenido de la capacidad antioxidante en el peridermis de *D. plowmanii* (mMol ET/100 g) fue afectado de manera significativa por las gradientes altitudinales (**Tabla 12**).

Tabla 12. ANVA de la capacidad antioxidante en el peridermis de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Gradientes altitudinales	155,627	2	77,814	279,489	<0,001**
Error aleatorio	1,671	6	0,278		
Total	157,299	8			

** : existen diferencias estadísticas altamente significativas.

En contenido de fenoles totales en el peciolo de *D. plowmanii* (g EAG/100 g) fue afectado de manera significativa por las gradientes altitudinales (**Tabla 13**).

Tabla 13. ANVA de los fenoles totales en el peciolo de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Gradientes altitudinales	0,032	2	0,016	58,837	<0,001**
Error aleatorio	0,002	6	0,000		
Total	0,034	8			

** : existen diferencias estadísticas altamente significativas.

En contenido de flavonoides totales en el peciolo de *D. plowmanii* (g EC/100 g) fue afectado de manera significativa por las gradientes altitudinales, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna donde ratifican la diferencia de valores (**Tabla 14**).

Tabla 14. ANVA de los flavonoides totales en el peciolo de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Gradientes altitudinales	0,075	2	0,038	229,858	<0,001**
Error aleatorio	0,001	6	0,000		
Total	0,076	8			

** : existen diferencias estadísticas altamente significativas.

En contenido de la capacidad antioxidante en el peciolo de *D. plowmanii* (mMol ET/100 g) es afectado de manera significativa por las gradientes altitudinales, con la cual se acepta la hipótesis sobre que, mayor capacidad de antioxidante en esta parte de la planta se encuentra en alguna de las altitudes donde se muestrearon estas plantas (**Tabla 15**).

Tabla 15. ANVA de la capacidad antioxidante en el peciolo de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Gradientes altitudinales	160,091	2	80,046	627,983	<0,001**
Error aleatorio	0,765	6	0,127		
Total	160,856	8			

** : existen diferencias estadísticas altamente significativas.

En contenido de los fenoles totales en la lámina foliar de *D. plowmanii* (g EAG/100 g) es afectado de manera significativa por las gradientes altitudinales, con la cual se acepta que en al menos una gradiente altitudinal la lámina foliar contiene mayor cantidad de fenoles totales (**Tabla 16**).

Tabla 16. ANVA de los fenoles totales en la lámina foliar de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Gradientes altitudinales	4,228	2	2,114	3830,215	<0,001**
Error aleatorio	0,003	6	0,001		
Total	4,231	8			

** : existen diferencias estadísticas altamente significativas.

En contenido de los flavonoides totales en la lámina foliar de *D. plowmanii* (g EC/100 g) es afectado de manera significativa por las gradientes altitudinales (**Tabla 17**).

Tabla 17. ANVA de los flavonoides totales en la lámina foliar de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Gradientes altitudinales	0,059	2	0,029	315,119	<0,001**
Error aleatorio	0,001	6	0,000		
Total	0,059	8			

** : existen diferencias estadísticas altamente significativas.

En contenido de la capacidad antioxidante en la lámina foliar de *D. plowmanii* (mMol ET/100 g) fue afectado de manera significativa por las gradientes altitudinales (**Tabla 18**).

Tabla 18. ANVA de la capacidad antioxidante en la lámina foliar de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Gradientes altitudinales	3 302,514	2	1 651,257	5 495,077	<0,001**
Error aleatorio	1,803	6	0,300		
Total	3 304,317	8			

** : existen diferencias estadísticas altamente significativas.

La influencia de las gradientes altitudinales se manifiesta de manera significativa en el contenido de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante en las diferentes partes vegetativas de *D. plowmanii*. Los resultados del análisis de varianza (ANVA) demostraron que existen diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre las gradientes altitudinales (250 a 500, 750 a 1 000 y 1 250 a 1 500 m s. n. m.), lo que indica que la altitud tiene un efecto directo sobre la biosíntesis y acumulación de estos compuestos bioactivos. Posteriormente en la prueba post hoc de Tukey permitió identificar qué gradientes altitudinales presentan diferencias entre sí, aportando evidencia precisa sobre cómo varía la respuesta bioquímica de *D. plowmanii* en función a las gradientes altitudinales. Este efecto es consistente con la literatura científica, donde se ha reportado que factores ambientales como temperatura, humedad, radiación solar y entre otros están asociados a la altitud que alteran la actividad metabólica de las plantas, activando rutas biosintéticas como la del ácido shikímico y la fenilpropanoide como señalan (Singh et al., 2023 y Liu et al., 2021).

Estos resultados son representativos y permiten concluir que posiblemente se deban a las condiciones ambientales asociadas a la altitud influyen de manera significativa y diferenciada en el contenido de compuestos bioactivos en *D. plowmanii*.

V. CONCLUSIONES

1. El mayor contenido de fenoles y flavonoides totales se encontraron en la lámina foliar y el peciolo con valores de $2,340 \pm 0,031$ g EAG/100 g y $0,746 \pm 0,016$ g EC/100 g en la altitud de 1 250 a 1 500 m s. n. m., siendo menor el contenido en las demás partes vegetativas a menores altitudes.
2. El contenido de la capacidad antioxidante fue mayor en la lámina foliar con valores de $78,717 \pm 0,734$ mMol ET/100 g en la altitud de 1 250 a 1 500 m s. n. m. y $54,438 \pm 0,457$ mMol ET/100 g en la altitud de 750 a 1 000 m s. n. m., siendo inferior el contenido en las demás partes vegetativas y a menores altitudes.
3. Existe influencia de las gradientes altitudinales en el contenido de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidantes en las diferentes partes vegetativas de *D. plowmanii*.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Realizar los análisis del contenido de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante para otras especies del género *Dracontium* (jergón sachá), con relación a las gradientes altitudinales.
2. Realizar estudios de correlación entre las variables ambientales, los compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante en la lámina foliar donde se encontró mayor contenido de estos compuestos.
3. Realizar otros estudios de evaluación del estrés oxidativo en las diferentes partes vegetativas de *D. plowmanii* a diferentes altitudes.
4. Elaborar propuestas de investigación donde se considere más a las láminas foliares de *D. plowmanii* con fines de crear productos bebibles y comestibles.

VII. REFERENCIAS

- Agencia Peruana de Noticias [ANDINA]. (2023). San Martín: Resaltan propiedades medicinales de planta nativa jergón sacha. *ANDINA*. <https://andina.pe/agencia/noticia-san-martin-resaltan-propiedades-medicinales-planta-nativa-jergon-sacha-951831.aspx>
- Aranda-Ventura, J., Núñez-Tuesta, L., Villacrés-Vallejo, J. y González-Aspajo, G. (2021). Efecto de los alimentos *Curcuma longa* L, *Zingiber officinale* Roscoe, *Lupinus mutabilis* Sweet y *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh sobre la inhibición in vitro de la alfa-glucosidasa. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*, 6(1), 5-12. <https://doi.org/10.26722/rpmi.2021.v6n1.48>
- Aranda-Ventura, J., Villacrés, J., Barreto, C., Mendoza-Falconi, E., Diaz-Blas, P. y Dávila, D. (2023). Revisión de reportes etnomédicos antitumorales de las plantas del Jardín Botánico del Instituto de Medicina Tradicional de EsSalud en Iquitos, Perú. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*, 8(1). <https://repositorio.essalud.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12959/3928/Revisi%C3%B3n%20de%20reportes%20etnom%C3%A9dicos%20antitumorales%20de%20las%20plantas%20del%20Jard%C3%ADn%20Bot%C3%A1nico.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arias, J. y Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting EIRL. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf
- Aurora, J. (2023). *Efecto gastroprotector del extracto acuoso de Dracontium lorentense (jergón sacha) frente a gastritis inducida experimentalmente en Rattus norvegicus var. Albinus* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Trujillo]. Repositorio institucional UCT. <https://repositorio.uct.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1b8f56ea-668c-4e6b-b44d-b6939695c6cb/content>
- Aybar, X. (2022). *Caracterización fisicoquímica y funcional de harina precocida de dos variedades de Colocasia esculenta (pituca) obtenida por extrusión* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/cbf0397b-7860-4fe2-b750-b61eb2502993/content>
- Babacan, E., Zheleva-Dimitrina, D., Gevrenova, R., Bouyahya, A., Balos, M., Cakilcioglu, U., Sinan, K. y Zengin, G. (2023). Perfiles basados en espectrometría de masas Orbitrap de metabolitos secundarios en dos especies inexploradas de Eminium y potencial de bioactividad. *Plants*, 12(12), 2252. <https://doi.org/10.3390/plants12122252>

- Benítez-Estrada, A., Villanueva-Sánchez, J., Gonzáles-Rosendo, G., Alcantar-Rodríguez, V., Puga-Díaz, R. y Quintero-Gutiérrez, A. (2021). Determinación de la capacidad antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: Correlación con ensayos fluorométricos (ORAC) y espectrofotométricos (FRAP). *TIP. Revista Especializada en Ciencias Químico-biológicas*, 23. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.244>
- Biodiversidad Mexicana. (22 de diciembre de 2022). *Qué es un corredor biológico*. Biodiversidad Mexicana. <https://www.biodiversidad.gob.mx/region/que-es-corredor>
- Bocanegra, M. (2007). *Estudio preliminar de la composición fitoquímica en extractos de cormos de la especie Dracontium lorentense Krause (jergón sachá) y su variación según su ubicación geográfica* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio UNASM. <https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/96/1/21%272%2700234.pdf>
- Bourdy, G., Valadeau, C. y Albán, J. (2008). *YATO' RAMUESH: Plantas medicinales Yaneshas*. Programa de Desarrollo Alternativo en las Áreas de Pozuzo y Palcazú (PRODAPP) e Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD). https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers10-04/010047903.pdf
- Camacho-Escobar, M., Ramos-Ramos, D., Ávila-Serrano, N., Sánchez-Bernal, E. y López-Garrido, S. (2020). Las defensas físico-químicas de las plantas y su efecto en la alimentación de los rumiantes. *Terra Latinoamericana*, 38(2), 443-453. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.629>
- Carochoa, M., Morales, P. y Ferreira, I. (2018). Antioxidants: Reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservatives. *Trends in Food Science & Technology*, 71, 107-120. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.11.008>
- Castro, M. (2019). Polifenoles: compuestos bioactivos con efectos benéficos en la prevención de diabetes tipo 2. *Revista digital RED CieN*, 1(3), 1-6. https://cmnutriologos.org/recursos/revista00_3.pdf
- Chaiittianan, R., Chayopas, P., Rattanathongkom, A., Tippayawat, P. y Sutthanut, K. (2016). Anti-obesity potential of corn silks: Relationships of phytochemicals and antioxidation, anti-pre-adipocyte proliferation, anti-adipogenesis, and lipolysis induction. *Journal of Functional Foods*, 23, 497-510. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.03.010>
- Chen, S. y Hongtao, L. (2021). How plants protect themselves from ultraviolet-B radiation stress. *Plant Physiol*, 187(3):1096-1103. 10.1093/plphys/kiab245

- Chouchouli, V., Kalogeropoulos, N., Konteles, S., Karvela, E., Makris, D. y Karathanos, V. (2013). Fortification of yoghurts with grape (*Vitis vinifera*) seed extracts. *LWT - Food Science and Technology*, 53(2), 522-529. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.03.008>
- Collantes, I., Gonçalves, E. y Massayoshi, Y. (2011). Constituyentes químicos del túbero de *Dracontium spruceanum* (Schott) G.Zhu ex *Dracontium lorentense* Krause (Araceae). *Sociedad Química del Perú*, 77(2), 117-126. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v77n2/a04v77n2.pdf>
- Dzialo, M., Mierziak, J., Korzun, U., Preisner, M., Szopa, J. y Kulma, A. (2016). The potential of plant phenolics in prevention and therapy of skin disorders. *International Journal Molecular Sciences*, 17(2), 160. <https://doi.org/10.3390/ijms17020160>
- Fernández-Mar, M., Mateos, R., García-Parrilla, M., Puertas, B. y Cantos-Villar, E. (2012). Compuestos bioactivos del vino: resveratrol, hidroxitirosol y melatonina: una revisión. *Food Chemistry*, 130(4), 797-813. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.08.023>
- Gámiz, P. (22 de febrero de 2018). Antioxidantes, ¿qué son y para qué sirven?. *Fundación española del corazón*. <https://fundaciondelcorazon.com/blog-impulso-vital/3250-antioxidantes-ique-son-y-para-que-sirven.html?highlight=WyJhbnRpb3hpZGFudGVzIl0=>
- García-Benadí, A. y Del Río, J. (2013). ¿Sabías que la altitud se define como la distancia vertical de un punto de la tierra al nivel del mar?. *e-medida. Revista Española de Metrología*, (4), 89-91. <http://hdl.handle.net/2117/19962>
- García-Caparrós, P., De Filippis, L., Gul, A., Hasanuzzaman, M., Ozturk, M., Altay, V. y Lao, M. (2021). Estrés oxidativo y metabolismo antioxidante en condiciones ambientales adversas: una revisión. *Botanical Review*, 87, 421-466. <https://doi.org/10.1007/s12229-020-09231-1>
- Gonzales, L. (2018). *Efecto hipoglucemiante del extracto hidroalcohólico de raíz de Dracontium spruceanum (Schott) G.H. Zhu (jergón sachá) en ratas albinas* [Tesis de pregrado, Universidad Inca Garcilaso de la Vega]. Repositorio UIGV. <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/3952>
- González-Gómez, M., González-Correa, C. y Carmona-Hernandez, J. (2025). Antioxidant activity of fresh and processed bore *Alocasia macrorrhiza*, *Galinsoga parviflora* (guasca) and *Opuntia ficus indica* (nopal) as potential edible plants. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6314229/v1>
- Gottau, G. (11 de octubre de 2021). *Polifenoles: que son, cuáles son sus beneficios, y cómo incorporarlos a la mesa habitual*. Directo al paladar. <https://www.directoal>

paladar.com/salud/polifenoles-que-cuales-sus-beneficios-como-incorporarlos-a-mesa-habitual

- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGRAW-HILL. https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- Hsu, B., Lin, S., Inbaraj, B. y Chen, B. (2017). Simultaneous determination of phenolic acids and flavonoids in *Chenopodium formosanum* Koidz. (djlis) by HPLCAD-ESI-MS/MS. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 132, 109-116. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2016.09.027>
- Jaradat, N. y Abualhasan, M. (2016). Comparison of phytoconstituents, total phenol contents and free radical scavenging capacities between four arum species from Jerusalem and Bethlehem. *Pharmaceutical Sciences*, 22(2), 120-125. 10.15171/PS.2016.19
- Jurado, B. (1993). *Contribución al estudio farmacognóstico de Dracontium lorentense Krause (jergón sachá)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos] Repositorio institucional UNMSM: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/6300>
- Kimel, K. (15 de enero de 2024). *Propiedades y aplicaciones de los ácidos fenólicos*. NATURAL POLAND. <https://naturalpoland.com/es/artykuly/productos-naturales/propiedades-y-aplicaciones-de-los-acidos-fenolicos/#:~:text=Los%20%C3%A1cidos%20fen%C3%B3licos%20son%20los,que%20aparecen%20en%20las%20plantas.>
- Khawula, S., Gokul, A., Niekerk, L., Basson, G., Keyster, M., Badiwe, M., Klein, A. y Nkomo, M. (2023). Insights into the effects of hydroxycinnamic acid and its secondary metabolites as antioxidants for oxidative stress and plant growth under environmental stresses. *Current Issues in Molecular Biology*, 46(1), 81-95. <https://doi.org/10.3390/cimb46010007>
- Kumar, A., Keshari, M., Neupane, M., Chaudhary, S., Kala, P., Shrestha, L., Palikhey, A., Kumar, C., Lamichhane, G., Ujair, M. y Kumar, R. (2023). Evaluación de las actividades antioxidantes y antiinflamatorias y perfil de metabolitos de plantas medicinales seleccionadas de Nepal. *Journal of Tropical Medicine*. <https://doi.org/10.1155/2023/6641018>
- Kumar, A. y Samanta, K. (2023). Shikimic acid pathway- an overview. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 5(10), 989-991. https://www.irjmets.com/uploadedfiles/paper//issue_10_october_2023/45245/final/fin_irjmets1697189055.pdf

- Kumari, A., Kumar, V., Ovadia, R. y Shamir, M. (2023). Phenylalanine in motion: A tale of an essential molecule with many faces. *Biotechnology Advances*, 68, 108246. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2023.108246>
- Liu, W., Feng, Y., Yu, S., Fan, Z., Li, X., Li, J. y Yin, H. (2021). The flavonoid biosynthesis network in plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(23), 12824. <https://doi.org/10.3390/ijms222312824>
- Lustre, H. (2022). Los superpoderes de las plantas: los metabolitos secundarios en su adaptación y defensa. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, 23(2). <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2022.23.2.10>
- Martínez, E. (2015). Compuestos bioactivos y salud: mitos y realidades. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 65 (Suplemento 1). <https://www.alanrevista.org/ediciones/2015/suplemento-1/art-47/#:~:text=Los%20compuestos%20bioactivos%20se%20definen,son%20esenciales%20para%20la%20vida>
- Mejía, J., García, k., Velázquez, G. y Vázquez, A. (2021). Capacidad antioxidante: conceptos, métodos de cuantificación y su aplicación en la caracterización de frutos tropicales y productos derivados. *Revista Colombiana de Investigación Agroindustriales*, 9(1), 9-33. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/recia/article/view/4023>
- Miranda, V. (2019). *Evaluación de la actividad antiproliferativa, antioxidante y antiinflamatoria in vitro del extracto metabólico de hojas de Piper aduncum, Buddleja incana y Dracontium spruceanum* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio UNMSM. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/10489>
- Mixan, J. (2022). *Identificación de metabolitos secundarios presentes en el Dracontium spruceanum (jergón sacha)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/2279>
- Morales, P., Sanchez-Mata, M. y Camara, M. (25 de febrero de 2015). *Importancia de la presencia de compuestos bioactivos en los vegetales*. Interempresas. <https://www.interempresas.net/Poscosecha/Articulos/133699-Importancia-de-la-presencia-de-compuestos-bioactivos-en-los-vegetales.html>
- Moreno, P. (2023). *Caracterización fitoquímica, fenoles totales y capacidad antioxidante en extractos de Dracontium lorentense Krause (sacha jergón), hojas de Pouteria caimito (caimito) e Laportea aestuans (ishanga)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS.

http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2461/TS_PNMC_2023.pdf?sequence=1

- Munteanu, I. y Apetrei, C. (2021). Métodos analíticos utilizados para determinar la actividad antioxidante: una revisión. *Int J Mol Sci*, 22(7). 10.3390/ijms22073380
- Neha, K., Haider, M., Pathak, A. y Yar, M. (2019). Medicinal prospects of antioxidants: A review. *European journal of medicinal chemistry*, 178, 687-704. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2019.06.010>
- Nieto, M., García, J., Feregrino, A., Guevara, R. y Parra, B. (2019). Efecto del riego, temperatura y humedad ambiental sobre compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante en orégano. *Revista Universidad Autónoma Querétaro*. <https://revistas.uaq.mx/index.php/perspectivas/article/download/199/203>
- Nur-Hadirah, K., Arifullah, M., Nazahatul, A., Klaiklay, S., Chumkaew, P., Norhazlini, M. y Zulhazman, H. (2021). Total phenolic content and antioxidant activity of an edible Aroid, *Colocasia esculenta* (L.) Schott. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 756. 10.1088/1755-1315/756/1/012044
- Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2019). *Informe de reunión del grupo de expertos en plantas medicinales*. OPS. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/50479>
- Panche, A., Diwan, A. y Chandra, S. (2016). Flavonoids: an overview. *Journal of Nutritional Science*, 5(47), 1-15. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>
- Panda, D. y Manickam, S. (2019). Cavitation technology-the future of greener extraction method: A review on the extraction of natural products and process intensification mechanism and perspectives. *Applied Sciences*, 9(4), 766. <https://doi.org/10.3390/app9040766>
- Peñarrieta, M., Tejada, L., Mollinedo, P., Vila, J. y Bravo, J. (2014). Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. *Revista Boliviana de Química*, 31(2), 68-81. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426339682006>
- Pérez, M., Dominguez-López, I. y Lamuela-Raventós, R. (2023). The chemistry behind the Folin-Ciocalteu method for the estimation of (Poly) phenol content in food: Total phenolic intake in a mediterranean dietary pattern. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(46), 17543-17553. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c04022>
- Pinedo, M., Rengifo, E. y Cerruti, T. (1997). *Plantas medicinales de la Amazonía peruana, estudio de su uso y cultivo*. IIAP. <https://repositorio.iiap.gob.pe/handle/20.500.12921/131>

- Puteri-Adiba, H., Arifullah, M., Nazahatul, A., Sirikitputtisak, T., Klaiklay, S., Chumkaew, P., Chewchanwuttiwong, S., Norhazlini, M. y Zulhazman, H. (2021). Contenido fenólico total y actividad antioxidante de la especie arácea endémica de caliza, *Alocasia farisii*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 842. 10.1088/1755-1315/842/1/012064
- Rajni, G., Sharma, R., Puria, D. y Nnabuk, E. (2023). Analysis of phytochemical composition, antioxidant activity, and β -glucuronidase inhibition potential of *Arisaema tortuosum* leaf extract. *Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas*, 52(2), 1021-1038. <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v52n2.106817>
- Ray, A., Kundu, S., Mohapatra, S., Sinha, S., Khoshru, B., Keswani, C. y Mitra, D. (2024). Una perspectiva sobre el papel de los fenólicos en la tolerancia al estrés abiótico en plantas: Perspectiva actual para un entorno sostenible. *J Pure Appl Microbiol*, 18(1), 64-79. <https://doi.org/10.22207/JPAM.18.1.09>
- Rengifo, E. (2007). *Las ramas floridas del bosque*. Instituto de investigaciones de la amazonia peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonia peruana (IIAP). <https://www.iiap.gob.pe/Archivos/publicaciones/PUBL894.pdf>
- Rengifo, E. (2010). *Etnofarmacología de la comunidad nativa de Koribeni distrito de Echarate-provincia de la Convención, departamento de Cusco*. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP). http://www.iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion_1590.pdf
- Rioja, A., Vizaluque, B., Aliaga-Rossel, E., Tejeda, L., Book, O., Mollinedo, P. y Peñarrieta, J. (2018). Determinación de la capacidad antioxidante total, fenoles totales, y la actividad enzimática en una bebida no láctea en base a granos de *Chenopodium quinoa*. *Revista Boliviana de Química*, 35(5), 168-176. <https://www.redalyc.org/journal/4263/426358213006/html/>
- Rosales, C., Arnáez, E., Moreira, I., Garro, G., Agüero, A., Jiménez, K., Abdelnour, A. y Calvo, L. (2019). Investigaciones en plantas con potencial bioactivo. *Tecnología En Marcha*, 32(9), 12–21. <https://doi.org/10.18845/tm.v32i9.4621>
- Sahoo, B., Panigrahi, L., Das, R., Pradhan, A. y Arakha, M. (2022). Síntesis biogénica de nanopartículas de plata de *Punica granatum* L. y evaluación de su actividad antioxidante, antimicrobiana y antibiopelícula. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 32, 4250-4259. <https://doi.org/10.1007/s10904-022-02441-7>

- Salamatullah, A., Hayat, K., Mabood, F., Asif, M., Arzoo, S., Musaad, M., Alzahrani, A., Al-Zaied, B., Kahlil, H., Albader, N., Nafidi, H. y Bourhia, M. (2022). Effects of different solvents extractions on total polyphenol content, HPLC analysis, antioxidant Capacity, and antimicrobial properties of peppers (red, yellow, and green (*Capsicum annum* L.)). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2022/7372101>
- Salazar-Díaz, J., Guerrero-Marina, J. y Rodríguez-Espejo, Y. (2021). Actividad antioxidante de *Aspidosperma excelsum* Benth, *Dracontium lorentense* Krause y *Pothemorphe peltata* (L) Miq. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(2), 27-39. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i2.190>
- Sari, K., Ikawati, Z., Danarti, R. y Hertiani, T. (2023). Ensayo en placa de microtitulación para la medición del contenido total de fenoles y flavonoides en extractos de plantas medicinales. *Arabian Journal of Chemistry*, 16(9). <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2023.105003>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2024). Datos hidrometeorológicos. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Shete, C., Wadkar, S., Gaikwad, N., Patil, K. y Ghosh, J. (2015). Phenolic contents and antioxidant capacity of *Amorphophallus commutatus* and *Amorphophallus paeonifolius*. *International Food Research Journal*, 22(5), 1939-1944. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20153293866>
- Singh, P., Singh, A. y Kumar, K. (2023). Revisiting the role of phenylpropanoids in plant defense against UV-B stress. *Plant Stress*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2023.100143>
- Srisuksomwong, P., Kaenhin, L. y Mungmai, L. (2023). Actividades inhibitoras de la colagenasa y la tirosinasa y estabilidad de la formulación de crema facial que contiene extracto de hoja de anacardo. *Cosmetics*, 10(1), 17. <https://doi.org/10.3390/cosmetics10010017>
- Supo, J. (2014). *Seminarios de Investigación Científica: Sinopsis del libro y carpeta de aprendizaje*. Bioestadístico. <https://books.google.com.pe/books?id=RIzmrQEACAAJ>
- Supo, J., y Zacarías, H. (2020). *Metodología de la investigación científica*. Bioestadístico EEDU EIRL. https://books.google.com.pe/books/about/Metodolog%C3%8Da_de_la_Investigaci%C3%93n_Cient.html?id=WruXzQEACAAJ&redir_esc=y

- Taluk, M. (5 de julio de 2024). *Lignanos para el mercado médico - Tendencias de la Industria y Pronóstico para el periodo de 2024 a 2031*. Medium. <https://medium.com/@sanjidalukdar534/lignanos-para-el-mercado-m%C3%A9dico-tendencias-de-la-industria-y-pron%C3%B3stico-para-el-periodo-de-2024-a-69c011f43088>
- Tuncay, A. y Cankaya, I. (2020). Chapter 5 - Analysis of phenylethanoids and their glycosidic derivatives. *Recent Advances in Natural Products Analysis*, 221-254. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816455-6.00005-6>
- Urrialde, R., Gómez, A., Pintos, B., Gómez-Garay, M. y Cifuentes, B. (2022). Compuestos bioactivos de origen vegetal: desarrollo de nuevos alimentos. *Nutrición Hospitalaria*, 39(3), 8-11. <http://dx.doi.org/10.20960/nh.04302>
- Van, T., Tran, B., Vo, T., Trinh, T., Nguyen, T., Le, S. y Tran, B. (2020). Capacidad antioxidante y contenido de flavonoides, triterpenoides, polifenol y polisacáridos de tubérculos de dos especies de *Amorphophallus* (araceae). *Journal of Applied Biological Sciences*, 14(1), 15-25. <https://jabsonline.org/index.php/jabs/article/view/674>
- Van, T., Tran, B., Nguyen, T., Tran, B. y Huynh, T. (2021). Antioxidant capacity and flavonoids, triterpenoids, polysaccharides contents from aerial part and rhizome of *Homalomena pierreana* (Araceae). *Research Journal of Biotechnology*, 16(9), 53-59. https://www.researchgate.net/publication/354091346_Antioxidant_capacity_and_flavonoids_triterpenoids_polysaccharides_contents_from_aerial_part_and_rhizome_of_Homalomena_pierreana_Araceae
- Vargas, J., Ruíz, M., Vera, B., Briano, M. y Barrientos, L. (2023). Obtención de compuestos bioactivos de plantas medicinales. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 54, 122-134. <https://www.redalyc.org/journal/1816/181676104010/html/>
- Vilchez, G. (2017). *Estudio etnobotánico de especies medicinales en tres comunidades asháninkas y su tendencia al deterioro. Chanchamayo, Junín* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/03/880124/estudio-etnobotanico-de-especies-medicinales-en-tres-comunidade_hFMcllr.pdf
- Williamson, L. (22 de marzo de 2022). *Los flavonoides son una sabrosa manera de mejorar la salud del corazón y del cerebro*. American Heart Association News. <https://www.heart.org/en/news/2022/03/22/los-flavonoides-son-una-sabrosa-manera-de-mejorar-la-salud-del-corazon-y-del-cerebro>

- Vogt, T. (2010). Biosíntesis de fenilpropanoides. *Molecular Plant*, 3(1), 2-20. <https://doi.org/10.1093/mp/ssp106>
- Yadav, V., Wang, Z., Wei, C., Amo, A., Ahmed, B., Yang, X. y Zhang, X. (2020). Phenylpropanoid Pathway Engineering: An Emerging Approach towards Plant Defense. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 9(4), 312. <https://doi.org/10.3390/pathogens9040312>
- Zhu, G. y Croat, T. (2004). Revision of Dracontium (Araceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 91, 593-667. https://www.researchgate.net/publication/288271650_Revision_of_Dracontium_Araceae

Anexos

Tabla 19. Matriz de consistencia.

Título: Influencia de las gradientes altitudinales sobre los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de <i>Dracontium plowmanii</i> (jergón sachá), Huánuco y San Martín, Perú.						
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Aspectos metodológicos
<p>Problema general: ¿Cómo influyen las gradientes altitudinales en el contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de plantas de <i>D. plowmanii</i>, Huánuco y San Martín, Perú)?</p> <p>Problemas específicos: ¿Cuál es el contenido de fenoles totales y flavonoides en los cormos, peciolo y lámina foliar de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes, Huánuco y San Martín, Perú?</p> <p>¿Cuál es el contenido de la capacidad antioxidante en el cormo, peciolo y lámina foliar de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes, Huánuco y San Martín, Perú?</p> <p>¿Cuál es la influencia de las gradientes altitudinales en el contenido de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante en el parénquima vascular de reserva, peridermis, peciolo y lámina foliar de <i>D. plowmanii</i>, Huánuco y San Martín, Perú?</p>	<p>Objetivo general: Determinar la influencia de las gradientes altitudinales en el contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de plantas de <i>D. plowmanii</i>, Huánuco y San Martín, Perú.</p> <p>Objetivos específicos: Evaluar el contenido de fenoles totales, flavonoides totales en el cormo, peciolo y lámina foliar de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes, Huánuco y San Martín, Perú.</p> <p>Evaluar el contenido de la capacidad antioxidante en el cormo, peciolo y lámina foliar de <i>D. plowmanii</i> provenientes de diferentes altitudes, Huánuco y San Martín, Perú.</p> <p>Determinar la influencia de las gradientes altitudinales en el contenido de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante en el parénquima vascular de reserva, peridermis, peciolo y lámina foliar de <i>D. plowmanii</i>, Huánuco y San Martín, Perú.</p>	<p>Hipótesis general El contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en plantas de <i>D. plowmanii</i> se encuentran directamente influenciadas por las gradientes altitudinales en Huánuco y San Martín, Perú.</p> <p>Hipótesis específicas El contenido de fenoles totales, flavonoides totales en el cormo, peciolo y lámina foliar de <i>D. plowmanii</i> varían a diferentes altitudes, Huánuco y San Martín, Perú.</p> <p>El contenido de la capacidad antioxidante en el cormo, peciolo y lámina foliar de <i>D. plowmanii</i> varían a diferentes altitudes, Huánuco y San Martín, Perú.</p> <p>Las gradientes altitudinales influyen en el contenido de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante en el parénquima vascular de reserva, peridermis, peciolo y lámina foliar de <i>D. plowmanii</i>, Huánuco y San Martín, Perú.</p>	<p>X: Gradientes altitudinales</p> <p>Y: Compuestos bioactivos</p>	<p>Nivel altitudinal</p> <p>- Fenoles totales - Flavonoides totales - Capacidad antioxidante</p>	<p>– 250 a 500 m s. n. m. – 750 a 1 000 m s. n. m. – 1 250 a 1 500 m s. n. m.</p> <p>– Contenido de Fenoles totales – Contenido de Flavonoides totales – Contenido de la Capacidad antioxidante</p>	<p>Enfoque de investigación: Cuantitativo (Hernández et al., 2014).</p> <p>Tipo de investigación: Básica (Arias y Covinos, 2021).</p> <p>Alcance de investigación: Es explicativo (Supo, 2014).</p> <p>Diseño de investigación: Cuasiexperimental (Hernández et al., 2014).</p> <p>Población: Plantas de <i>D. plowmanii</i> según las gradientes altitudinales distribuidas en los departamentos de Huánuco y San Martín.</p> <p>Muestreo: El muestreo fue no probalístico intensional tomando en consideración el tamaño de los cormos de manera homogénea.</p> <p>Técnicas de recolección de datos: Observacional participante en razón que el tesista recolectó los datos en campo y/o laboratorio.</p> <p>Instrumento de recolección de datos: Se usó el GPS para medir las gradientes altitudinales y equipos de laboratorio para los análisis de los bioactivos.</p> <p>Análisis estadísticos Se empleó la estadística descriptiva e inferencial (ANVA).</p>

Anexo A. Datos meteorológicos.

Tabla 20. Características climáticas de las estaciones meteorológicas de las zonas de estudio del 2024.

ESTACION METEOROLÓGICA - CAMPANILLA NUEVO JAEN						ESTACION METEOROLÓGICA - TANANTA NUEVA LIBERTAD						ESTACION METEOROLÓGICA - UCHIZA JORGE CHAVÉZ					
Mes/2024	T.°C. MÁXIMA	T.°C. MÍNIMA	T. °C. MEDIA	H.R. %	PP. mm.	Mes/2024	T.°C. MÁXIMA	T.°C. MÍNIMA	T. °C. MEDIA	H.R. %	PP. mm.	Mes/2024	T.°C. MÁXIMA	T.°C. MÍNIMA	T. °C. MEDIA	H.R. %	PP. mm.
ENE.	33,42	23,60	28,51	71,46	48,80	ENE.	32,17	22,56	27,36	82,72	226,60	ENE.	29,20	21,10	25,15	85,70	344,60
FEB.	33,58	23,90	28,74	71,01	255,30	FEB.	32,03	22,40	27,22	82,17	308,60	FEB.	30,10	20,70	25,40	87,80	344,00
MAR.	33,62	23,81	28,72	71,35	189,00	MAR.	32,92	22,57	27,75	82,33	134,80	MAR.	29,90	20,90	25,40	85,40	251,30
ABR.	33,95	23,66	28,81	70,63	80,50	ABR.	32,86	22,75	27,80	81,32	131,70	ABR.	30,60	20,70	25,65	85,70	277,30
MAY.	33,43	23,52	28,48	71,70	231,80	MAY.	32,52	22,31	27,42	81,27	85,20	MAY.	29,60	20,40	25,00	82,00	115,70
JUN.	33,68	22,63	28,16	69,89	94,30	JUN.	32,62	21,10	26,86	79,74	122,80	JUN.	28,70	20,00	24,35	84,30	279,40
JUL.	34,01	21,97	27,99	70,16	12,80	JUL.	31,72	20,36	26,04	80,96	47,50	JUL.	29,00	18,60	23,80	79,80	18,10
AGO.	35,61	21,34	28,48	67,97	1,29	AGO.	32,79	20,27	26,53	78,55	82,50	AGO.	30,60	17,50	24,05	78,60	61,40
SET.	36,23	22,07	29,15	66,96	186,10	SET.	33,70	20,14	26,92	77,54	112,30	SET.	30,30	19,00	24,65	84,00	322,90
OCT.	34,75	23,15	28,95	69,67	264,30	OCT.	32,90	21,52	27,21	80,86	285,00	OCT.	29,80	20,90	25,35	86,40	439,10
NOV.	33,52	23,67	28,60	72,03	110,50	NOV.	30,88	22,18	26,53	84,59	309,00	NOV.	29,70	20,50	25,10	82,20	225,30
DIC.	33,34	23,65	28,50	71,98	187,50	DIC.	31,02	22,28	26,65	83,23	551,60	DIC.	30,20	20,70	25,45	88,00	499,10
Prom./total	34,10	23,08	28,59	70,40	1662,19	Prom./total	32,34	21,70	27,02	81,27	2397,60	Prom./total	29,81	20,08	24,95	84,16	3178,20

ESTACION METEOROLÓGICA - AUCAYACU A MERCED DE LOCRO - JULIO CESAR TELLO - CHONTAYAC						ESTACION METEOROLÓGICA - TINGO MARÍA SAN PEDRO DE PACHAJ - BEJUCAL PUENTE MOENA					
Mes/2024	T.°C. MÁXIMA	T.°C. MÍNIMA	T. °C. MEDIA	H.R. %	PP. mm.	Mes/2024	T.°C. MÁXIMA	T.°C. MÍNIMA	T. °C. MEDIA	H.R. %	PP. mm.
ENE.	31,27	21,79	26,53	83,39	494,00	ENE.	31,11	21,89	26,50	83,76	618,40
FEB.	31,42	21,56	26,49	83,58	420,50	FEB.	30,77	21,56	26,26	83,45	408,70
MAR.	31,55	21,72	26,63	82,97	333,60	MAR.	31,59	21,77	26,68	82,22	373,20
ABR.	31,69	22,36	27,03	81,12	179,00	ABR.	31,91	22,11	27,01	81,85	216,80
MAY.	30,95	22,28	26,62	80,86	241,20	MAY.	31,75	22,06	26,90	80,83	169,30
JUN.	30,50	21,10	25,57	81,80	228,70	JUN.	30,92	20,89	25,91	80,09	234,00
JUL.	29,97	20,18	25,08	80,21	71,70	JUL.	30,81	20,21	25,51	79,24	105,70
AGO.	30,86	20,18	25,52	77,52	238,90	AGO.	31,99	20,23	26,11	75,34	74,10
SET.	32,59	20,43	26,51	77,28	66,10	SET.	33,32	20,85	27,09	71,85	42,40
OCT.	33,04	21,67	27,35	76,92	245,40	OCT.	33,34	21,54	27,44	76,44	158,60
NOV.	29,79	21,52	25,82	85,95	549,30	NOV.	30,02	21,56	25,79	85,69	275,70
DIC.	30,35	21,61	25,98	83,63	372,70	DIC.	30,21	21,22	25,71	84,82	543,60
Prom./total	31,17	21,37	26,26	81,27	3441,10	Prom./total	31,48	21,32	26,41	80,47	3220,50

Anexo B. Datos registrados.**Tabla 21.** Ficha de campo.

Ficha de campo						
Tesis: Roiner Estalyn Margarin Herrera						
N° de muestra	G. A. (m s. n. m.)	Procedencia	Coordenadas UTM		Altitud (m s. n. m.)	Clima
			Este	Norte		
1	250 a 500	Jorge Chavez	346709	9068259	485	Lluvioso
2	250 a 500	Nueva Libertad	328725	9089810	489	Semi-nublado
3	250 a 500	Nuevo Jaen	315513	9156221	497	Caída del sol
1	750 a 1 000	La Merced de Locro	381441	8988016	760	Soleado
2	750 a 1 000	Julio Cesar Tello	379427	8988809	775	Soleado
3	750 a 1 000	Chontayacu	377741	8990405	780	Soleado
1	1 250 a 1 500	San Pedro de Pacchaj	396921	8961941	1 265	Amanecer-despejado
2	1 250 a 1 500	Puente Moena	398846	8963335	1 391	Soleado
3	1 250 a 1 500	Puente Moena	398846	8963326	1 387	Soleado

G.A.: Gradiente altitudinal.

Anexo C. Resultados del laboratorio.**Tabla 22.** Lectura de absorbancias en las concentraciones de trabajo para la curva estándar de fenoles totales.

Concentración ($\mu\text{g EAG/mL}$)	Absorbancia
1	0,116
2,5	0,259
5	0,508
7,5	0,756
10	0,989

Los valores representativos (promedio) provienen del experimento.

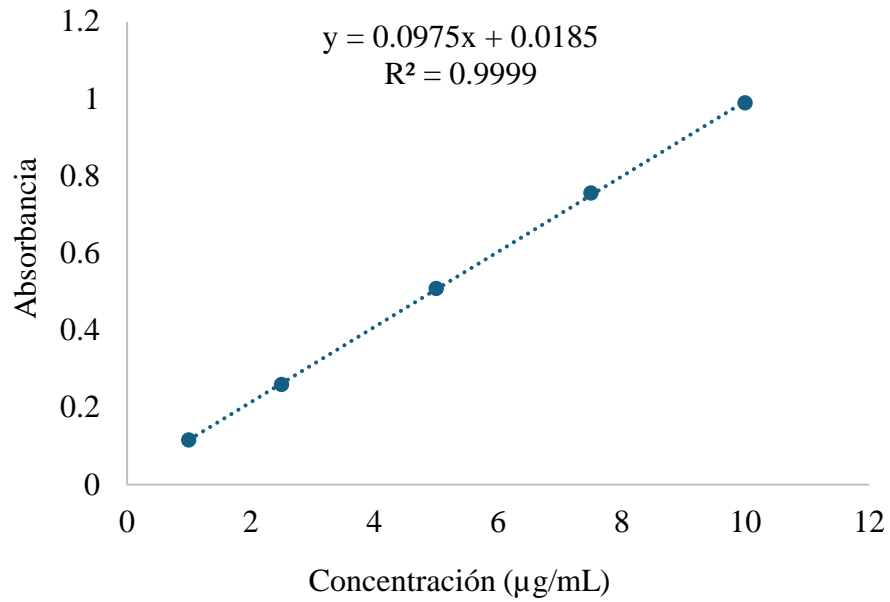


Figura 9. Curva de calibración con ácido gálico para el análisis de fenoles totales.

Tabla 23. Lectura de absorbancias en las concentraciones de trabajo para la curva estándar de flavonoides totales.

Concentración ($\mu\text{g EC/mL}$)	Absorbancia
1	0,054
2,5	0,099
5	0,167
7,5	0,200
10	0,266
15	0,392
20	0,518
25	0,636
30	0,754
35	0,877
40	1,000
45	1,127
50	1,254

Los valores representativos (promedio) provienen del experimento.

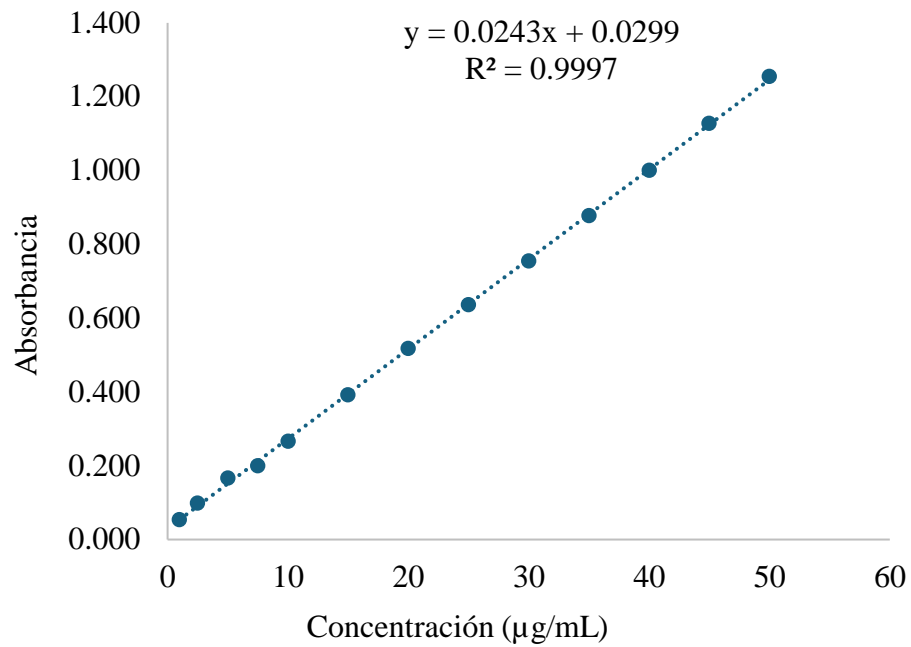


Figura 10. Curva de calibración con catequina para el análisis de flavonoides totales.

Tabla 24. Lectura de absorbancias en las concentraciones de trabajo para la curva estándar del radical libre DPPH.

Concentración (mM)	Absorbancia Residual	Absorbancia inhibida
0,30	0,033	0,952
0,20	0,385	0,600
0,10	0,698	0,287
0,05	0,857	0,128

Dato de control: 0,985, los valores representativos (promedio) provienen del experimento.

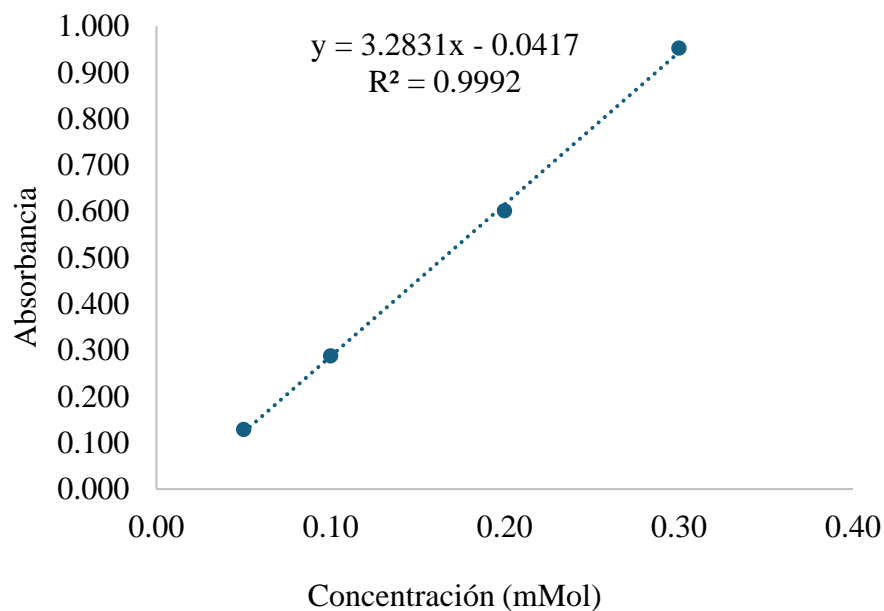


Figura 11. Curva de calibración con trolox para el análisis de la capacidad antioxidante.

Tabla 25. Cuantificación de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante en base a 100 g de muestra de partes vegetativas de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Muestras		Fenoles totales (g EAG/100 g)			Flavonoides totales (g EC/100 g)			DPPH (mMol ET/100 g)		
Gradiente altitudinal (m s. n. m.)	Parte vegetativa	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
250 a 500	Parénquima vascular de reserva	0,99	0,99	0,99	0,55	0,56	0,55	26,79	28,80	27,22
	Peridermis	1,18	1,16	1,18	0,53	0,51	0,53	34,39	33,66	33,22
	Pecíolo	1,14	1,17	1,16	0,54	0,53	0,55	22,16	22,99	22,26
	Lámina foliar	0,76	0,74	0,75	0,56	0,58	0,55	31,97	31,36	32,09
750 a 1 000	Parénquima vascular de reserva	0,94	0,92	0,91	0,65	0,67	0,66	33,61	34,04	33,19
	Peridermis	1,01	1,02	0,99	0,47	0,48	0,49	23,28	24,21	23,58
	Pecíolo	1,07	1,04	1,07	0,56	0,58	0,55	28,30	28,60	28,06
	Lámina foliar	2,02	2,04	1,99	0,73	0,71	0,72	54,90	53,98	54,44
1 250 a 1 500	Parénquima vascular de reserva	0,81	0,84	0,82	0,52	0,53	0,50	38,79	38,61	38,97
	Peridermis	1,06	1,10	1,03	0,44	0,45	0,46	30,54	30,06	29,52
	Pecíolo	1,00	1,03	1,01	0,74	0,73	0,76	32,69	33,13	32,49
	Lámina foliar	2,34	2,37	2,31	0,54	0,55	0,53	77,95	79,41	78,80

Anexo D. Análisis estadístico.**Tabla 26.** Estadígrafos de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante en el parénquima vascular de reserva de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Variables	Gradiente altitudinal (m s. n. m.)	Repeticiones	Media	Desviación estándar	EE	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	CV (%)
						LI	LS			
Fenoles totales (g EAG/100 g)	250 a 500	3	0,990	0,004	0,002	0,981	0,998	0,987	0,994	0,359
	750 a 1 000	3	0,924	0,019	0,011	0,877	0,971	0,906	0,944	2,058
	1 250 a 1 500	3	0,825	0,017	0,010	0,782	0,868	0,808	0,843	2,089
	Total	9	0,913	0,073	0,024	0,857	0,969	0,808	0,994	7,986
Flavonoides totales (g EC/100 g)	250 a 500	3	0,551	0,008	0,004	0,532	0,569	0,546	0,559	1,380
	750 a 1000	3	0,658	0,009	0,005	0,635	0,681	0,650	0,668	1,392
	1250 a 1500	3	0,518	0,013	0,008	0,485	0,552	0,503	0,530	2,598
	Total	9	0,576	0,064	0,021	0,526	0,625	0,503	0,668	11,121
DPPH (mmol ET/100 g)	250 a 500	3	27,601	1,059	0,612	24,970	30,232	26,789	28,799	3,838
	750 a 1000	3	33,612	0,426	0,246	32,552	34,671	33,185	34,038	1,269
	1250 a 1500	3	38,790	0,183	0,106	38,336	39,244	38,607	38,973	0,471
	Total	9	33,334	4,884	1,628	29,580	37,088	26,789	38,973	14,651

CV (%): Coeficiente de variación, Límite inferior: LI, Límite superior: LS, Error estándar: EE.

Tabla 27. Estadígrafos de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante en la peridermis de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Variables	Gradiente altitudinal	Repeticiones	Media	Desviación estándar	EE	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	CV (%)
						LI	LS			
Fenoles totales (g EAG/100 g)	250 a 500	3	1,173	0,012	0,007	1,144	1,202	1,160	1,182	0,994
	750 a 1 000	3	1,007	0,014	0,008	0,972	1,043	0,994	1,022	1,430
	1 250 a 1 500	3	1,060	0,036	0,021	0,970	1,150	1,026	1,098	3,408
	Total	9	1,080	0,076	0,025	1,022	1,138	0,994	1,182	7,033
Flavonoides totales (g EC/100 g)	250 a 500	3	0,524	0,012	0,007	0,495	0,553	0,512	0,535	2,226
	750 a 1 000	3	0,480	0,012	0,007	0,451	0,509	0,467	0,490	2,432
	1250 a 1500	3	0,454	0,010	0,006	0,430	0,479	0,444	0,464	2,173
	Total	9	0,486	0,032	0,011	0,461	0,511	0,444	0,535	6,627
DPPH (mMol ET/100 g)	250 a 500	3	33,757	0,591	0,341	32,288	35,234	33,225	34,395	1,747
	750 a 1 000	3	23,689	0,467	0,270	22,527	24,851	23,283	24,209	1,965
	1 250 a 1 500	3	30,041	0,512	0,295	28,768	31,314	29,521	30,545	1,704
	Total	9	29,719	4,234	1,411	26,656	32,782	23,283	34,395	14,244

CV (%): Coeficiente de variación, Límite inferior: LI, Límite superior: LS, Error estándar: EE.

Tabla 28. Estadígrafos de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante en el peciolo de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Variables	Gradiente altitudinal	Repeticiones	Media	Desviación estándar	EE	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	CV (%)
						LI	LS			
Fenoles totales (g EAG/100 g)	250 a 500	3	1,156	0,020	0,011	1,107	1,205	1,135	1,174	1,704
	750 a 1 000	3	1,059	0,016	0,009	1,020	1,097	1,041	1,070	1,467
	1250 a 1500	3	1,013	0,014	0,008	0,980	1,047	1,002	1,029	1,347
	Total	9	1,076	0,065	0,022	1,026	1,126	1,002	1,174	6,026
Flavonoides totales (g EC/100 g)	250 a 500	3	0,542	0,009	0,005	0,520	0,565	0,533	0,551	1,670
	750 a 1 000	3	0,565	0,012	0,007	0,536	0,594	0,554	0,577	2,066
	1250 a 1500	3	0,746	0,016	0,010	0,705	0,787	0,734	0,765	2,208
	Total	9	0,618	0,097	0,032	0,543	0,693	0,533	0,765	15,777
DPPH (mMol ET/100 g)	250 a 500	3	22,471	0,453	0,261	21,346	23,596	22,162	22,991	2,015
	750 a 1 000	3	28,319	0,268	0,155	27,652	28,986	28,059	28,595	0,948
	1250 a 1500	3	32,770	0,324	0,187	31,964	33,576	32,494	33,128	0,990
	Total	9	27,853	4,484	1,495	24,407	31,300	22,162	33,128	16,099

CV (%): Coeficiente de variación, Límite inferior: LI, Límite superior: LS, Error estándar: EE.

Tabla 29. Estadígrafos de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante en la lámina foliar de *D. plowmanii* provenientes de diferentes altitudes.

Variables	Gradiente altitudinal	Repeticiones	Media	Desviación estándar	EE	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	CV (%)
						LI	LS			
Fenoles totales (g EAG/100 g)	250 a 500	3	0,752	0,008	0,005	0,732	0,773	0,743	0,760	1,102
	750 a 1 000	3	2,019	0,025	0,014	1,956	2,081	1,991	2,041	1,241
	1250 a 1500	3	2,340	0,031	0,018	2,263	2,417	2,311	2,373	1,323
	Total	9	1,704	0,727	0,242	1,145	2,263	0,743	2,373	42,686
Flavonoides totales (g EC/100 g)	250 a 500	3	0,565	0,012	0,007	0,534	0,596	0,553	0,577	2,186
	750 a 1 000	3	0,722	0,009	0,005	0,699	0,745	0,712	0,730	1,268
	1250 a 1500	3	0,540	0,007	0,004	0,523	0,556	0,533	0,546	1,219
	Total	9	0,609	0,086	0,029	0,543	0,675	0,533	0,730	14,138
DPPH (mMol ET/100 g)	250 a 500	3	31,805	0,392	0,226	30,832	32,777	31,358	32,089	1,231
	750 a 1 000	3	54,438	0,457	0,264	53,303	55,573	53,981	54,895	0,839
	1250 a 1500	3	78,717	0,734	0,424	76,893	80,541	77,945	79,407	0,933
	Total	9	54,987	20,323	6,774	39,365	70,609	31,358	79,407	36,961

CV (%): Coeficiente de variación, Límite inferior: LI, Límite superior: LS, Error estándar: EE.

Anexo E. Panel fotográfico.

JARDÍN BOTÁNICO DE MISSOURI


CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que las muestras botánicas, enviadas al Herbario Selva Central Oxapampa (HOXA), para su identificación botánica, por los bachilleres: DEICY LUZ OCHOA ALONZO y ROINER ESTALYN MARGARIN HERRERA, corresponden a los nombres científicos siguientes:

Código/No. de recolección/ N. vernáculo	Nombre científico de la muestra consignada al código en referencia	Familia
JC-M1	<i>Dracontium plowmanii</i> G.H. Zhu & Croat	ARACEAE
JC-M2	<i>Dracontium plowmanii</i> G.H. Zhu & Croat	ARACEAE
NJ-M1	<i>Dracontium plowmanii</i> G.H. Zhu & Croat	ARACEAE
NJ-M2	<i>Dracontium plowmanii</i> G.H. Zhu & Croat	ARACEAE
NJ-M3	<i>Dracontium plowmanii</i> G.H. Zhu & Croat	ARACEAE
NL-M1	<i>Dracontium plowmanii</i> G.H. Zhu & Croat	ARACEAE
NL-M2	<i>Dracontium plowmanii</i> G.H. Zhu & Croat	ARACEAE
NL-M3	<i>Dracontium plowmanii</i> G.H. Zhu & Croat	ARACEAE
C-M3	<i>Dracontium plowmanii</i> G.H. Zhu & Croat	ARACEAE
JCTM1	<i>Dracontium plowmanii</i> G.H. Zhu & Croat	ARACEAE
SF-M1	<i>Dracontium plowmanii</i> G.H. Zhu & Croat	ARACEAE
SF-M2	<i>Dracontium plowmanii</i> G.H. Zhu & Croat	ARACEAE
CHM1	<i>Dracontium plowmanii</i> G.H. Zhu & Croat	ARACEAE
MLM1	<i>Dracontium plowmanii</i> G.H. Zhu & Croat	ARACEAE
MLM2	<i>Dracontium plowmanii</i> G.H. Zhu & Croat	ARACEAE
PMM1	<i>Dracontium croatii</i> G.H. Zhu	ARACEAE
PMM2	<i>Dracontium croatii</i> G.H. Zhu	ARACEAE
SPM1	<i>Dracontium croatii</i> G.H. Zhu	ARACEAE
SPM2	<i>Dracontium croatii</i> G.H. Zhu	ARACEAE

De acuerdo con la información entregada, las muestras fueron recolectadas en el marco de los proyectos de investigación en la modalidad de tesis, como se detalla más adelante:

1. INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE LOS CORMELOS Y LA GRADIENTE ALTITUDIANL SOBRE EL COMPORTAMIENTO GERMINATIVO Y VEGETATIVO DEL GÉNERO *DRACONTIUM* (JERGÓN SACHA) EN FASE DE VIVERO EN TINGO MARÍA, HUÁNUCO.



1

Prolongación Bolognesi Mz. E-6, Oxapampa, Pasco-PERU. Telf. 51 (63) 462467
E-mail jbmperu@yahoo.com URL <https://www.jbmperu.org.pe/>

Figura 12. Constancia de determinación taxonómica de *D. plowmanii* (jergón sachá).

JARDÍN BOTÁNICO DE MISSOURI

2. INFLUENCIA DE LAS GRADIENTES ALTITUDINALES SOBRE LOS
COMPUESTOS BIOACTIVOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE
Dracontium sp. (JERGÓN SACHA), HUÁNUCO Y SAN MARTÍN, PERÚ.

Se expide la presente para los fines que consideren convenientes.

Oxapampa, 12 diciembre 2024

Ing. Rodolfo Vásquez Martínez



2

Figura 13. Constancia de determinación taxonómica de *D. plowmanii* (jergón sachá).



Universidad Nacional Agraria de la Selva
Vicerrectorado de Investigación
Centro de Investigación en Biodiversidad para la Salud
en la Amazonía Peruana



RESULTADOS DE ANÁLISIS

Fecha: 06 de enero de 2025

Nombre del cliente: Roiner Estalyn Margarin Herrera

Email: roiner.margarin@unas.edu.pe

Muestra analizada: Harinas de jergón sacha

Análisis solicitado: Fenoles totales, flavonoides totales y capacidad Antioxidante (Test DPPH)

Los valores de Fenoles en las muestras se obtuvieron de la evaluación mediante el método espectrofotométrico Folin de Ciocalteu. Los resultados se expresan en gramos equivalentes de ácido gálico/100g de muestra (gEAG/100g). Mientras que los valores de Flavonoides totales en las muestras se obtuvieron de la evaluación mediante el método espectrofotométrico de cloruro de aluminio. La prueba se realizó por triplicado y se expresan en gramos equivalentes de catequina/100g de muestra (gEC/100g). Los valores de la capacidad antioxidante evaluados mediante el test DPPH, se evaluaron mediante el método espectrofotométrico. Los resultados se expresaron milimol de trolox equivalente por cien gramos de muestra (mmol TE.100g⁻¹). Las pruebas se realizaron por triplicado.

Cuadro 1: Resultados de Test DPPH en muestras de mermelada

Muestra		Fenoles totales (g EAG/100 g)			Flavonoides totales (g EC/100 g)			DPPH (mmol TE/100 g)		
Gradiente altitudinal (m s.n.m.)	Partes	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
250 a 500	Parénquima	0,99	0,99	0,99	0,55	0,56	0,55	26,79	28,80	27,22
	Cáscara	1,18	1,16	1,18	0,53	0,51	0,53	34,39	33,66	33,22
	Pecíolo	1,14	1,17	1,16	0,54	0,53	0,55	22,16	22,99	22,26
	Lámina foliar	0,76	0,74	0,75	0,56	0,58	0,55	31,97	31,36	32,09
750 a 1 000	Parénquima	0,94	0,92	0,91	0,65	0,67	0,66	33,61	34,04	33,19
	Cáscara	1,01	1,02	0,99	0,47	0,48	0,49	23,28	24,21	23,58
	Pecíolo	1,07	1,04	1,07	0,56	0,58	0,55	28,30	28,60	28,06
	Lámina foliar	2,02	2,04	1,99	0,73	0,71	0,72	54,90	53,98	54,44
1 250 a 1 500	Parénquima	0,81	0,84	0,82	0,52	0,53	0,50	38,79	38,61	38,97
	Cáscara	1,06	1,10	1,03	0,44	0,45	0,46	30,54	30,06	29,52
	Pecíolo	1,00	1,03	1,01	0,74	0,73	0,76	32,69	33,13	32,49
	Lámina foliar	2,34	2,37	2,31	0,54	0,55	0,53	77,95	79,41	78,80




Ing. Darlym Reátegui Díaz
Coordinador Biocentro y
Responsable del análisis

Centro de Investigación en Biodiversidad para la Salud en la Amazonía Peruana
Carretera Central Km 1,2 – Tingo María – 938222585 – darlym.reategui@unas.edu.pe

Figura 14. Constancia del BIOCENTRO de los análisis de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante (DPPH) de las partes vegetativas de *D. plowmanii*.

CONSTANCIA

**LA QUE SUSCRIBE Dra. LUZBEL AIDA CORDOVA MARTINEZ,
Licenciada en Educación Área Principal: Inglés y Área
Secundaria: Lengua**

HACE CONSTAR:

Que, se ha realizado la corrección ortográfica de la tesis titulada INFLUENCIA DE LAS GRADIENTES ALTITUDINALES SOBRE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE *Dracontium plowmanii* (jergón sachá), HUÁNUCO Y SAN MARTÍN, PERÚ presentado por: MARGARIN HERRERA, ROINER ESTALYN. Así mismo, se ha respetado los protocolos de Grados y Títulos de la Universidad.

Se expide la presente constancia a solicitud oral del interesado para los fines que estime conveniente.

Tingo María, mayo 27 de 2025.



Figura 15. Constancia de corrección ortográfica.



Figura 16. Búsqueda de las pantas de *D. plowmanii*.



Figura 17. Planta de *D. plowmanii* en la gradiente altitudinal de 1 250 a 1 500 m s. n. m. en el centro poblado San Pedro de Pacchaj.



Figura 18. Planta de *D. plowmanii* en la gradiente altitudinal de 1 250 a 1 500 m s. n. m. en el centro poblado Bejucal sector Puente Moena.



Figura 19. Muestra de *D. plowmanii* recolectada en la gradiente altitudinal de 1 250 a 1 500 m s. n. m. para su envío y determinación taxonómica al Herbario Selva Central Oxapampa (HOXA) - Jardín Botánico de MISSOURI.



Figura 20. Cormo de *D. plowmanii* de la gradiente altitudinal de 1 250 a 1 500 m s. n. m.



Figura 21. Planta de *D. plowmanii* en la gradiente altitudinal de 750 a 1 000 m s. n. m. en el caserío La Merced de Locro.



Figura 22. Planta de *D. plowmanii* en la gradiente altitudinal de 750 a 1000 m s. n. m. en el caserío Chontayacu.



Figura 23. Planta de *D. plowmanii* en la gradiente altitudinal de 750 a 1000 m s. n. m. en el caserío Julio Cesar Tello.



Figura 24. Muestra de *D. plowmanii* recolectada en la gradiente altitudinal de 750 a 1 000 m s. n. m. para su envío y determinación taxonómica al Herbario Selva Central Oxapampa (HOXA) - Jardín Botánico de MISSOURI.



Figura 25. Planta de *D. plowmanii* en la gradiente altitudinal de 250 a 500 m s. n. m. en el centro poblado Nuevo Jaen.



Figura 26. Planta de *D. plowmanii* en la gradiente altitudinal de 250 a 500 m s. n. m. en el caserío Nueva Libertad.



Figura 27. Lámina foliar de *D. plowmanii* en la prensa botánica de la gradiente altitudinal de 250 a 500 m s. n. m. en el caserío Nueva Libertad.



Figura 28. Planta de *D. plowmanii* en la gradiente altitudinal 250 a 500 m s. n. m. en el centro poblado Jorge Chavez.

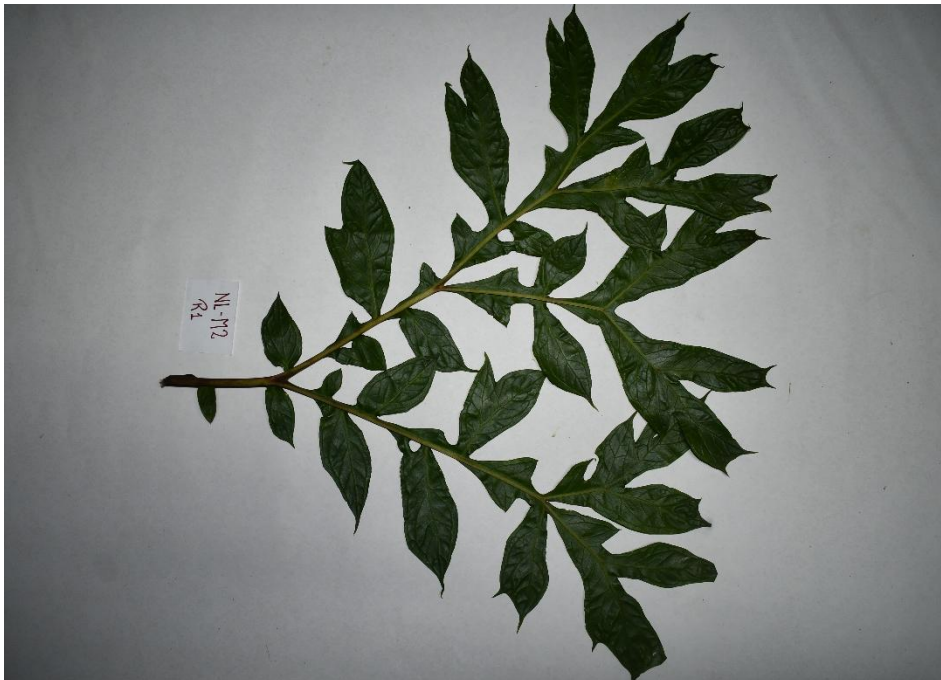


Figura 29. Muestra de *D. plowmanii* recolectada en la gradiente altitudinal de 250 a 500 m s. n. m. para su envío y determinación taxonómica al Herbario Selva Central Oxapampa (HOXA) - Jardín Botánico de MISSOURI.



Figura 30. Pesado de la muestra de *D. plowmanii*.



Figura 31. Muestras de *D. plowmanii* embolsadas en papel Kraft.



Figura 32. Secado de las muestras de *D. plowmanii* en estufa a temperatura de 50°C.



Figura 33. Secado del parénquima vascular de reserva de *D. plowmanii* en la estufa a temperatura de 50°C.



Figura 34. Harina de *D. plowmanii* en frascos de vidrio.



Figura 35. Pesado de la harina de *D. plowmanii* para la preparación de los extractos.



Figura 36. Pesado de la harina de *D. plowmanii* para la preparación de los extractos.



Figura 37. Preparación de los extractos.



Figura 38. Preparación de los reactivos.



Figura 39. Visita al BIOCENTRO por parte de los miembros del jurado calificador.



Figura 40. Visita al BIOCENTRO por parte de los miembros del jurado calificador.