



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD



AT 2025-FFBB-060

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título de **Informe final de tesis** es:

Caracterización fisicoquímica, actividad antioxidante, contenido de polifenoles totales y flavonoides del extracto etanólico de *Tillandsia latifolia*.var.*divaricata* (benth.) Mez

Presentado por:

PRIETO HUAYLLA ROSALINDA JUDITH

Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA**. El resultado obtenido es 0% por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Con Código de Matricula: 20171112

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 07 de julio de 2025

Dr. PEÑA GALINDO JULIO JOSE
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Farmacia y Bioquímica



Caracterización fisicoquímica, actividad antioxidante, contenido de polifenoles totales y flavonoides del extracto etanólico de *Tillandsia latifolia*.var.*divaricata* (benth.) Mez

Línea de investigación

Salud Pública y Conservación del Medio Ambiente

INFORME FINAL DE TESIS

AUTOR

BACH. ROSALINDA JUDITH PRIETO HUAYLLA

Ica, Perú

2025

DEDICATORIA

A Dios, primero y siempre por ser un Padre amoroso, bondadoso y guía.

Mis padres, Claudia Huaylla Huashua y Eduardo Prieto Quispe, son mi todo, mi razón de ser y mi fuente de inspiración. Gracias por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificio.

A mi querido Hermano, Elisban mi gran compañero en este camino de aprendizaje y fuente de motivación.

Y a la memoria de mi tío Eliseo Bellido, quien me brindó su cariño y me dio consejos valiosos. Siempre ocupara un lugar especial en mi corazón.

A mis catedráticos y asesores de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, por su excelencia y dedicación en mi formación profesional.

A la asociación científica de investigación farmacéutica (ACIF) por permitirme ser miembro del semillero de Investigación y vivir una experiencia enriquecedora.

Este logro académico es posible gracias a todos ustedes. Gracias por su amor, apoyo y dedicación.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a:

Dios por darme la valentía para enfrentar las adversidades, por guiarme en el camino y fortalecerme espiritualmente y mentalmente.

Mi familia:

Mis padres, por darme la vida y formarme con valores, sentimientos y hábitos que me ha permitido superar mis momentos difíciles y a seguir adelante.

Mi hermano menor, quien ha sido mi mayor motivación y reflejo. Gracias por inspirarme a ser mejor y por ser un recordatorio de lo que puedo lograr.

También quiero agradecer a mis Asesores, Dr. Surco Laos Felipe Artemio y Dra. Chávez Orellana Santos Haydee; por su inspiración, dedicación y apoyo constante, han sido fundamental en mi éxito académico y personal.

A las autoridades y docentes de la facultad de farmacia y bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, por la formación académica y profesional brindada.

¡Muchas gracias!

La autora

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	14
1.2 Antecedentes.....	15
1.3 Formulación del problema.....	20
1.4 Justificación e importancia.....	20
1.5 Objetivos.....	21
1.6 Hipótesis.....	21
1.7 Marco teórico.....	22
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	40
2.1 Tipo, Nivel y Diseño de la investigación.....	40
2.2 Población y muestra de la investigación.....	40
2.3 Materiales, equipos, reactivos, entre otros.....	40
2.4 Técnicas y procedimiento de recolección de datos.....	42
2.5 Técnicas de procesamiento de información.....	52
2.6 Aspectos éticos.....	53
III. RESULTADOS.....	54
IV. DISCUSIÓN.....	67
V. CONCLUSIONES.....	70
VI. RECOMENDACIONES.....	71
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
VIII. ANEXOS.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Factores externos que favorecen la generación de Radicales Libres en el organismo.	23
Tabla N°2. La clasificación de los polifenoles más relevantes y sus principales fuentes en la dieta.	31
Tabla N°3. Resultados de la Identificación de grupos funcionales y metabolitos secundarios en el screening fitoquímico del extracto etanólico de las hojas de la especie <i>Tillandsia Latifolia var. divaricata (Benth.) Mez.</i>	54
Tabla N°4. Caracterización Fisicoquímica del extracto etanólico de hojas de la especie <i>Tillandsia Latifolia var. divaricata (Benth.) Mez.</i> : análisis de humedad, solidos totales, solidos solubles, cenizas, Ph, color, olor y consistencia.	55
Tabla N° 5. Actividad antioxidante por el método DPPH en las diluciones del extracto etanólico de hojas de la especie <i>Tillandsia latifolia var. divaricata (Benth.) Mez.</i>	56
Tabla N°6. Valores de absorbancia de las diluciones del patrón de Trolox para la determinación de actividad antioxidante por el método FRAP.	57
Tabla N°7. Valores de absorbancia de las concentraciones del extracto etanólico de hojas de la especie <i>Tillandsia latifolia var. divaricata (Benth.) Mez.</i> , para la determinación del TEAC mediante el método FRAP.	58
Tabla N°8. Valores de absorbancia de las diluciones del patrón de Trolox utilizando el método CUPRAC.	59
Tabla N°9. Lectura de la absorbancia de las diluciones del extracto etanólico de la especie para la determinación del TEAC por el método CUPRAC.	60
Tabla N°10. Valores de absorbancia de las diluciones del patrón de Trolox utilizando el método ABTS.	61
Tabla N°11. Lectura de la absorbancia de las diluciones del extracto etanólico de la especie para la determinación de TEAC por el método ABTS.	62

Tabla N°12. Valores de absorbancia del estándar de ácido gálico para la curva de calibración.	63
Tabla N°13. Valores de absorbancia de las diluciones del extracto etanólico de la especie <i>Tillandsia latifolia. var. divaricata (benth) Mez.</i> , y concentración de polifenoles totales expresada como equivalentes de ácido gálico.	64
Tabla N°14. Valores de calibración del estándar de Quercetina para flavonoides.	65
Tabla N°15. Concentración de flavonoides en el extracto etanólico de la especie <i>Tillandsia latifolia. var. divaricata (benth) Mez.</i> , expresada como equivalente de Quercetina.	66
Tabla N°16. Operacionalización de las variables.	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1. Estructura química de los principales compuestos con estructura polifenólica.	30
Figura N°2. Estructura química general de los flavonoides.	33
Figura N°3. Fotografía de la recolección de la especie <i>Tillandsia latifolia var. divaricata</i> (Benth.) Mez. Procedencia: En el cerro de Huallhua, Provincia Lucanas-Departamento Ayacucho.	36
Figura N°4. Ubicación geográfica de <i>Tillandsia latifolia.var.divaricata (benth.) Mez.</i> , en cerro de Huallhua 2107.01 m.s.n.m (14°50'38"S 74°43'58"W)-Mapa de Google Earth.	38
Figura N°5. Esquema general de una marcha fitoquímica.	45
Figura N°6. Curva de correlación entre concentraciones del extracto EtOH de las hojas de <i>Tillandsia latifolia var. divaricata (Benth.) Mez.</i> , vs % de inhibición del radical DPPH.	56
Figura N°7. Curva de calibración del patrón de Trolox para establecer la actividad antioxidante por el método FRAP.	57
Figura N°8. Curva de correlación entre concentración del extracto (mg/mL) vs la actividad antioxidante como TEAC (mM) por el método FRAP.	58
Figura N°9. Curva de calibración del patrón Trolox para la determinación de capacidad antioxidante mediante el método CUPRAC.	59
Figura N°10 Correlación entre la concentración del extracto etanólico de la especie y la equivalencia de trolox por el método CUPRAC.	60
Figura N°11. Curva de calibración de Trolox para el método ABTS; correlación entre la concentración (mM) y absorbancia.	61
Figura N°12. Correlación entre la concentración del extracto de la especie <i>Tillandsia latifolia. var. divaricata (benth) Mez.</i> , y capacidad antioxidante equivalente a Trolox (TEAC: mM) medida por ABTS.	62
Figura N°13. Curva de calibración del estándar de ácido gálico para la determinación de polifenoles totales expresadas como equivalente de ácido gálico.	63

Figura N°14. Correlación entre mg/mL de extracto etanólico de <i>Tillandsia latifolia</i> . <i>var. divaricata (benth) Mez.</i> , vs ug equivalente de ácido gálico.	64
Figura N°15. Curva de calibración de Quercetina para cuantificación de flavonoides	65
Figura N°16. Curva de correlación entre la concentración (mg/mL) del extracto etanólico de la especie <i>Tillandsia latifolia. var. divaricata (benth) Mez.</i> , vs (mM) equivalentes de Quercetina.	66
Figura N°17. Certificación Botánica de la especie.	80
Figura N°18. Recolección de la muestra de la especie: <i>Tillandsia latifolia.var.divaricata</i> <i>(benth.) Mez.</i>	82
Figura N°19. Selección y limpieza de la especie <i>Tillandsia latifolia.var.divaricata</i> <i>(benth.) Mez.</i>	83
Figura N°20. Corte y secado manual de las hojas de <i>Tillandsia latifolia.var.divaricata</i> <i>(benth.) Mez.</i>	83
Figura N°21. Maceración en etanol 96° de las hojas de <i>Tillandsia latifolia.var.divaricata</i> <i>(benth.) Mez.</i>	83
Figura N°22. Obtención del extracto por reflujo.	84
Figura N°23. Secado en rotavapor.	84
Figura N°24. Peso del extracto seco.	84
Figura N°25. Detección de Taninos. (-)	85
Figura N°26. Reacción de Cloruro Férrico. (+)	85
Figura N°27. Detección de Flavonoides por Rx de Shinoda. (+)	85
Figura N°28. Reacción de Ninhidrina: Aminoácidos. (+)	86
Figura N°29. Detección de Antraquinonas. (-)	86
Figura N°30. Reacción de Liebermann Burchard: Esteroides y/o triterpenos. (+)	86
Figura N°31. Detección de Alcaloides. (+)	87
Figura N°32. Detección de catequinas. (+)	87
Figura N°33. Detección de Saponinas: Prueba de espuma. (-)	87

Figura N°34. Determinación de sólidos totales: A) Pesado de la muestra en la placa Petri. B) Placa Petri con sólidos del extracto en un desecador.	88
Figura N°35. Determinación de sólidos solubles: A) Calibración B) Medición de sólidos solubles.	88
Figura N°36. Determinación de cenizas: A) Calcinación de muestra en la mufla a 550°C. B) llevar los crisoles en el desecador.	89
Figura N°37. Determinación de pH: A) Calibración del pHmetro. B) medición del pH de la muestra.	89
Figuras N°38 y 39. Preparación de las muestras.	90
Figura N°40. Cuantificación de Polifenoles Totales: método de Folin-Ciocalteu.	91
Figura N°41. Cuantificación de Flavonoides Totales: AlCl ₃	91

RESUMEN

La planta *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* (benth.) Mez, es endémica de América y conocida por su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales. El objetivo de esta investigación fue la caracterización fisicoquímica, actividad antioxidante, contenido de los polifenoles totales y flavonoides del extracto etanólico de la especie *Tillandsia latifolia*. var. *divaricata* (benth.) Mez. La capacidad antioxidante del extracto etanólico fue evaluada por los métodos: captación del radical difenilpicrilhidrazilo (DPPH), el potencial antioxidante de reducción del ion férrico (FRAP), el radical libre ABTS y CUPRAC. La caracterización fisicoquímica se realizó por el método de AOAC. Los resultados mostraron que el extracto etanólico tiene una actividad antioxidante significativa con un valor de IC50 de 2,79 mg/mL por el método DPPH, en el método FRAP 1mg del extracto equivalente a 0,277 mM de Trolox, en el método CUPRAC la actividad antioxidante de 1mg de extracto equivalente a 3,15 mg/mL de Trolox y en el método ABTS 1mg del extracto equivalente a 2,5 mg/mL de Trolox. En cuanto a la determinación de polifenoles totales existe un contenido de 256,8 µg de ácido gálico por mg de extracto y contenido de flavonoides de 10,21 mg/mL de extracto equivale a 1mM de quercetina. En conclusión, el extracto etanólico de la especie de *Tillandsia latifolia* posee metabolitos fitoquímicos relacionados con propiedades antioxidantes, entre los que se incluyen flavonoides, catequinas, compuestos fenólicos y alcaloides. Siendo esta especie una fuente prometedora de compuestos antioxidantes lo que abre posibilidades para futuras investigaciones y aplicaciones en la industria farmacéutica y de alimentos.

Palabras clave: *Tillandsia latifolia*, antioxidante, Polifenoles, Flavonoides

ABSTRACT

The plant *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* (benth.) Mez, is endemic to America and known for its ability to adapt to different environmental conditions. The objective of this research was the physicochemical characterization, antioxidant activity, content of total polyphenols and flavonoids of the ethanolic extract of *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* (benth.) Mez. The antioxidant capacity of the ethanolic extract was evaluated by the methods: diphenylpicrylhydrazyl radical uptake (DPPH), ferric ion reduction antioxidant potential (FRAP), free radical ABTS and CUPRAC. Physicochemical characterization was performed by AOAC method. The results showed that the ethanolic extract has significant antioxidant activity with IC50 value of 2.79 mg/mL by DPPH method, in FRAP method 1mg of the extract equivalent to 0.277 mM Trolox, in CUPRAC method the antioxidant activity of 1mg of extract equivalent to 3.15 mg/mL Trolox and in ABTS method 1mg of the extract equivalent to 2.5 mg/mL Trolox. As for the determination of total polyphenols there is a content of 256.8 µg of gallic acid per mg of extract and flavonoid content of 10.21 mg/mL of extract equivalent to 1mM of quercetin.

In conclusion, the ethanolic extract of *Tillandsia latifolia* species possesses phytochemical metabolites related to antioxidant properties, including flavonoids, catechins, phenolic compounds and alkaloids. This species is a promising source of antioxidant compounds, which opens possibilities for future research and applications in the pharmaceutical and food industries.

Key words: *Tillandsia latifolia*, antioxidant, Polyphenols, Flavonoids.

I. INTRODUCCIÓN

El conocimiento ancestral sobre las propiedades medicinales de las plantas, combinado con los avances tecnológicos actuales, nos permite analizar y aprovechar los beneficios de estos recursos naturales para satisfacer las necesidades de salud y bienestar de la humanidad. Las plantas medicinales no solo son una fuente esencial para el desarrollo de nuevos principios activos, sino que también representan un recurso clave para la creación de productos de gran importancia en la industria. De hecho, según el Dr. Tedros Adhanom Ghebreyesus, Director General de la Organización Mundial de la Salud (OMS), las plantas medicinales son el primer recurso al que millones de personas en todo el mundo acuden para cubrir sus necesidades de salud. (1, 2)

Los compuestos fitoquímicos especialmente aquellos con propiedades antioxidantes han adquirido una gran importancia en la salud humana. Su capacidad de reducir el estrés oxidativo y neutralizar los radicales libres puede ayudar a prevenir enfermedades degenerativas como el cáncer, la diabetes, la enfermedad cardiovascular, entre otras. Entre los antioxidantes más importantes se encuentran los polifenoles, que se caracteriza por tener múltiples anillos fenólicos. Esto les confiere una gran capacidad para neutralizar los radicales libres y se dividen en varios grupos, entre los que destacan los taninos y los flavonoides. (3) Los taninos son polifenoles vegetales clasificados en hidrolizables, florotaninos y condensados, según su vía biosintética. Poseen propiedades antidiarreicas, antioxidantes, antineoplásicos, antibacterianas y protector hepático. Se encuentran en plantas de diversas familias y son consumidos principalmente a través del vino, que es su principal representante en la industria alimentaria. Los taninos son responsables de la sensación de astringencia en la boca al consumir vino, y son fundamentales para la industria vinícola. Además, se encuentran en otros frutos y plantas; como pino y mimosa, y tienen aplicaciones en la industria cosmética. (3)

Por otro lado, Los flavonoides son compuestos naturales con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas y antitumorales. Estos beneficios los convierten en valiosos para la salud y en diversas industrias, como la cosmética y alimenticia, donde se utilizan como saborizantes, colorantes, conservadores y edulcorantes. Los flavonoides se encuentran en frutas, verduras, flores y plantas; como soya, espinacas, cítricos, arándanos, cerezas y manzanas. Un subgrupo destacado son las antocianinas, responsables del color intenso rojo-azulado de algunas frutas y vegetales, y ofrecen beneficios adicionales, como protección del ADN celular, actividad anti-inflamatoria y anticancerígena. (3)

En el marco de la investigación sobre las plantas que habitan en entornos áridos, me enfoco en el estudio de las tillandsias, un tipo de planta epífitas, terrestres o rupícolas que forma parte de la

familia de las bromelias y es endémica del continente americano. Una de las características más sorprendente es su capacidad de sobrevivir en entornos extremadamente áridos, como los desiertos costeros de Perú y Chile, donde forman comunidades de cientos o miles de especies que se apoyan en las laderas del desierto. Aunque algunas especies no poseen raíces han desarrollado una estrategia única para absorber agua y nutrientes a través de sus hojas. Esta adaptación les permite prosperar en lugares donde otras plantas no podrían sobrevivir. (4)

La distribución geográfica de las tillandsias en Perú es amplia y variada. Según Hesse (2012), en la región norte de Perú, cerca de las costas marinas, las tillandsias se encuentran entre los 200 y 400 metros de altitud. En contraste, en la región sur, se encuentran entre los 900 y 1200 metros de altitud. Esta distribución geográfica sugiere que las tillandsias son capaces de adaptarse a diferentes condiciones climáticas y ecológicas, lo que las hace ideales para colonizar y establecerse en una variedad de entornos. (5)

La familia de plantas bromeliáceas, a la que pertenecen las tillandsias presenta una gran diversidad en Perú. Según Braco & Zarrucchi (1993) y Ulloa Ulloa et al., esta familia cuenta con 19 géneros que albergan un total de 459 especies en Perú. Entre los géneros de Bromeliaceae más destacados en Perú se encuentran Tillandsia, Puya y Pitcaimia, ocupan la mayoría de las regiones ecológicas entre los 100 y 4700 m.s.n.m., según León, Sagastegue, Sánchez y Zapata (2006). Esta amplia distribución geográfica y ecológica destaca la importancia en la ecología y la biodiversidad del Perú. (6)

Un estudio llevado por Jenny Türkowsky en Cajamarquilla – Lima, determinó que el crecimiento de las plantas y su capacidad reproductiva varían según la especie de Tillandsia y la época del año, debido a diferencias genéticas y microclimáticas. Los resultados del estudio establecieron que las tillandsias pasan por diferentes estados fenológicos, incluyendo el estado vegetativo, el crecimiento del escapo, el estado de floración, el proceso de fructificación, la maduración de semillas y diseminación y la esterilidad y/o aborto. Además, se encontró que diferentes especies de tillandsias florecen en épocas específicas del año, como *Tillandsia purpurea*, que florece en junio, julio y agosto, *Tillandsia paleacea*, que florece en enero, febrero y marzo, y *Tillandsia latifolia*, que florece en septiembre, octubre y noviembre. (7)

Aunque el conocimiento sobre las especies de tillandsias en Perú es limitado, se sabe que los antiguos habitantes peruanos empleaban especies de Tillandsia para crear vestimenta con fibras de su fruto similares al algodón y reportaron propiedades curativas, incluyendo el tratamiento de quemaduras, tos, bronquitis, dolores de espalda, problemas para dormir, palpitaciones rápidas y para acelerar la cicatrización. (7)

Todo lo mencionado anteriormente se utiliza como fundamento para este estudio, el cual se enfoca en la caracterización fisicoquímica, actividad antioxidante, contenido de polifenoles totales y flavonoides del extracto etanólico de *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* (benth.) Mez.

Es importante destacar que los antioxidantes pueden tener un efecto sinérgico o inhibitorio, por lo que se requiere la utilización de múltiples métodos para evaluar completamente su capacidad antioxidante. Esto se debe a que la eficacia de captación de radicales libres generados varía dependiendo del entorno en el que se encuentre el compuesto bioactivo. La investigación sobre las tillandsias y su potencial antioxidante puede tener un impacto positivo en la salud y el bienestar humano, ya que los resultados pueden ser utilizados para desarrollar nuevos productos y terapias que aprovechen sus propiedades antioxidantes.

1.1 Descripción de la realidad problemática.

La investigación sobre las plantas del género *Tillandsia*, específicamente la especie *Tillandsia latifolia* var. *divaricata*, es limitada en el Perú, a pesar de su potencial fitoterapéutico demostrado en estudios internacionales. Esta brecha en el conocimiento científico ofrece un potencial para descubrir si esta planta puede ser útil para la salud, especialmente por su posible poder antioxidante.

La medicina tradicional ha sido un impacto significativo en la ciencia moderna, ya que el 40% de los medicamentos derivan de sustancias naturales. Ejemplos notables incluye la morfina, un analgésico potente derivado del opio y la quinina como tratamiento efectivo contra la malaria extraído de la corteza del árbol de cinchona. A pesar de la amplia utilización de las plantas medicinales por la población, aún se desconoce o no se aprovecha la utilidad de muchas especies, lo que pone en riesgo la conservación de la biodiversidad y la protección de las especies en peligro de extinción. (1,8) La escasez de estudios sobre las propiedades medicinales de las plantas limita la identificación de nuevas moléculas con propiedades terapéuticas, lo que retrasa el desarrollo de nuevos tratamientos para enfermedades complejas. Esto priva a la sociedad de posibles soluciones para problemas de salud graves. En consecuencia, es fundamental abordar esta brecha en la investigación para proteger la biodiversidad, promover la medicina complementaria y sentar las bases para la creación de nuevos tratamientos que beneficien a la humanidad. El conocimiento tradicional sobre las propiedades medicinales de *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* necesita ser validado científicamente, siguiendo los estándares éticos internacionales. La ausencia de estudios que caractericen el perfil fitoquímico y la actividad biológica de esta especie limita la identificación de posibles compuestos con potencial terapéutico.

1.2 Antecedentes

Antecedentes Internacionales

Alejandro Rosas JA, et al., (2024). Evaluaron la composición fitoquímica y la actividad biológica de extractos de *Tillandsia usneoides* recolectadas en Córdoba y Tetelzingo. Los análisis revelaron que los extractos contenían metabolitos secundarios como alcaloides, glucósidos, flavonoides y taninos. La actividad antioxidante fue significativamente mayor en el extracto acuoso de Córdoba (72,09%) y en el extracto etanólico de Tetelzingo (46,94%). Los ensayos de citotoxicidad indicaron una toxicidad moderada en ambos extractos. Los resultados sugieren que *Tillandsia usneoides* es una planta con potencial para la obtención de compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y posibles aplicaciones en la salud. (9)

Lasso P, Rojas L, et al., (2022) En la búsqueda de alternativas terapéuticas para el tratamiento del cáncer, un estudio titulado “*Tillandsia usneoides* Extract Decreases the Primary Tumor in a Murine Breast Cancer Model but not in Melanoma”. Han investigado los efectos del extracto etanólico de *T. usneoides* in vitro e in vivo en modelos de cáncer de mama 4T1 y melanoma B16-F10. La evaluación in vitro de dos líneas celulares mostró que el extracto tenía actividad citotóxica e induce apoptosis. Sin embargo, sus efectos sobre la producción de especies reactivas del oxígeno y la absorción de glucosa fueron opuestos. Solo in vivo en el modelo 4T1, los animales tratados con el extracto mostraron una reducción significativa en el tamaño del tumor acompañada de un aumento en las células dendríticas y las células T CD8 activadas y una disminución en las células (MDSC-LC) y los linfocitos T reguladores en el microambiente tumoral. Estos resultados indican que los extractos de *T. usneoides* modulan antagónicamente el metabolismo tumoral 4T1 en comparación con B16-F10, afectando el microambiente tumoral y las potentes respuestas inmunes antitumorales, lo que resulta en una reducción del tamaño del tumor 4T1, pero no del B16-F10. (10)

Lo MM, et al., (2022) En su investigación “Isolation and Identification of Flavones Responsible for the Antibacterial Activities of *Tillandsia bergeri* Extracts”. Se realizó fraccionamiento bioguiado por bioautografía superpuesta en agar como método de detección contra varias cepas de bacterias Gram positivas y Gram negativas. La identificación de compuestos antibacterianos se realizará mediante resonancia magnética nuclear (RMN) y HRMS. Evidencia la inhibición de las bacterias Gram positivas MSSA, MRSA y *S. caprae* mediante una fracción de diclorometano; esta fracción condujo al aislamiento e identificación de dos flavonas: penduletina y viscosina, aislados por primera vez de esta especie. La combinación de estos compuestos con vancomicina y cloxacilina no solo redujo

la concentración mínima inhibitoria (CIM) de los antibióticos, sino que también reveló un efecto sinérgico cuando se combina penduletina con vancomicina contra las bacterias *MSSA* y *S. caprae*. (11)

Miranda Nuñez JE, et al., (2021) En su artículo “GLUT4 translocation in C2C12 myoblasts and primary mouse hepatocytes by an antihyperglycemic flavone from *Tillandsia usneoides*”. El objetivo fue encontrar algún componente de *T. usneoides* con efecto sobre la glucosa en sangre mediante un fraccionamiento guiado por bioensayo tanto en extracto acuoso y de las fracciones de (TU-AcOEt y TU-Acuosas), probando su potencial efecto antihiperglucemiante en ratones CD-1, así como su influencia en la translocación de GLUT4 en mioblastos C2C12 y hepatocitos primarios. La fracción C3F6-9 fue explorada por Resonancia Magnética Nuclear (RMN), lo que permitió identificar un compuesto flavonoide específico: 5,7,4'-trihidroxi-3,6,3',5'-tetrametoxiflavona (Flav1). Los resultados revelaron que la fracción TU-AcOEt, específicamente la sub-fracción C1F3 mostró un efecto hipoglucemiante significativo en ratones y que Flav1 estimuló la translocación de GLUT4 en mioblastos C2C12 y hepatocitos primarios. (12)

Rojas Fonseca L. (2021) En su tesis “caracterización química y la evaluación de la actividad biológica tumorales de extracto de hojas de *Tillandsia usneoides* (barba de viejo)”. Mediante maceración se obtuvo extracto crudo y las fracciones se obtuvieron por cromatografía al vacío utilizando solventes de polaridad creciente: hexano, diclorometano, acetato de etilo y etanol al 50%. Por lo tanto, se caracterizaron químicamente aplicando diversas técnicas cromatográficas como: HPTLC, UPLC-DAD y UHPLC-MS-TQ. Posteriormente, se realizó una purificación bioguiada de metabolitos activos utilizando técnicas cromatográficas especializadas. Se evaluó la citotoxicidad del extracto, fracciones y compuestos en líneas celulares tumorales de mama (4T1 y MCF-7) y no tumorales (3T3), mediante ensayos colorimétricos (MTT) y también se analizó el mecanismo de muerte celular inducida (apoptosis y necrosis). Los resultados indicaron la presencia de triterpenos y polifenoles como metabolitos principales en el extracto crudo y las fracciones, y se observó una actividad citotóxica selectiva para las líneas celulares de tumores de mama. (13)

Estrella- Parra E, et al., (2019) Realizaron una “Revisión del género *Tillandsia*: historia, usos, química y actividad”. Este género comprende 649 especies y se encontró que las especies de *Tillandsia* tiene una variedad de aplicaciones usos industriales (abrasivos y envases de frutas), hasta en la medicina tradicional incluyendo problemas ginecológicos, reumatismo, úlceras, hemorroides, antidiabético, antiemético, analgésico, laxante, anticonceptivo, antiespasmódico y diurético. Según sus estudios experimentales 24 especies

en su composición química contienen triterpenos de cicloartano e hidroxiflavonoides, los cuales han demostrado efectos antineoplásica, hipolipidemiante, antifúngica, anti-HSV-1, hipoglucemiante y bactericida. Esta revisión destaca la importancia económica, etnobotánica farmacológica del género *Tillandsia* que ofrece un gran potencial para abordar diversos desafíos en la sociedad moderna. (14)

Lowe HIC, et al., (2017) En la investigación “HLBT-100: a highly potent anti-cancer flavanone from *Tillandsia recurvata* (L.) L.”. tuvo como objetivo aislar y caracterizar un compuesto bioactivo con actividad anticancerígena. Para lograr esto, se utilizaron técnicas cromatográficas combinadas con ensayos antiproliferativos para determinar la fracción activa y posteriormente el compuesto puro. La molécula aislada, denominada HLBT-100, se evaluó en el panel de la línea celular NCI60 y se encontró que inhibía el crecimiento de varias líneas celulares de cáncer, incluyendo cáncer de cerebro, cáncer de mama, leucemia, melanoma y neuroblastoma a concentraciones de IC₅₀ de 0,054, 0,030, 0,024, 0,003 y 0,05 µM, respectivamente. Esta investigación destaca el potencial anticancerígeno de HLBT-100, un flavonoide de la clase de las flavanonas aislado de *T. recurvata* (L.) L. Los resultados sugieren que HLBT-100 podría ser un compuesto prometedor para el tratamiento de diversas categorías de cáncer y se recomienda realizar estudios adicionales para explorar su potencial terapéutico. (15)

Delaporte RH, et al., (2004) En su investigación sobre la “Evaluation of the antioedematogenic, free radical scavenging and antimicrobial activities of aerial parts of *Tillandsia streptocarpa* Baker-Bromeliaceae”, se obtuvo el extracto metanólico crudo y su partición hexano, la cual reflejó una inhibición significativa ($P < 0,05$) del edema de oreja, a una dosis de 2 mg/oreja inducida por aceite de crotón. En la fracción hexano, mediante métodos espectroscópicos, se identificaron: cicloartenol, 4',5-dihidroxi-3',7-dimetoxiflavanona y una combinación de los esteroides estigmasterol, beta-sitosterol y campesterol. El extracto metanólico, por el método (DPPH) posee una alta reactividad y un potente efecto antioxidante (IC₅₀ = 0,0056%, p/v). Así mismo, se evaluó la actividad antimicrobiana, a la cual era inactivo frente a *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans*, *C. parapsilosis*, *C. krusei* y *C. tropicalis* (CMI > 500 ug/ml), y se determinó que no presenta toxicidad en ratones a una dosis única de 2 g/kg. (16)

Antecedentes Nacionales

Vilches Caceda HA, et al., (2024) Evaluaron el efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *Tillandsia maculata* (Bromeliaceae) sobre *Streptococcus mutans*. Un patógeno oral que contribuye significativamente a la formación de caries dentales. Su estudio inicio con un cribado fitoquímico seguido de la preparación de 56 placas de agar Muller-Hinton, que se dividieron en 7 grupos y la aplicación del método de difusión en disco utilizando *Streptococcus mutans* ATCC 25175 como cepa de prueba. Los resultados revelaron la presencia de compuestos fitoquímicos como taninos, flavonoides, glicósidos cardiotónicos y lactonas. Además, el extracto al 100% presentó un efecto antibacteriano notable, comparable al de la clorhexidina al 0,12%, lo que sugiere su potencial como agente antimicrobiano natural para prevenir la formación de caries dentales. (17)

Chichipe Gomez G, Sanchez Gomez R. (2022) Realizaron un trabajo de tesis; “Determinación de Quercetina por HPLC / UV visible y actividad antimicrobiana del extracto hidrometanólico de las hojas de *Tillandsia mucalata* R & P. “HUICUNDO” utilizando técnicas de screening, ensayos cualitativos y cuantitativos. Se detectó el contenido de flavonoides expresados en quercetina por la técnica de HPLC/UV visible. La actividad bactericida se determinó por el método de Kirby Bauer frente a dos cepas: *Escherichia coli* ATCC 8739 y *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883 en comparación con el control positivo de cloranfenicol 0.125 mg/ml; en diferentes concentraciones: 25% 50% 75% y 100%. Los resultados indica que la cepa *Escherichia coli* ATCC 8739 solo mostró una reducción mínima de 8mm, 8mm y 7mm al 100%, en comparación con *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883 presentó actividad bactericida en todas las diluciones evaluadas. (18)

Pauca-Tanco G.A, et al., (2020) Evaluaron la distribución y caracterización de las comunidades de *Tillandsia* (Bromeliaceae) en el sur de Perú y su relación con la altitud, pendiente y orientación; encontrando que estas dependen críticamente de la humedad proporcionada por la neblina del océano pacífico. Por medios de técnicas de teledetección, revisión de herbarios y textos especializados, así como exhaustivas salidas de campo, identificaron 06 especies de *Tillandsia*, siendo las más comunes *T. purpurea* y *T. capillaris*, mientras que, *T. latifolia*, *T. paleacea*, *T. landbeckii* y *T. werdermannii* están restringidas a determinadas localidades. Los resultados mostraron 94 parches de *Tillandsia*, en 10 localidades del sur de Perú, cubriendo un área aprox. de 467 km², con distribución de 450 hasta 1400 msnm y preferencias por pendientes suaves (<8.5°) y orientaciones suroeste. Finalmente, concluyeron que estas comunidades se encuentran amenazadas por la presión antrópica, modificación de hábitad y el cambio climático. (19)

Arévalo J, Aponte H. (2020) Cuantificaron el almacenamiento de carbono y agua en *Tillandsia latifolia Meyen* en un sector del Tillandsial de Piedra Campana (Lima / Perú). Con el fin de investigar el rol de los ecosistemas en la captación de carbono y el almacenamiento de agua. Evaluaron la biomasa aérea y recolectaron muestras de suelo. Los datos obtenidos fueron procesados utilizando la técnica de interpolación kriging. Los resultados mostraron que el carbono total almacenado fue de 94.1 toneladas con una mayor proporción en el suelo (76.50 toneladas) que en la biomasa aérea (17.60 toneladas). La cantidad de agua almacenada ascendió a más de 164 mil litros. Los hallazgos de este estudio destacan la importancia de considerar en la gestión y conservación de los ecosistemas desérticos, aunque su capacidad de almacenamiento de carbono sea inferior a los otros ecosistemas. (20)

Rojas Gutierrez JC. (2019) En la tesis "Densidad y distribución espacial de la *Tillandsia latifolia* en la Reserva Nacional San Fernando, provincia de Nazca, Ica", El objetivo fue determinar la densidad y distribución espacial, y evaluar el impacto antrópico en este ecosistema para los guanacos. Para lograrlo abarcaron 240 parcelas de 100 m², distribuidas en tres áreas de investigación. Los resultados revelaron una densidad promedio de 45,6 rametos y 30,56 genetos por parcela con una cobertura vegetal del 43,05%, y se encontró que la zona 1 presentó la mayor densidad y cobertura debido a su menor pendiente. En conclusión, el estudio destaca la importancia de conservar el ecosistema y discute el impacto negativo del aprovechamiento de hidrocarburos, turismo, minería ilegal, la contaminación de la Reserva Nacional San Fernando, resaltado el valor potencial como parte del corredor biológico sierra-costa. (7)

Alvarado Chávez B. (2017) En su tesis "Actividad antioxidante y citotóxica de 35 plantas medicinales de la Cordillera Negra". Se evaluó la actividad antioxidante y citotóxica de 35 especies, incluyendo *Tillandsia paleacea presi* y *la Tillandsia walteri mez* no tienen antecedentes previos sobre su actividad antioxidante y citotóxica. En el tamizaje fitoquímico se identificaron la presencia de metabolitos secundarios como flavonoides, lactonas sesquiterpénicas y taninos. La actividad antioxidante fue evaluada por el método DPPH. En los resultados, ambas especies mostraron potente actividad antioxidante (95.18% y 91.94% respectivamente) a una concentración de 100 µg/mL de extracto metanólico y no presentaron toxicidad en los huevos fértiles de erizo de mar. Finalmente se recomienda estudiar la actividad farmacológica de los extractos y metabolitos aislados, sobre la base del presente estudio y completar el inventario de la flora del departamento de Ancash. (21)

Formulación del problema

Problema general:

¿Cuál será la caracterización fisicoquímica, actividad antioxidante, contenido de polifenoles totales y flavonoides del extracto etanólico de la especie de *Tillandsia latifolia*.var.*divaricata* (*benth.*) Mez?

Problemas específicos

- ¿Qué valores encontraremos en la caracterización fisicoquímica del extracto etanólico de las hojas de *Tillandsia latifolia*.var. *divaricata* (*benth.*) Mez?
- ¿Presentará actividad antioxidante en las técnicas aplicadas DPPH, FRAP, CUPRAC Y ABTS en el extracto etanólico de hojas de *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* (*benth.*) Mez?
- ¿Cuál será el contenido de polifenoles totales en el extracto etanólico de *Tillandsia latifolia*. var. *divaricata* (*benth.*) Mez., por el ensayo de Folin – Ciocalteu?
- ¿Cuál será el contenido de flavonoides en el extracto etanólico de *Tillandsia latifolia*.var.*divaricata* (*benth.*) Mez., por el método AICI3?

1.3 Justificación e importancia de la investigación.

La fitoterapia es una forma de tratamiento suave y no invasiva que ha ganado reconocimiento a nivel mundial. En Perú, la rica diversidad biológica y la tradición ancestral de utilizar plantas medicinales ofrecen un gran potencial para la investigación y el desarrollo de la medicina natural. Sin embargo, a pesar de esta rica herencia, muchas especies, como *Tillandsia latifolia* var. *divaricata*, permanecen inexploradas, lo que subraya la necesidad de investigaciones científicas rigurosas.

Esta investigación es fundamental para validar científicamente las propiedades medicinales y el potencial terapéutico de la especie, aportando información valiosa para la medicina complementaria y la salud pública. Al proporcionar datos científicos sobre sus propiedades, se enriquece el conocimiento disponible para su uso seguro y eficaz, mejorando la salud pública y ofreciendo beneficios potenciales.

La importancia de este estudio radica en su capacidad para contribuir al avance de la medicina complementaria y la salud pública, fomentando la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de los recursos naturales peruanos. Además, este estudio tiene el potencial de descubrir compuestos bioactivos con propiedades beneficiosas, lo que podría contribuir de manera positiva en la prevención y tratamiento de enfermedades crónicas.

1.4 Objetivos

Objetivo general:

Determinar la caracterización fisicoquímica, actividad antioxidante, contenido de los polifenoles totales y flavonoides del extracto etanólico de la especie *Tillandsia latifolia*.var. *divaricata* (*benth.*) Mez.

Objetivos específicos:

- Determinar la caracterización fisicoquímica por método oficiales AOAC del extracto etanólico de las hojas de *Tillandsia latifolia*.var. *divaricata* (*benth.*) Mez.
- Determinar la capacidad antioxidante por diferentes métodos en el extracto etanólico de *Tillandsia latifolia*.var. *divaricata* (*benth.*) Mez.
- Cuantificar el contenido de polifenoles totales del extracto etanólico de la *Tillandsia latifolia*.var. *divaricata* (*benth.*) Mez., por el ensayo de Folin – Ciocalteu.
- Cuantificar el contenido de flavonoides en el extracto etanólico de *Tillandsia latifolia*.var. *divaricata* (*benth.*) Mez., por el método AlCl₃.

1.5 Hipótesis

Hipótesis general

- El extracto etanólico de *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* (*benth.*) Mez., presenta actividad antioxidante, polifenoles totales y flavonoides, así como características fisicoquímicas.

Hipótesis específicas

- El extracto etanólico de *Tillandsia latifolia*. var. *divaricata* (*benth.*) Mez., presenta parámetros fisicoquímicos adecuados.
- El extracto etanólico de *Tillandsia latifolia*. var. *divaricata* (*benth.*) Mez., presenta actividad antioxidante en los cuatro métodos aplicados: DPPH, FRAP, CUPRAC Y ABTS.
- El extracto etanólico de *Tillandsia latifolia*. var. *divaricata* (*benth.*) Mez., por el ensayo de Folin – Ciocalteu, presenta contenido de polifenoles totales.
- Existen flavonoides en el extracto etanólico de *Tillandsia latifolia*. var. *divaricata* (*benth.*) Mez., por el método AlCl₃.

1.6 Marco teórico

Antioxidantes

Los antioxidantes son compuestos naturales o artificiales que previenen o retrasan la oxidación de moléculas biológicas como lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, al interactuar con los radicales libres. Esto puede reducir los efectos adversos sobre las funciones fisiológicas del ser humano. La oxidación puede iniciarse por dos tipos de especies reactivas (ROS): los radicales libres y los pro-oxidantes; son altamente reactivos y pueden provocar la oxidación de sustratos como los mencionados anteriormente. (22)

La oxidación puede tener efectos adversos sobre las funciones fisiológicas del ser humano, como daño celular, inflamación y alteraciones en la función de órganos y tejidos. Los antioxidantes pueden reducir estos efectos adversos al neutralizar los radicales libres y prevenir la oxidación de moléculas biológicas.

Radical Libre

Un radical libre es cualquier especie química (átomo, molécula e ion) que puede existir de forma independiente y contiene uno o más electrones desapareados en su estructura; lo que le hace altamente reactivo e inestable. Esto le permite formar otros radicales libres y atacar a cualquier tipo de biomolécula. Debido a su configuración electrónica, los radicales libres tienen una vida media de microsegundos y se difunden rápidamente con las moléculas circundantes, lo que puede causar más daños potenciales. (23)

Los radicales libres pueden tener un impacto significativo, ya que pueden reaccionar con hasta un millón de moléculas en una reacción en cadena debido a la falta de receptores específicos. En el organismo; los radicales se producen a través de procesos metabólicos que generan especies reactivas de oxígeno (ERO), especies reactivas de nitrógeno (ERN), entre otras. Las principales fuentes incluyen a las mitocondrias, lisosomas, la membrana nuclear, el citoplasma, peroxisomas y el retículo endoplásmico.

Además, factores externos como la contaminación ambiental, la exposición a radiación ionizante, el tabaquismo, ciertos fármacos, aditivos en alimentos procesados y algunos compuestos xenobióticos como pesticidas, fungicidas y herbicidas también pueden favorecer la aparición de radicales libres. (24)

Tabla N°1. Factores externos que favorecen la generación de Radicales Libres en el organismo.

Contaminantes	Fibras de asbestos Polvo de minerales Ozono Monóxido de carbono Óxido nítrico y Dióxido de nitrógeno Sílice Solventes Toxinas Hipocloritos Dióxido de sulfuro Bifenilos policlorados Paraquat y Diquat
Drogas	Acetaminofeno Ciprofloxacino Antidepresivos tricíclicos Nitrofurantoinas Antidiabéticos Bleomicina Doxorubicina
Iones metálicos	Hierro Cobre Cadmio Níquel Cromo mercurio
Radiaciones	Ultravioleta Rayos x Gamma
Dieta	Ácidos grasos poliinsaturados Glucosa
Otros	Tabaco Ejercicio intenso

Constanza Corrales L, Muñoz Ariza MM. Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno. Nova-pub. [Internet] 2012;12 [consultado 08 de enero de 2025]; (10):214. Disponible en: [v10n18a08.pdf](#)

Clasificación de radicales libres

Los radicales libres relevantes para los organismos se clasifican según el tipo de átomo del que provienen. Así, se identifican los radicales libres generados a partir del oxígeno (conocidos como Reactive Oxygen Species o ROS en inglés), y los radicales libres derivados del nitrógeno (también conocidos como Reactive Nitrogen Species o RNS en inglés). Cada una de estas categorías tienen múltiples clases de prorradicales, que son sustancias que pueden transformarse en radicales libres en determinadas condiciones. (25)

Las especies reactivas de oxígeno más importantes y sustancias prooxidantes incluyen: Radical hidroxilo (HO[•]), Peróxido de hidrógeno (H₂O₂), Anión superóxido (O₂⁻), Oxígeno singlete (1 O₂), Oxígeno nítrico (NO), Peróxido (ROO), Semiquinona (Q) y Ozono. (26)

Las especies reactivas de nitrógeno (ERN) se generan de forma constitutiva e incluyen tanto los radicales libres como el óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂), así como los no radicales como el catión nitronio (NO₂⁺), el peroxinitrito (ONOO⁻), el catión nitrosonio (NO⁺), el catión nitronio (NO₂⁺), el anión nitroxilo (NO⁻), el tetraóxido de dinitrógeno (N₂O₄), el trióxido de dinitrógeno (N₂O₃) y el cloruro de nitrilo (NO₂Cl). (27)

Los radicales del oxígeno y nitrógeno son producidos por el metabolismo celular y juegan un papel crucial en reacciones de oxidación-reducción. Su vida media varía: el peróxido de hidrógeno dura minutos, el óxido nítrico segundos, el peroxinitrito milisegundos, y otros como el anión superóxido y el radical hidroxilo; viven micro y nanosegundos respectivamente. (28)

Estrés Oxidativo

El estrés oxidativo se origina debido a un desequilibrio entre la producción de especies reactivas de oxígeno/nitrógeno (ROS/RNS) y la capacidad de los sistemas de defensa de antioxidantes para neutralizarlas. Este desequilibrio puede ocurrir debido a factores como: exposición a contaminantes ambientales, radiación ultravioleta, el tabaquismo, la falta de ejercicio y una dieta pobre en antioxidantes. Cuando los ROS/RNS se producen en exceso, pueden dañar las estructuras biológicas de la célula (ADN, ARN, proteínas, carbohidratos y lípidos). Este daño puede llevar a la activación de vías de señalización que promueven la inflamación, la apoptosis y la proliferación celular anormal. El estrés oxidativo ha sido asociado con el desarrollo de diversas enfermedades, incluyendo: la gastritis, cáncer, diabetes, enfermedades cardiovasculares, broncopulmonares, aceleramiento del envejecimiento, entre otras. (29,30)

Sistema antioxidante

El sistema antioxidante es un conjunto de mecanismos de defensa que las células han desarrollado para protegerse contra los daños generados por los radicales del oxígeno y nitrógeno que son moléculas inestables producidas naturalmente y se ven potenciados por factores externos. El sistema antioxidante consta de tres líneas de defensa:

- Primera línea de defensa: Mediante enzimas antioxidantes previene la formación de radicales libres por dismutación y eliminación de anión superóxido(O₂⁻) y peróxido de hidrogeno (H₂O₂). Ejemplos: catalasa, superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa, entre otros.

- Segunda línea de defensa: Por moléculas no enzimáticas se encarga de neutralizar radicales libres que no han sido eliminados por enzimas antioxidantes. Ejemplos: glutatión reducido, ácido úrico, vitaminas A, C y E, entre otros.
- Tercera línea de defensa: Reparación y eliminación de daños oxidativos mediante enzimas de reparación del ADN u sistemas de eliminación de proteínas dañadas.

Si los mecanismos antioxidantes del cuerpo son insuficientes para contrarrestar el efecto de las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, se produce un estado de estrés oxidativo que puede dañar las células y llevar a su muerte, ya sea por necrosis o apoptosis. (24, 31,32)

Clasificación de los antioxidantes

Los antioxidantes son sustancias que se encuentran en nuestro cuerpo y también provienen de los alimentos que consumimos. La mayoría de los seres vivos; incluyendo los vegetales, tienen sus propias defensas antioxidantes naturales. Estos antioxidantes pueden ser clasificados de diferentes maneras según su naturaleza, solubilidad y origen.

Por su naturaleza pueden clasificarse en dos tipos principales: Antioxidantes Naturales; incluyen vitaminas: como vitamina A, C y E, minerales como el selenio, zinc, cobre, y sustancias fotoquímicas como los polifenoles. Por otro lado, los Antioxidantes Sintéticos, son fabricados a través de procesos químicos y se utilizan en la industria de alimentos. Algunos ejemplos son: ascorbato de palmito, citrato de potasio, ácido láctico, butilhidroxitolueno, butilhidroxianisol, entre otros. (33)

Además de su clasificación por su naturaleza, también pueden categorizar basándose por su solubilidad en agua o en lípidos. Los antioxidantes que se disuelven en agua trabajan en el citoplasma y la sangre; incluyen carotenos (provitamina A) y la vitamina C, mientras que aquellos que se disuelven en lípidos protegen las membranas celulares contra la peroxidación de lípidos. Un ejemplo sería mencionar a los tocoferoles (vitamina E). (33)

Por otro lado, se clasifican por su origen en el organismo: Endógenos (generados por el organismo humano) como el glutatión, la ubiquinona. Exógenos: Asimilados por el cuerpo a través de la alimentación, como las vitaminas C y E, los carotenoides como luteína y zeaxantina, los polifenoles como flavonoides, y otros compuestos como los glucosinolatos y organoazufrados. (33)

Mecanismo de acción de los antioxidantes:

El mecanismo de acción de los antioxidantes en el cuerpo humano es complejo y se clasifica en diferentes categorías. A continuación, se presentan los mecanismos de acción de los antioxidantes:

- Mecanismo de prevención: Las proteínas como la albúmina, la metalotioneína, la ceruloplasmina, la ferritina, la transferrina y la mioglobina juegan un papel crucial en la prevención de la formación de especies reactivas de oxígeno (ERO) dañinas. Estas proteínas se unen a metales como el cobre y el hierro, disminuyendo su actividad redox y evitando la creación de radicales superóxido o hidroxilo que son perjudiciales para el cuerpo. La falta de estas proteínas deja al cuerpo sin defensa contra la producción excesiva de especies reactivas de oxígeno. (22,34)
- Mecanismo reparador: Las enzimas como la Glutatión Peroxidasa (GPx), Glutation Reductasa (GR) y sulfoxi-metionina-reductasa (MSR) reparan o eliminan biomoléculas dañadas por ERO. La actividad de estas enzimas es esencial para contrarrestar el daño oxidativo causado por la sobreproducción de ERO. Cualquier factor que afecte su actividad favorece el estrés oxidativo. Por ejemplo, la deficiencia de selenio inhibe la GR y promueve el daño oxidativo, mientras que la suplementación con selenio puede ser terapéutica para reducir el estrés oxidativo y frenar la progresión de la enfermedad. (34)
- Mecanismo secuestrador: Las enzimas como la superóxido dismutasa, el glutatión peroxidasa, la catalasa y las metaloenzimas, así como sustancias con capacidad secuestradora de radicales libres como los ácidos grasos poliinsaturados, la vitamina C, la vitamina E, los carotenoides, la bilirrubina y los flavonoides, ayudan a eliminar el exceso de ERO en el organismo. (34)

Es importante destacar que los mecanismos de los antioxidantes pueden no ser suficientes si hay demasiados radicales libres o si los sistemas antioxidantes del cuerpo están debilitados. Por lo tanto, es fundamental considerar opciones como: eliminar hábitos tóxicos, comer más frutas, verduras, reducir grasas y suplementar con antioxidantes seguros y efectivos. De esta manera, se puede mantener un equilibrio saludable entre la producción de ERO y la capacidad del cuerpo para neutralizarlos, lo que puede ayudar a prevenir enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo.

Función de los antioxidantes

Los antioxidantes son sustancias químicas que protegen las células del daño celular causado por los radicales libres. Su función principal es proteger estructuras biológicas; salvaguardar el ADN, proteínas, lípidos, membranas celulares, entre otras. Reducir el estrés oxidativo y la inflamación, asistir a las mitocondrias en el uso adecuado del oxígeno, evita o demora la oxidación de varias sustancias; especialmente de los ácidos grasos y demorar los procesos de oxidación en la industria de alimentos, lo que ayuda a prevenir la rancidez oxidativa.

El antioxidante tiene un impacto positivo para la salud general ya que previenen patologías crónicas tales como afecciones cardíacas, neurológicas y cáncer, además fortalecen el sistema inmunológico y potencian la piel; reduciendo los poros estrechos y cicatrices. Sus procedimientos son intrincados e implican la supresión de radicales libres y el fortalecimiento del sistema antioxidante natural. (35,36)

Efecto de los antioxidantes en la prevención y tratamientos de enfermedades:

Los antioxidantes juegan un papel crucial en la prevención y tratamiento de diversas enfermedades. Según Núñez (2011), se han estudiado alrededor de 100 enfermedades y su relación con el desequilibrio del sistema oxidativo. (29)

En primer lugar, los antioxidantes pueden jugar un papel importante en la prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares. La oxidación del colesterol LDL puede causar aterosclerosis, pero la vitamina E y otros antioxidantes puede reducir esta oxidación y limitar la absorción de carbohidratos, especialmente la glucosa. (29)

En cuanto al cáncer; los radicales libres pueden dañar el ADN y causar mutaciones cancerígenas. Sin embargo, los antioxidantes pueden reducir el riesgo de cáncer mediante la protección del ADN, y la inhibición de la proliferación celular. Se ha encontrado una relación entre el cáncer gástrico y el *Helicobacter pylori*, y el consumo de fuentes exógenas de antioxidantes puede reducir el riesgo en el cáncer de mama. (29)

En las enfermedades neurodegenerativas, el estrés oxidativo puede afectar la proteína y el metabolismo del glutatión, relacionado con trastornos como Parkinson y Alzheimer. Los antioxidantes como los polifenoles, pueden ser beneficiosos en estas enfermedades al reducir el estrés oxidativo y proteger la función neuronal. (29)

En conclusión, la investigación de antioxidantes y su relación con la salud es continua y puede proporcionar nuevas opciones para prevenir y tratar enfermedades. Es importante contar con bases sólidas y usar nuevas tecnologías para avanzar en esta área científica la investigación sobre los antioxidantes puede también contribuir al desarrollo de nuevas estrategias de prevención y tratamiento de enfermedades crónicas. (29)

Fuentes exógenas de los antioxidantes

Los antioxidantes son compuestos esenciales que contribuyen a la protección de las células frente a los radicales libres. La dieta es una fuente importante de antioxidantes, y es fundamental incluir alimentos ricos en estos compuestos para favorecer la salud. Los antioxidantes más importantes en la dieta son: La vitamina E, la vitamina C, los carotenoides, los flavonoides, el ácido alfa lipóico y los minerales traza. La vitamina E; es un antioxidante lipofílico que protege las

membranas celulares contra el daño oxidativo causado por radicales libres. Se puede encontrar en aceites vegetales como los originados por el germen de trigo y de maíz, girasol, cártamo, frijol de soya, nueces como las almendras, el maní y las avellanas, semillas como las de girasol, y hortalizas de hojas verdes como el brócoli, entre otros. por otro lado, la vitamina C; es un antioxidante hidrosoluble que se encuentra en alta concentración en la sangre y también juega un papel importante en la protección contra el daño oxidativo. Se puede encontrar en frutas y verduras. Los carotenoides; pigmentos naturales presentes en frutas y vegetales, responsables de sus tonalidades amarillas, anaranjadas, rojas o verdes. Comprenden: zanahoria: Incorpora a-caroteno y b-caroteno. Mango: Este contiene violaxantina y b-caroteno, naranja; incluye luteína, zeaxantina, violaxantina y b-criptoxantina. Tomate; Incorpora licopeno. En general, cuanto más intenso sea el color de la fruta o verdura, más betacaroteno tendrá. (37)

Los antioxidantes más investigados son los polifenoles y los fitoestrógenos que se encuentran en alimentos y productos de belleza. Algunas fuentes incluyen isoflavonas en frijoles, flavonoides en cítricos, quercetina en cebolla y polifenoles en aceitunas. También se han encontrado en café, vino tinto, fresas, té verde, cítricos, soya, semillas de uva, entre otros. Los fitoestrógenos que se encuentran en la soya y sus derivados, son importantes en la terapia de reemplazo hormonal para mujeres en la menopausia. Es indiscutible la importancia de incluir antioxidantes naturales en los alimentos para conservar la calidad y características de los alimentos, y para favorecer la salud de quienes lo consumen. (37)

Polifenoles

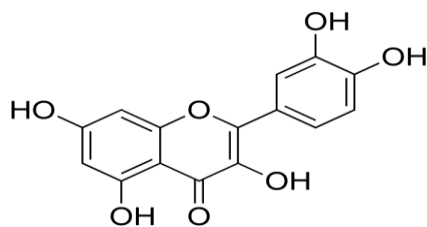
Se trata de una amplia familia de metabolitos que se encuentran naturalmente en las plantas y son parte integral de la dieta humana. Las plantas producen polifenoles como parte de su metabolismo secundario, interviniendo en su crecimiento, funcionamiento y propiedades organolépticas, como la textura, el color, el aroma y el sabor. Por ejemplo, pueden influir en la producción de pigmentos como la antocianina, que es responsable del color rojo de las frutas y verduras. Además, los polifenoles actúan como protectores frente a la luz UV o frente a la infección por agentes fitopatógenos. Su versatilidad biológica los convierte en un componente clave de la dieta para mantener una buena salud. (38)

Estructura de los polifenoles

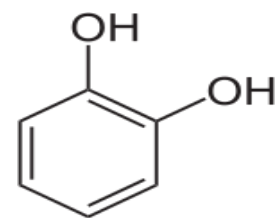
La estructura de los polifenoles es caracterizada por la presencia de uno o más anillos de benceno y grupos hidroxilos; incluyen derivados funcionales como ésteres, metil ésteres, glicósidos, etc. Esto les confiere una gran variedad de propiedades y funciones biológicas. En general, los polifenoles se encuentran en los tejidos vegetales en forma conjugada con uno o más residuos de azúcar unidos al grupo hidroxilo. También se pueden producir uniones directas entre una

molécula de azúcar y un C aromático. La forma más común de encontrarlos en la naturaleza es en forma de glucósidos, que son solubles en agua y solventes orgánicos. Se mezclan con azúcares como glucosa y galactosa, así como con ácidos carboxílicos, ácidos orgánicos, grasas y aminoácidos.

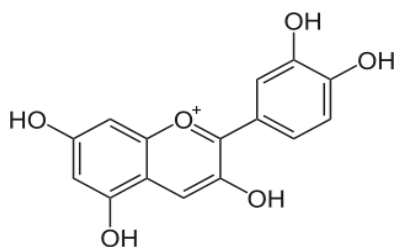
Los flavonoides son una subclase de los polifenoles que comparten una estructura básica de dos anillos fenólicos unidos por tres átomos de carbono para formar un heterociclo oxigenado (C6C3C6); Ejemplos de flavonoides son la quercetina y la kaempferol. Los ácidos fenólicos se producen cuando se unen un grupo fenol y un ácido carboxílico (C6-C1). Ejemplos de ácidos fenólicos son el ácido gálico, el ácido elágico y el ácido cafeico. Además, los ácidos fenólicos pueden combinarse con otros compuestos como es el ácido clorogénico, que se forma cuando los ácidos hidroxibenzoico e hidroxicinámico se combinan con ácido tartárico y ácido quínico. Fenoles simples son compuestos que se compone de un grupo hidroxilo unido a un anillo aromático (C6). Ejemplos de fenoles simples son el fenol, el catecol, el resorcinol y el floroglucinol. Los lignanos más comunes en los alimentos son secoisolariciresinol y matairesinol que están compuestos por dos grupos fenilo unidos por dos unidades de propano (C6C3C3C6). Por último, los estilbenos están compuestos por dos anillos fenólicos unidos por una unidad de etano (C6C2C6); resveratrol y pterostilbeno. (39,40)



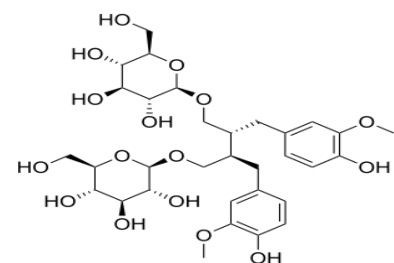
Flavonol (quercetina)



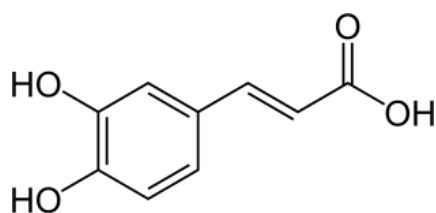
fenol simple (catecol)



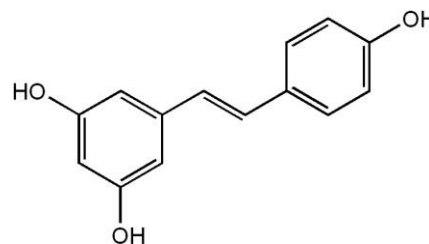
Antocianina (cianidina)
diglucósido



Lignanos (Secoisolariciresinol)



Acido fenólicos (ácido cafeico)



Estilbenos (resveratrol)

Figura N°1. Estructura química de los principales compuestos con estructura polifenólica.

La biosíntesis de los polifenoles

La biosíntesis de los polifenoles es un proceso complejo que ocurre en las plantas a través de diferentes rutas metabólicas que interactúan entre sí, incluyen: La ruta del ácido shiquímico; es una de las rutas primarias de biosíntesis de los polifenoles dependientes de la luz y se inicia con la conversión de la fenilalanina o tirosina en ácido shiquímico que luego se convierte en fenoles complejos, como los ácidos cinámicos y sus derivados, a través de una serie de reacciones enzimáticas. La ruta de los poliacetatos; inicia con la condensación de acetyl-CoA y malonil-CoA para formar una molécula de poliacetato. Luego la cadena se cicla y se modifica para producir las quinonas y las xantonas. Las rutas mixtas, fusionan la ruta del ácido shiquímico y poliacetatos para generar flavonoides y otros compuestos. (41)

Distribución y clasificación de los compuestos de polifenoles en el reino vegetal.

La presencia de compuestos de polifenoles es amplia en la naturaleza, abarcando alrededor del 60% de las especies estudiadas, incluyendo plantas, cereales, frutas y verduras. Estos compuestos se encuentran en diversas partes de las plantas, como tallos, raíces, flores, frutos y semillas. en la dieta las principales fuentes de polifenoles son las frutas, verduras, té, café, vino tinto y jugos de frutas con más de 500 tipos identificados. Además, los frutos secos y semillas, los cereales y el chocolate también contribuyen al consumo total de polifenoles. (40,42)

Los compuestos fenólicos tienen diferentes tipos de moléculas, algunas simples y otras más complejas, que se pueden clasificar de varias formas por su estructura. De manera general, se han dividido en dos grandes categorías: flavonoides y no flavonoides. Los flavonoides incluyen compuestos como Los flavonoles (FN), flavonas (FAS), flavan3-ols, isoflavonas (IF), flavanonas (FNA), dihidroflavonoles (DHF), antocianidinas y chalconas. Por otro lado, los no flavonoides incluyen ácidos hidroxibenzoicos, ácidos hidroxicinámicos, polifenoles volátiles, estilbenos y compuestos diversos (lignanós y cumarinas). Otro factor considerado para su clasificación es el

grado de solubilidad del compuesto. Solubles en agua como ácidos fenólicos, fenilpropanoides, flavonoides y quinonas, e insolubles como taninos, ligninas e hidroxicinámicos, constituyen a la pared celular de las células vegetales. Los polifenoles también se clasifican según el número de anillos fenólicos y los elementos estructurales unidos a las unidades básicas como los flavonoides, los ácidos fenólicos, los taninos hidrolizables, los taninos condensados, los estilbenos y los lignanos. (42)

Tabla N°2. La clasificación de los polifenoles más relevantes y sus principales fuentes en la dieta.

<u>polifenoles</u>	
Clases y subclases	Principales fuentes alimentarias
<u>Flavonoides</u>	
Antocianinas	Mora azul, zarzamora, cereza, aceituna negra, fresa, frambuesa.
Flavonoles	Cacao en polvo, chocolate amargo, té negro/verde, manzana.
Flavanonas	Menta seca, orégano, jugo de toronja, jugo de naranja.
Flavonas	Semilla de apio, menta seca, orégano, apio, harina de trigo integral.
Flavonoles	Alcaparras, azafrán, orégano, cebolla morada, espinaca.
Isoflavonas	Harina de soya, soya, tempeh de soya, leche o yogurt de soya.
<u>Ácidos fenólicos</u>	
Ácidos hidroxibenzoicos	Castaña, clavo, jugo de granada, frambuesa, arándano.
Ácidos hidroxicinámicos	Menta seca, romero seco, menta fresca, tomillo, orégano.
<u>Lignanos</u>	
Matairesinol	Ajonjolí, linaza, semilla de girasol, kale, pasas.
Secoisolariciresinol	Linaza, anacardo (nuez de la India), kale, kiwi, cacahuete.
<u>Estilbenos</u>	
Resveratrol	Vino tinto, arándano, grosella, fresa, pistache, cacahuete.

Castro Acosta M.L. Polifenoles: Compuestos bioactivos con efectos benéficos en la prevención de diabetes tipo 2. Red cien[Internet]. 2019.[consultado nov 2024]; 1(3): pag.14. Disponible en: https://cmnutriologos.org/recursos/revista00_3.pdf.

Propiedades de Polifenoles sobre la salud:

El aumento de estudios sobre polifenoles ha llevado a la asociación de propiedades beneficiosas a sus compuestos. La cantidad de polifenoles ingeridos, la estabilidad del compuesto y sus cualidades son determinantes en sus efectos en el organismo. A continuación, se presentan algunos de los beneficios asociados a los polifenoles:

- **Propiedades anticancerígenas:** Los polifenoles como el resveratrol ha sido estudiado tanto in vitro como in vivo, con el fin de evidenciar su habilidad para combatir ciertos tipos de cáncer, al inducir la apoptosis en la mayoría de las células malignas e interrumpir el ciclo celular.
- **Protección hepática:** Los flavonoides han evidenciado disminuir la probabilidad de padecer enfermedades del hígado como la silimarina; exhibe su capacidad en proteger y regenerar el hígado, la quercetina y apigenina resultan muy beneficiosas para tratar trastornos digestivos asociados con el hígado. (43)
- **Efecto cardiotónico:** Se desempeña de manera tónica en el corazón al robustecer los músculos cardíacos y optimizar la circulación. Principalmente se asocian con la quercetina, aunque otros flavonoides como la gínesteína y la luteolina también tienen propiedades cardiotónicas. En general, los flavonoides minimizan el riesgo de padecer enfermedades del corazón.
- **Efecto antiplaquetario:** Los polifenoles potencian la circulación de la sangre y evitan numerosas patologías cardiovasculares. Una investigación llevada a cabo con antocianinas evidenció que estos compuestos tienen la capacidad de inhibir la función plaquetaria, mediante la inhibición de la producción de moléculas derivadas del ácido araquidónico que participan directamente en la regulación del homeostasis vascular, una característica que también se analiza en el cacao y otros alimentos. (43)
- **Disminución del colesterol:** El consumo de suplementos de polifenoles puede ayudar a reducir la concentración de triglicéridos y colesterol, así como la presión arterial.
- **Fragilidad capilar:** La hesperidina y la quercetina son los flavonoides más eficaces en este ámbito al aumentar la resistencia del capilar y prevenir la ruptura del mismo, por lo que son adecuados para evitar sangrados.
- **Protección de la mucosa gástrica.** Algunos flavonoides, como la quercetina y el kaempferol, poseen propiedades antiulcerosas al proteger la mucosa gástrica.
- **Analgésicos y antiinflamatorios:** Esto nos brinda la hesperidina para el tratamiento enfermedades como la artritis, y los taninos tienen propiedades astringentes, vasoconstrictoras y antiinflamatorias siendo en el tratamiento de hemorroides.
- **Antimicrobianos:** Se han demostrado que los estilbenos, isoflavonoides y furanocumarinas pueden ayudar a prevenir enfermedades microbianas.

- Acción antioxidante: Los polifenoles contribuyen a la eliminación de los radicales libres, brindando así protección contra afecciones degenerativas, como el envejecimientos y enfermedades crónicas. (44)

Debido a su eficacia y facilidad de extracción, el ácido rosmarínico se ha utilizado cada vez más como molécula natural y bioactivo en aplicaciones biomédicas. Además, se ha incorporado en nano-estructuras que permiten una liberación controlada y localizada en el sitio de interés, lo que evita problemas de biodisponibilidad y reduce los efectos citotóxicos. (44)

Flavonoides

Los flavonoides son un grupo diverso de metabolitos que pertenecen a la familia de polifenoles presentes en diversas partes de las plantas, principalmente en las vacuolas de las células vegetales, aportan sabor, color y son solubles en agua. Dado que el organismo humano no puede sintetizarlo su obtención se limita a fuentes naturales. Los beneficios de los flavonoides se basan en cómo se combinan; cada planta posee una combinación única de flavonoides. Existen más de 4000 compuestos clasificados según el nivel de oxidación de su anillo pirano, y se pueden clasificar según su estructura química en varias clases; catequinas, auronas, flavanonas, flavonoles, protontocianidinas, leucoantocianidinas, isoflavonoides o chalconas. Los flavonoides se sintetizan a partir de fenilalanina y 3 de malonil-CoA, da lugar a una variedad de compuestos que se clasifican en antocianinas y antoxantinas con funciones y propiedades únicas. (45)

En un estudio dirigido por Marjorie L. McCullough, se siguió a más de 98,000 personas para investigar el papel de los flavonoides en la salud humana. Encontró que aquellos que consumían más flavonoides tenían un 20% menos de problemas cardíacos. Paralelamente, se está llevando a cabo un proyecto en la Universidad del Centro Educativo Latinoamericano para determinar la concentración de genisteína y daidzeína en muestras de soja de la región y explorar sus beneficios para la salud, especialmente en el sistema cardiovascular y como antioxidantes. (46)

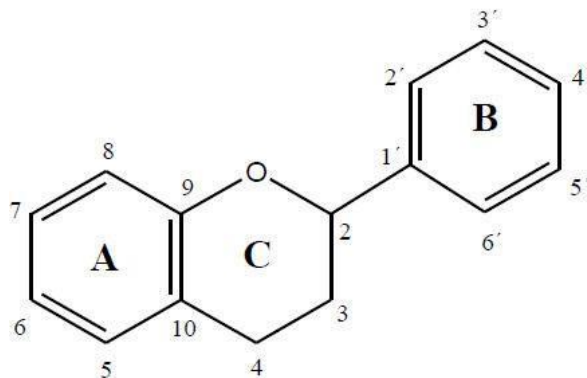


Figura N°2. Estructura química general de los flavonoides.

Métodos para la determinación de la actividad antioxidante.

La determinación de la actividad antioxidante es crucial para evaluar la eficacia de los recursos naturales en la protección contra el estrés oxidativo. Aunque existen métodos *in vivo*, nos enfocaremos en las técnicas *in vitro*; que son las más utilizadas y reconocidas para evaluar la capacidad antioxidante de los compuestos naturales. Una de las formas más comunes de evaluar es la utilización de sustancias cromógenas, que cambian de color en presencia de radicales libres. La pérdida de color proporcional a la concentración de la sustancia antioxidante. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las determinaciones de capacidad antioxidante realizadas *in vitro* solo proporcionan una idea aproximada de lo que sucede *in vivo* en situaciones complejas.

De acuerdo con Apak y colaboradores (2016) un método estándar para determinar la actividad antioxidante debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Medir cuidadosamente las reacciones químicas que ocurren con un análisis de alta calidad,
- usar diferentes tipos de radicales biológicamente seguro,
- analizar antioxidantes que se disuelven en agua como en grasas.
- debe ser fácil de entender,
- basarse en un método con un resultado específico y reacción química definida,
- utilizar los productos químicos y los instrumentos fáciles de conseguir,
- ser consistente dentro de una misma serie durante el tiempo de trabajo. (47)

Se dividen en dos grupos:

- Métodos basados en mecanismos de transferencia de átomos de hidrógeno (HAT): Se evalúa la capacidad de un antioxidante para atrapar los radicales libres al ceder átomos de hidrógeno y así crear sustancias estables. Los métodos que se utilizan son: método ORAC (Capacidad de absorción de radicales de oxígeno), TRAP (parámetro antioxidante atrapador de radicales total), TOSC (capacidad total de eliminación de oxidantes) y métodos quimioluminiscentes, entre otros. (48)
- Métodos basados en mecanismos de transferencia de un único electrón (SET): Se refiere a cómo un antioxidante puede transferir un electrón para reducir diferentes compuestos como metales, carbonilos y radicales. Este grupo incluye el método FRAP (Potencial antioxidante reductor férrico) y el método CUPRAC (Capacidad antioxidante reductora de iones cúpricos). (48)

Algunas técnicas utilizan los dos mecanismos, lo cual los radicales pueden ser captados por transferencia de átomos de hidrógeno (H) o son neutralizados por transferencia de electrones (E). Dependiendo de las características de los radicales, los antioxidantes, entorno y condiciones del mecanismo, pueden ocurrir ambas reacciones al mismo tiempo o uno puede ser más dominante que el otro. Los métodos que abarca este grupo es DPPH y el método ABTS. (48)

Consideraciones generales de la especie en estudio:

Clasificación taxonómica

La muestra vegetal (planta completa) ha sido categorizada en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga; de acuerdo con el sistema de clasificación de Arthur Cronquist. (1988). La composición de *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* (Benth.) Mez., es la siguiente:

TAXONOMIA:

REINO: PLANTAE

DIVISION: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: LILIOPSIDA

ORDEN: BROMELIALES

FAMILIA: BROMELIACEAE

GENERO: *Tillandsia*

ESPECIE: *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* (Benth.) Mez

NOMBRE VULGAR: “claveles del aire/cardo de las lomas”

Nombre científico: *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* (Benth.) Mez.

Procedencia: Cerro de Huallhua, Provincia Lucanas-Departamento Ayacucho



Figura N°3. Fotografía de la recolección de la especie *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* (Benth.)

Mez. Procedencia: En el cerro de Huallhua, Provincia lucanas-Departamento Ayacucho.

Descripción Botánica

Son plantas acaules floríferas que alcanzan una altura de 50-140 cm. Sus características botánicas incluyen: las hojas de 30 a 50 cm de longitud crecen apiñadas desde la base, un escapo erguido que puede llegar hasta 70 cm de largo; ligeramente cinéreo con Brácteas oblongo-lanceoladas que están fuertemente apiculadas, espigas con un número mayor a diez, brácteas florales erguidas de 10 a 15 mm de largo, están ecarinadas y subcoriáceas, las flores son 20 mm de largo y van desde verde blaquecinas hasta rosadas, Sépalos subtriangulares de 9 a 12 mm y glabros, pétalos de 18 mm y estambres de filamentos anchos de 14 mm de largo. (49)

También conocidas “claveles del aire/cardo de las lomas” y son epífitas, lo que significa que la mayoría crecen naturalmente sobre otras plantas, generalmente árboles, sin ser parásitos. Además, hay especies que son litófitas, es decir, crecen sobre rocas. Es importante tener en cuenta que las

especies de tillandsia no se desarrollan naturalmente en la tierra. Sin embargo, hay algunas especies que pueden crecer en suelos especiales, como la *Tillandsia usneoides* (Las “barbas de palo”) tienen la apariencia de líquenes que cuelgan.

Origen y distribución

Las especies de Tillandsia son originarias del continente americano, con una distribución que se extiende desde los Estados Unidos hasta Argentina y algunas islas del Pacífico, con alrededor de 650 especies aceptadas. La mayor diversidad de especies se encuentra en América Central y del Sur, particularmente en países como México, Costa Rica, Panamá, Colombia, Ecuador, Perú y Brasil. En América del Norte, se encuentra en el sur de los Estados Unidos, especialmente en Florida y California.

En Perú, la diversidad de especies de Tillandsia es notable, con registros que datan de 1936, cuando Mc Bride registró 69 especies. Posteriormente, Brako y Zarucchi (1993) descubrieron 167 especies, y luego Grant (1993, 2004) trasladó algunas especies del género *Vriesea* a Tillandsia. Además, Ulloa Ulloa et al. (2004) y Rodríguez et al. (2006) añadieron nuevas especies de Tillandsia a la flora peruana. Se reconocen alrededor de 62 especies de Tillandsia endémicas en Perú. La familia de las bromelias, a la que pertenece el género Tillandsia, es una de las más diversas en Perú, con alrededor de 300 especies registradas. La investigación sobre la diversidad de especies de Tillandsia en Perú es un tema en constante evolución, y es posible que se descubran nuevas especies en el futuro. (49)

La distribución altitudinal de las especies de Tillandsia en Perú es variada, con registros que van desde los 200 hasta los 400 metros sobre el nivel del mar en la región norte, y desde los 900 hasta los 1200 metros en la región sur. (50) En el departamento de Lambayeque, las especies de Tillandsia se encuentran en altitudes que van desde los 500 hasta los 1000 metros, mientras que, en la provincia de Lucanas, Ayacucho, se encuentran en altitudes que van desde los 2100 hasta los 3100 metros. En la región de Ica, las especies de Tillandsia se encuentran en altitudes que van desde los 450 hasta los 650 metros. (51, 52)

En el área de investigación, específicamente en el cerro de Huallhua, Provincia de Lucanas, Ayacucho, se ubica a una altitud de 2107.1 metros sobre el nivel del mar. Es importante destacar que la altitud es un factor crucial en la distribución de las especies de Tillandsia, que varía según la región y el ecosistema. Algunas de las especies más comunes incluyen *Tillandsia usneoides*, *Tillandsia recurvata*, *Tillandsia landbeckii*, *Tillandsia xerographica*, *Tillandsia latifolia* y *Tillandsia rauhii*. Se encuentran en la costa norte, que incluye los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad, y en la costa sur, que comprende los departamentos de Ica, Arequipa y Moquegua. También se distribuyen en la sierra norte, que incluye los departamentos

de Cajamarca, Amazonas y San Martín, y en la sierra sur, que abarca los departamentos de Ayacucho, Apurímac, Cusco y Puno. Además, se encuentran en la selva amazónica, que comprende los departamentos de Loreto, Ucayali y Madre de Dios. Cada región presenta condiciones ambientales únicas que influyen en la distribución y adaptación de las especies de Tillandsia.

En cuanto a los ecosistemas, las especies de Tillandsia se encuentran en bosques húmedos, bosques secos, tillandsiales y áreas rocosas. La distribución en relación con la topografía es variada, y se encuentran en laderas y cerros, valles y quebradas, planicies y llanuras.

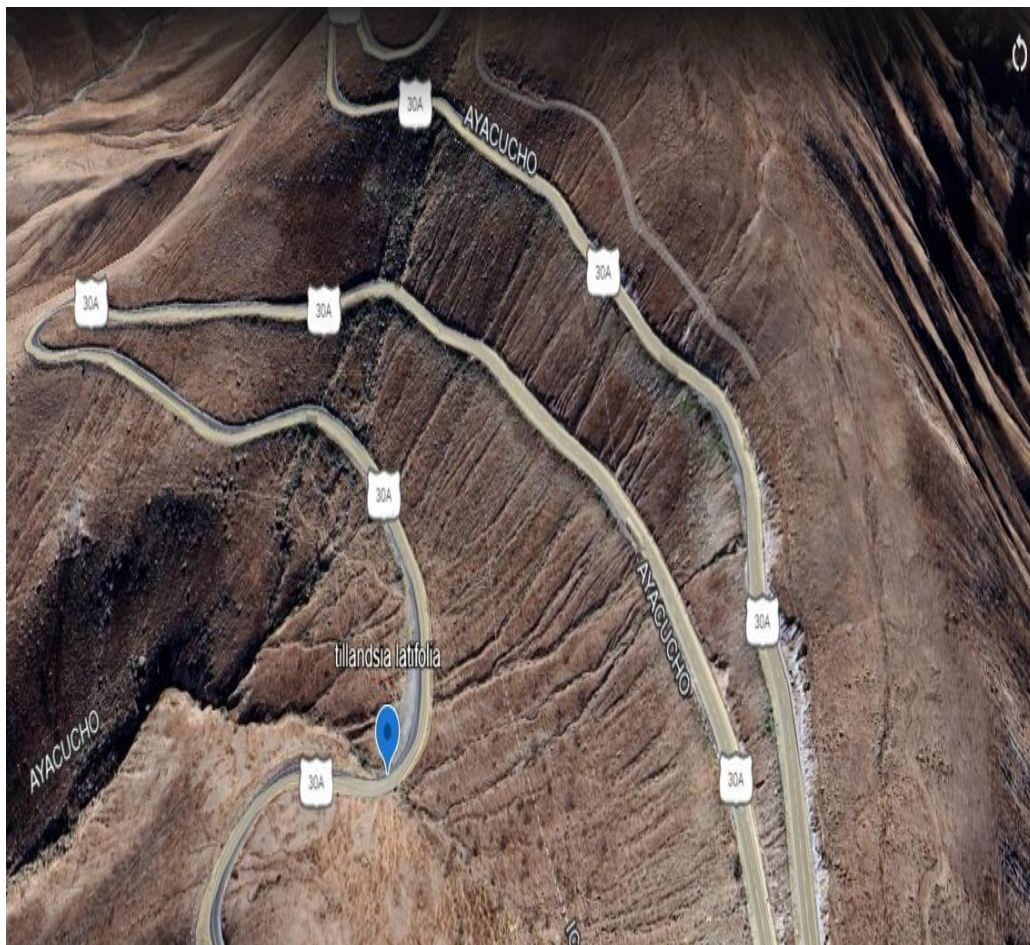


Figura N°4. Ubicación geográfica de *Tillandsia latifolia*.var. *divaricata* (benth.) Mez., en el cerro de Huallhua 2107.01 m.s.n.m (14°50'38"S 74°43'58"W)-Mapa de Google Earth.

Usos tradicionales

La *Tillandsia latifolia* variedad *divaricata* (Benth) Mez., es una especie empleada en la medicina tradicional para tratar diversas afecciones, incluyendo problemas respiratorios, digestivos y de la piel. Aunque la evidencia científica es escasa, se cree que puede tener propiedades farmacológicas interesantes.

Otras especies de *Tillandsia*, revelan su potencial medicinal, como la *Tillandsia imperialis*, se utilizan en la medicina tradicional mexicana para tratar ciertas afecciones respiratorias. La *Tillandsia usneoides* además de ser una planta ornamental y posee propiedades antiinflamatoria, antimicrobiana, cicatrizante y tranquilizante. La *Tillandsia ionantha* y la *Tillandsia xerographica* también se utilizan como planta ornamental y se les atribuyen propiedades medicinales como antiinflamatoria, antioxidante, antiinflamatoria y antimicrobiana. La *Tillandsia latifolia* “*wikontoy*” se utiliza para tratar inflamaciones de encías y garganta. Es importante destacar que las plantas completas y floríferas se comercializan como plantas ornamentales en época navideña, lo que sugiere una demanda y un interés creciente en estas plantas. (53)

Además, las tillandsias han demostrado tener la capacidad de almacenar agua y carbono, lo que les permite sobrevivir en ambientes con poca disponibilidad de agua y contribuir a la mitigación del cambio climático. La conservación de la *Tillandsia latifolia* y otras especies de *Tillandsia* es fundamental para mantener la biodiversidad y el equilibrio de los ecosistemas. (49)

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Tipo, Nivel y Diseño de la investigación

a) Tipo de investigación

El presente estudio es una investigación básica; se debe a que el estudio se enfoca en la generación de conocimiento nuevo sobre la especie; con enfoque cuantitativo, se utiliza para cuantificar cada una de las variables en mención, lo que permitirá obtener resultados precisos y objetivos.

b) Nivel de investigación

El presente estudio de investigación se considera Descriptiva, porque se establecerá registros, análisis e interpretación de los resultados, en el cual permitirá obtener una visión general de la especie en estudio.

c) Diseño de la investigación

El presente estudio corresponde al diseño experimental, ya que se enfocará en la evaluación de la relación entre variables en un entorno controlado, lo que permitirá obtener los resultados confiables.

2.2 Población y muestra de la investigación

a) Población:

Las hojas de la especie *Tillandsia latifolia*.var.*divaricata* (*benth.*) Mez.

b) Muestra:

Se utilizará para los análisis correspondientes una muestra total de 1200 kg de la especie *Tillandsia latifolia*.var.*divaricata* (*benth.*) Mez.

2.3 Materiales, equipos, reactivos, entre otros.

2.3.1 Materiales de laboratorio

- Papel kraft
- Papel filtro
- Vasos precipitados
- Tubo de ensayo
- gradilla
- Capilares para cromatografía
- Baguetas de vidrio
- Embudos de vidrio (PIREX)
- Probetas 3L

- Pinzas
- Soporte universal
- Pera de Bromo
- Placas Petri
- Espátula
- Desecador de vidrio
- Matraz Erlenmeyer
- Crisol de porcelana
- Frascos de vidrio
- Fiola
- Propipetas
- Micropipetas
- Pipetas 5ml y 10 ml
- Viales de vidrio ambar

2.3.2 Equipos

- Balanza analítica (Marca Boeco modelo BBL31).
- Evaporador rotatorio (Marca Buchi R-100).
- Espectrofotómetro (Marca Peak Instruments modelo UV 2100).
- Ultrasonido (Marca Lab Companion).
- Estufa (Marca Binder modelo ED 53).
- Placa calefactora (Marca Fisatom modelo 754 - T)
- pHmetro.
- Mufla.

2.3.3 Reactivos

- Rvo. Molish
- Rvo. Fehling
- Rvo. Mayer
- Rvo. Dragendorff
- Rvo. Liebermann Burchard
- Rvo. Shinoda
- Rvo. Borntranger
- Rvo. Tricloruro de hierro 5 %
- Reactivo PTPZ.
- Reactivo FRAP.
- Reactivo DPPH.

- Reactivo Cuprac
- Reactivo ABTS
- Trolox

2.3.4 Solventes

- Etanol absoluto
- Agua destilada
- Acetona
- Benceno

2.3.5 Material Biológico

- Hojas de *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* (Benth.) Mez.

2.4 Técnicas y procedimientos de recolección de datos:

2.4.1 Recolección de la especie vegetal

Se realizó una recolección selectiva de las hojas de la especie vegetal en el cerro de Huallhua, 2107.01 m.s.n.m (14°50'38"S 74°43'58"W)-Mapa de Google Earth; ubicado en la provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho, Perú. Esta recolección se llevó a cabo con el objetivo de garantizar la calidad y pureza del material vegetal, y se tomaron medidas cuidadosas para minimizar el impacto ambiental y proteger la integridad de las plantas.

2.4.2 Selección y secado del material vegetal

Una vez recolectadas, las hojas han sido sometidas a proceso de selección y limpieza para eliminar cualquier hoja que este dañada, contaminada o en mal estado. Luego las hojas seleccionadas fueron secadas bajo sombra durante un periodo de 20 días para reducir la humedad y prevenir la descomposición. Posteriormente, las hojas secas fueron estabilizadas en una estufa a 40°C, hasta peso constante para eliminar cualquier humedad residual y garantizar la conservación de la muestra vegetal.

2.4.3 Obtención del extracto etanólico.

Al termino de secado las hojas fueron sometidas a un proceso de molienda para su posterior maceración con el solvente de etanol de 96° en un recipiente de vidrio a temperatura ambiente y en oscuridad por un periodo de 15 días con agitación diaria para garantizar la extracción eficiente de los compuestos fitoquímicos. Al finalizar, la mezcla fue filtrada para separar el extracto etanólico de los residuos sólidos. Luego el marco fue llevado a reflujo en etanol de 96° durante 4 horas para garantizar la extracción

completa. Una vez completada la extracción etanólica, se procedió a concentrar el extracto utilizando un rotavapor Buchi R-100.

2.4.4 Tamizaje fitoquímico

La identificación de los grupos de metabolitos secundarios presentes en el extracto etanólico se realizó sobre las fracciones obtenidas del tamizaje fitoquímico. Este proceso involucro la realización de reacciones de coloración y precipitación según lo descrito por Lock (2016) para detectar la presencia de diferentes grupos de compuestos químicos, como flavonoides, alcaloides, triterpenos, entre otros. Se utilizó este método debido a su eficacia de la detección de metabolitos secundarios en extractos vegetales. (54)

A. Obtención de fracciones:

A partir de la muestra vegetal seca y triturada; se procedió a la obtención de fracciones mediante un proceso de maceración y reflujo. Se tomó 1200 kg de la muestra vegetal y fue macerado por 15 días con etanol de 96° y luego el marco fue llevado a reflujo por espacio de 4 horas. Después de este proceso se filtró el líquido en caliente y se obtuvo un filtrado que se denominó Fracción A; lo cual se llevó a concentrar en el rotavapor a una temperatura menor de 40°C, lo que permitió eliminar el exceso de etanol y concentrar los compuestos químicos presentes en la fracción.

Una vez concentrada la **fracción A**, se procedió a extraer con HCL al 1% y se filtró para la obtención de dos partes:

a) **Insoluble:** La fracción insoluble se lavó con agua destilada hasta alcanzar un pH neutro. Posteriormente, se disolvió en 5 ml de diclorometano y se deshidrató con sulfato de sodio anhidro. Luego, se filtró la mezcla y el filtrado obtenido constituyó la **fracción B**.

b) **Solución Ácida:** Se filtró y se alcalinizó con amoníaco, luego se extrajo con diclorometano (2x50mL) para obtener dos fases:

1. **Fase Diclorometánica:** Se procedió a lavar con 10 ml de H₂O destilada, seguido de un secado con sulfato de sodio anhidro y una filtración final, lo que permitió obtener la **fracción C**.

2. **Fase Acuosa:** Se saturó con 5g de Na₂SO₄; y luego se sometió a una extracción con una mezcla de diclorometano y etanol en proporción de (3:2) (2x25mL), lo que dio lugar a la formación de dos fases:

-**Fase Orgánica:** También llamada (Diclorometánica-etanólica). Se lavó con 10 ml de la solución de sulfato de sodio anhidro para reunir las fases acuosas.

Luego la fase orgánica se secó con 1g de Na₂SO₄. Se filtró, lo que constituyó la **Fracción D**.

-Fase Acuosa: Los desechos acuosos resultantes del lavado de la fase orgánica se agregaron a la fase acuosa, lo que dio lugar a la formación de la **Fracción E**.

Por otro lado, se mezcló 1 gramo de droga seca con 20 mililitros de agua y se agitó. Luego, se hirvió la mezcla durante quince minutos. Posteriormente, se filtró en caliente (10 mL) a través de un filtro y se dejó enfriar a temperatura ambiente para la formación de la **Fracción F**.

Una vez que se obtuvieron todas las fracciones, se procedió a realizar las reacciones de identificación de compuestos fitoquímicos que están presentes en el extracto etanólico de la especie *Tillandsia latifolia.var.divaricata (benth.) Mez.*

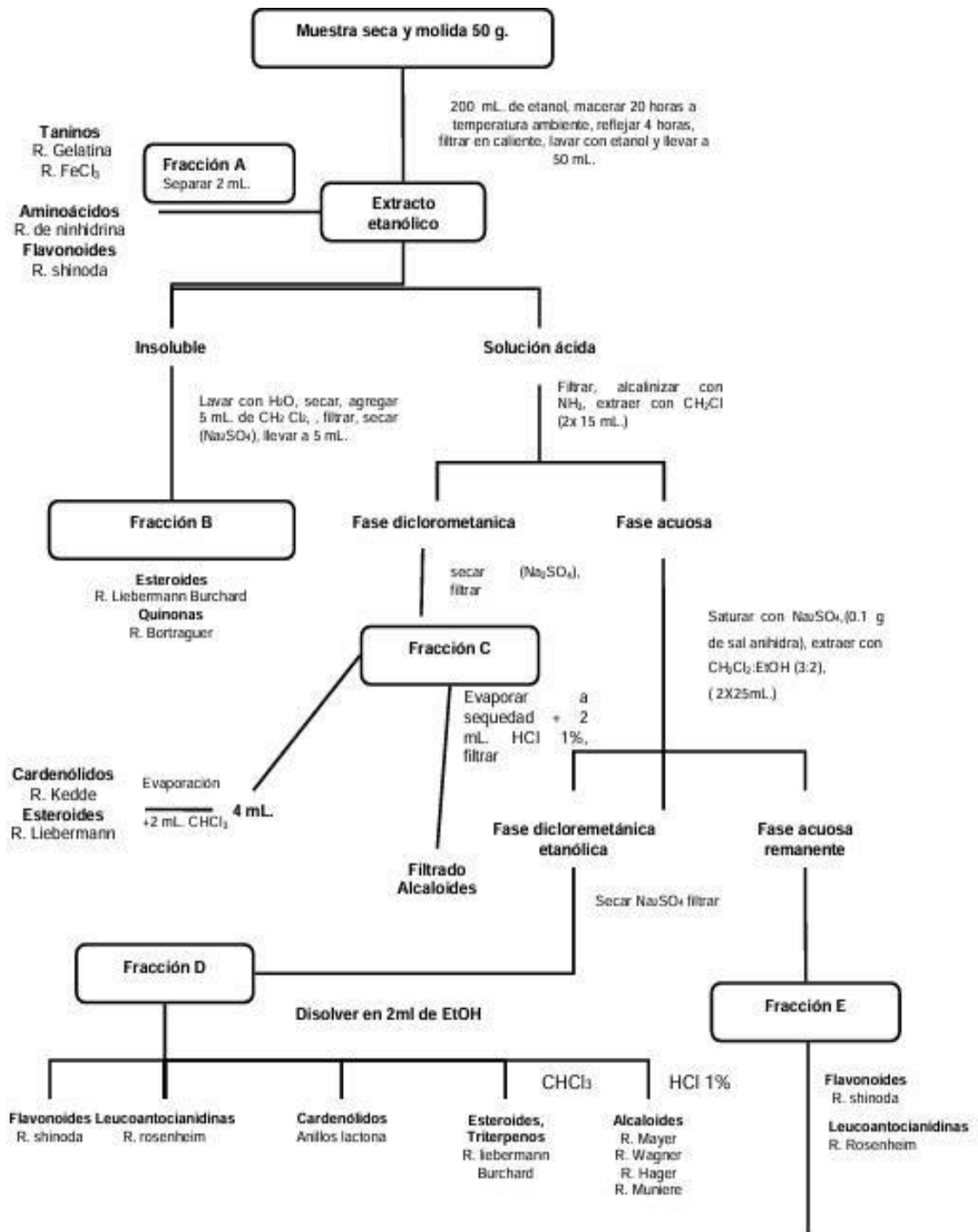


Figura N°5. Esquema general de una marcha fitoquímica.

Fuente: Lock 2016

B. Detección de grupos funcionales y metabolitos secundarios:

Detección de Taninos

- Reacción gelatina-Sal:** Se utilizaron tres tubos de ensayo y se vertió 0.5ml del extracto en cada uno. Luego se añadió al 1er tubo de ensayo 1mL de NaCl (cloruro de sodio) al 5%, al 2do tubo de ensayo se vertió 1ml de la solución de gelatina al 1% y al tercer tubo de ensayo se vertió una mezcla de los dos reactivos anteriormente en proporción 1:1. La precipitación en el tercer tubo y el segundo indicaba la presencia de taninos. Sin embargo, si solo se producía precipitación en el primer tubo se consideraba un falso positivo.
- Reacción Cloruro Férrico:** Se utilizó un tubo de ensayo, se vertió 0,5mL del extracto etanólico y se añadió una gota de disolución acuosa de FeCl₃ al 1%. La reacción se consideró positiva cuando se visualizaron los colores verdes, azul-negro u azul verdoso.

Detección de Flavonoides

- Reacción Shinoda:** Se añadieron 3 gotas de extracto en una placa Petri, luego se colocaron 5 limaduras de magnesio y tres gotas de HCl cc. Se esperó a que se produjera la reacción y se notó el viraje de color, la reacción se consideró positiva cuando se identificó uno de los siguientes colores: violeta, rojo y anaranjado.

Detección de Aminoácidos

- Reacción de Ninhidrina:** La identificación de aminoácidos se llevó a cabo en tiras de papel de filtro utilizando una pipeta de capilar. A lo que se añade lo siguiente:
 - Una gota de extracto etanólico + una gota de reactivo Ninhidrina al 2%.
 - Blanco: 1 gota de la Solución etanólica de Ninhidrina al 2%.

Las tiras de papel se dejaron secar a temperatura ambiente y luego se calentaron a una estufa entre 110 a 120° C hasta que aparezca un color en el blanco. La reacción se consideró positiva si la tira de papel de la muestra presentó un color azul violáceo.

Reacción de Bornträger: Se realizó la reacción en un tubo de ensayo, se disolvieron 2g extracto en 2ml de diclorometano. Luego, se agregaron 3 ml de NaOH al 5% y se agitó bien. La reacción se consideró positiva si la fase acuosa es de color rojo.

Detección de Triterpenoides y/o Esteroides

- Reacción de Liebermann Burchard:** Se añadió extracto etanólico disuelto en diclorometano + 5 gotas de ácido acético y 5 gotas de anhídrido acético/ácido

sulfúrico concentrado en una placa. La reacción tiende a ser positiva si aparecen tonos verdes, azul verdoso (vías rojo o azul).

Detección de leucoantocianidinas y catequinas:

– **Reacción de Rosenheim:** Se agregó 0.1 ml de HCl concentrado a 0.2 ml del extracto etanólico, y luego se calentó durante 10 minutos a 100°C. Una vez que se enfrió, se adicionaron 2 ml de agua y 0.4 ml de alcohol amílico, y se agitó para observar el color en la fase amílica. La reacción se consideraba positiva cuando se observaba que el color variaba desde un tono rosado débil hasta el carmesí oscuro, lo que esto sugería la presencia de compuestos específicos. En caso de que el color fue rojo, esto indicaba la presencia de antocianidinas, mientras que, si el color fue marrón, indicaba la presencia de catequinas.

Detección de cardenólidos: se llevó a cabo mediante la reacción de kedde que consistió en la preparación de dos soluciones:

- a) ácido 3,5-dinitrobenzoico 2% en metanol.
- b) Hidróxido de potasio 5.7% en agua.

Luego, se mezclaron las soluciones a y b en volúmenes iguales, lo que constituyó el reactivo (R). A continuación, se colocó 1mg de muestra en un tubo de ensayo y se agregaron 2 gotas del reactivo. La presencia de cardenólidos se confirmaría si se formaba un color púrpura o violáceo.

Detección de Alcaloides: Se utilizaron tres tubos de ensayo y a cada uno de los cuales se añadieron cuatro mililitros de extracto y un mililitro de HCl (ácido clorhídrico) al 1%. Posteriormente, se llevó a cabo la reacción de precipitación utilizando los siguientes reactivos:

- Dragendorff: Se agregó de 2 a 4 gotas y se comprueba al observar si se forma un precipitado color anaranjado.
- Mayer: Se agregó 2 a 4 gotas y se comprueba al observar si se forma un precipitado color blanco.
- Wagner: Se agregó 2 a 4 gotas y se comprueba al observar si se forma un precipitado color amarillo.

Detección de Saponinas

– Prueba de Espuma: Se utilizaron dos tubos que contenía 2.5 ml de extracto cada uno. Los tubos se agitaron continuamente durante 1 minuto y luego se dejó reposar durante 15 minutos para confirmar la formación de espuma que debía alcanzar una

altura mayor 5mm para considerar la reacción como positiva.

2.4.5 Caracterización fisicoquímica.

– **Sólidos totales: AOAC 925.03B**

Para determinar los sólidos totales, se pesaron 2 g del extracto seco en una placa Petri, previamente tratada en una estufa a 120°C – 140°C durante 1 hora. Posteriormente, se enfrió la placa en un desecador hasta alcanzar temperatura ambiente y se volvió a pesar. Luego se secó la placa destapada en una estufa a 130 ± 3°C durante 1 hora. Después de este proceso se cubrió la placa con su tapa, se llevó al desecador y se volvió a pesar. La pérdida de peso se reportó como porcentaje de humedad. (55)

$$\% \text{ Sólidos totales} = \frac{(\text{Peso placa con muestra} - \text{peso de placa seca}) \times 100}{\text{Peso de muestra}}$$

– **Sólidos solubles: AOAC 932.12**

Se determinó el contenido de sólidos solubles mediante el método refractométrico utilizando un equipo previamente calibrado. Para ello, se preparó una suspensión al 10% y se colocaron unas gotas de la suspensión en el equipo refractométrico. Posteriormente, se realizó la medición directamente. (55)

– **Cenizas: AOAC 923.03**

Se pesaron 2 g de la muestra en un crisol previamente tratado, es decir, incinerado a 550°C y enfriado en un desecador. Posteriormente, la muestra se incineró en una mufla a 550°C ± 10°C hasta obtener cenizas blancas o ligeramente grises, o hasta alcanzar un peso constante. Una vez completada la incineración, el crisol se enfrió en un desecador y se pesó a temperatura ambiente. Finalmente, se calculó el residuo como cenizas totales. (53)

$$\% \text{ Cza} = \frac{(\text{Peso de crisol con residuo} - \text{Peso de crisol vacío}) \times 100}{\text{Peso de muestra}}$$

– **pH: AOAC 981.12 pH**

La valoración del pH se realizó por el método electrométrico. Para ello, se preparó una suspensión al 10% y seguidamente se calibró el equipo de medición para obtener la lectura directa del pH.

2.4.6 Determinación de la actividad antioxidante

A. Método DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo)

Se determinó por el método descrito por Brand Williams, con algunas modificaciones. El método consistió en la disminución de la medida de la absorbancia del radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo) a una longitud medida de onda de 517 nm.

La solución del radical DPPH tiene un color característico violeta oscuro que, al reaccionar con el compuesto antioxidante, se reduce y cambia el color a amarillo pálido.

El ensayo se realizó por triplicado. Para determinar el % de inhibición se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Inhibición} = ((\text{Abs}_{\text{blanco}} - \text{Abs}_{\text{muestra}}) / \text{Abs}_{\text{blanco}}) \times 100$$

El valor de IC₅₀ será calculado utilizando la ecuación de regresión del porcentaje de inhibición, lo que permitió comparar los resultados. (56)

Se preparó una solución de DPPH (3,1 mg) en 100 ml de metanol analítico al 80%. La absorbancia de esta solución se determinó entre 0,9 - 1,0 a una longitud de onda de 517 nm utilizando un espectrofotómetro UV-vis.

La muestra se preparó mezclando 57 mg de extracto seco en 5 ml de ETOH de 96°. Luego se homogeneizaron mediante el equipo de ultrasonido durante 5 minutos. Posteriormente, se realizaron las diluciones correspondientes en etanol de 96°. Para el ensayo, se tomaron 50 µL de cada solución y se adicionaron a 1450 µL de la solución de DPPH. Las mezclas se agitaron vigorosamente y se dejaron reposar en la oscuridad durante 30 minutos. Luego, se leyeron las absorbancias en un espectrofotómetro de UV/VIS a 517 nm. El blanco utilizado fue el reactivo DPPH y el ensayo se realizó por triplicado.

B. Determinación de la actividad antioxidante por método FRAP

Se siguió el procedimiento descrito por Benzie y Strain con ligeras modificaciones. El método FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma) se basa en la reducción del complejo tripiridiltriazina férrica [Fe(III)(TPTZ)₂]³⁺ en presencia de los compuestos antioxidantes, lo que genera la formación del complejo ferroso [Fe(II)(TPTZ)₂]²⁺ mediante una reacción de transferencia de electrones (SET). Este

cambio se puede observar mediante el cambio de color de un pardo débil a azul intenso.

El reactivo FRAP se preparó mezclando una disolución tampón de acetato de sodio (300 mM), la solución TPTZ (10 mM) en HCl (40 mM) y tricloruro férrico (20 mM) en una proporción 10:1:1 (v:v:v). La solución madre se preparó mezclando 50.1 mg de extracto seco en 5 mL de EtOH de 96°. Luego se homogeneizó mediante el ultrasonido durante 5 minutos. Posteriormente, se realizaron las diluciones correspondientes en etanol de 70°.

Para el ensayo, se tomaron 50 µL de cada dilución del extracto o del patrón correspondiente (Trolox), y se mezclaron con 1500 µL de reactivo de FRAP, la mezcla se agitó vigorosamente y se dejó reposar por 30 minutos. Las muestras fueron leídas en un espectrofotómetro de UV/VIS a 593 nm. El ensayo se realizó por triplicado. Los resultados se expresaron como mM equivalente de trolox (TEAC); lo que se realizó mediante la curva de regresión lineal y se extrapoló en comparación con valores de la muestra. (56)

C. Determinación de la actividad antioxidante según el método de CUPRAC.

El método CUPRAC (Capacidad antioxidante reductora de iones cúpricos) descrito por Apak, et al. (2004), permite evaluar la capacidad antioxidante basándose en la reacción de redox. La preparación del reactivo CUPRAC consiste en mezclar volúmenes equivalentes (1:1:1, v/v/v) de tres disoluciones diferentes: una disolución acuosa 10 mM de Cu (II), una disolución de neocuprina 7.5 mM en etanol de 96 % y una disolución tampón de acetato de amonio 1 M a pH 7. (57)

El reactivo CUPRAC interactúa con los antioxidantes presentes en el extracto etanólico, formando un quelato coloreado de cobre (I)-neocuproína, en un determinado pH fisiológico controlado por la disolución tampón de acetato de amonio. Este complejo coloreado de color amarillo se mide a una longitud de onda de 450 nm. La formación de este complejo se completa en 30 min. (58)

Se preparó una solución madre de 69 mg/5ml de etanol de 96°, que se homogeneizó mediante el ultrasonido durante 5 minutos. Luego, se realizaron las diluciones en etanol de 96° y se tomaron 50 µL del extracto y del trolox, que se mezclaron con 1200 µL de agua destilada. A continuación, se añadieron 750 µL del reactivo CUPRAC y se dejó reposar durante 10 minutos. En Paralelo se preparó el blanco con 50 µL de ETOH 96°, 1200 µL de agua destilada y 750 µL del reactivo CUPRAC. La capacidad antioxidante se calculó comparando la absorbancia al patrón (Trolox). La capacidad antioxidante se expresó en términos de equivalente de Trolox (TEAC).

D. Determinación de la actividad antioxidante según el método ABTS

El método del radical 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonato de amonio) (ABTS) es uno de los más aplicados para evaluar la capacidad antioxidante. Este método se basa en la reducción y la decoloración del radical $ABTS^+$ por los grupos antioxidantes. El radical $ABTS^+$ es un cromóforo azul verdoso; resultante de una reacción de oxidación del ABTS y el persulfato de potasio por 16 horas y transcurrido el tiempo se adiciona una solución tampón de pH fisiológico con una medida de absorbancia de $0,68 \pm 0,02$; a una longitud de onda de 734 nm. Los resultados se expresan como valores TEAC (Equivalente de Trolox), se realiza la construcción de la curva patrón utilizando como solución estándar el Trolox. (59) Se preparó una solución de extracto con 64,2 mg en 5 mL de etanol de 96°, lo que dio una concentración de 12,84 mg/mL. Además, se preparó una solución de trolox con 7 mg en 10 mL de etanol de 96°, lo que resultó en una concentración de 0,7 mg/mL como estándar de referencia.

Luego, se realizó las diluciones a partir de la solución madre y Trolox. De cada dilución, se tomaron 50 μ L de la solución de extracto y se mezclaron con 1500 μ L de la solución de ABTS, incubando la mezcla durante 6 minutos. Se repitió el mismo procedimiento con el Trolox. Después de la incubación, se determinó la capacidad antioxidante del extracto midiendo la absorbancia de la mezcla.

2.4.6. Cuantificación de polifenoles totales mediante el método de Folin – Ciocalteu

La determinación de los polifenoles totales se realizó mediante el método de Folin – Ciocalteu; se basa en la reacción de compuestos fenólicos con agentes oxidantes en pH básico. El reactivo utilizado contiene wolframato sódico y molibdato sódico en ácido fosfórico, y produce un complejo azul al ser reducido por grupos fenólicos. (60)

Para la determinación, se utilizaron 200 μ L del extracto, a los que se agregaron 1800 μ L de agua destilada, 200 μ L de reactivo Folin-Ciocalteu 1: 10 y 500 μ L de solución de carbonato de sodio al 20% (m/v). La mezcla se agitó y se completó a 3mL con agua destilada. Posteriormente, se incubó en oscuridad durante 1h para que produjera la reacción colorimétrica. Para calibrar el espectrofotómetro y establecer un punto de referencia para la medición de la absorbancia, se utilizó agua destilada como blanco. La absorbancia se midió a una longitud de onda de 760 nm.

Para determinar la concentración de polifenoles en la muestra, se construyó una curva de calibración utilizando soluciones acuosas de ácido gálico en concentraciones conocidas (0-1000 ppm). Los resultados se obtuvieron mediante el

análisis por triplicado de las muestras y se expresaron en ug de ácido gálico/mg de extracto.

2.4.7. Cuantificación de Flavonoides

La cuantificación de flavonoides totales se fundamenta en la formación del complejo flavonoide- aluminio, que presenta un color característico rosado en medio alcalino. La fuerza cromática y la sensibilidad del procedimiento depende de la cantidad de grupos hidroxilo presentes en la molécula de flavonoides y de las características de los iones de aluminio. (61)

Para la cuantificación de flavonoides totales, se realizaron las diluciones en etanol de 96° a partir de la solución madre del extracto y de la quercetina. Luego, se tomaron 20 µL de cada dilución del extracto y quercetina; se colocaron en viales ámbar. Se agregaron 1200 µL de agua destilada, 75 µL de NaNO₂ y 150 µL de AlCl₃ al 10 %, y se encubo durante 5 minutos. Finalmente, se agregaron 500 µL de NaOH 1 M. La mezcla se dejó reposar durante 30 minutos y se midió la absorbancia en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 510 nm. La concentración de flavonoides presentes en la muestra se calculó utilizando una curva de calibración. Los resultados se expresaron en mM quercetina/mg de muestra.

2.5 Técnica de procesamiento de información:

Recolección De Datos

Se realizó una recopilación exhaustiva de información de diversas fuentes, incluyendo bases de datos de acceso libre, literatura científica y observación directa. El objetivo de esta recopilación fue obtener un panorama integral de la especie o familia de la planta en estudio.

Los resultados obtenidos en la observación directa se registraron en el cuaderno de trabajo, lo que permitió una documentación detallada de los datos recopilados.

Procesamientos De Datos

El procesamiento de datos se realizó utilizando herramientas informáticas especializadas. Los datos obtenidos de las diferentes pruebas y análisis se organizaron y procesaron utilizando Microsoft Office y Microsoft Excel.

Se crearon tablas para resumir los resultados de la identificación de compuestos fitoquímicos y la caracterización fisicoquímica. Además, se generaron curvas de calibración y curvas de dilución para determinar la actividad antioxidante del extracto estudiado, así como la cuantificación de polifenoles y flavonoides.

2.6 Aspectos éticos

Se tuvo en cuenta el código de ética para la investigación científica, siguiendo las guías establecidas por el instituto de investigación. Además, se respetó la actual Ley N° 29763, Ley forestal y de fauna silvestre, y se aplicaron las buenas prácticas de laboratorio.

III. RESULTADOS

Tabla N°3. Resultados de la Identificación de grupos funcionales y metabolitos secundarios en el screening fitoquímico del extracto etanólico de las hojas de la especie *Tillandsia Latifolia* var. *divaricata* (Benth.) Mez.

Fracción	Reacción	Metabolitos	Resultados
A	Gelatina	Taninos	-
	Tricloruro Férrico	Comp. Fenólicos	+
	Ninhidrina	Aminoácidos	+
	Shinoda	Flavonoides	+
B	Liebermann Burchard	Triterpenoides y/o Esteroides	+
	Borntrager	Antraquinonas	-
C	Liebermann Burchard	Triterpenoides y/o Esteroides	+
	Dragendorff	Alcaloides	+
	Mayer		+
	Wagner		+
	Kedde	Cardenolidos	-
D	Shinoda	Flavonoides	+
	Rosenheim	Leucoantocianidinas y/o catequinas	+
	Liebermann Burchard	Triterpenoides y/o Esteroides	-
	Dragendorff	Alcaloides	+
	Mayer		+
	Wagner		+
	Kedde	Cardenólidos	+
E	Shinoda	Flavonoides	+
	Rosenheim	Leucoantocianidinas y/o catequinas	+
F	Shinoda	Flavonoides	+
	Prueba de Espuma	Saponinas	-

– Nota: Positivo (+) y negativo (-).

Tabla N°4. Caracterización Fisicoquímica del extracto etanólico de hojas de la especie *Tillandsia Latifolia var. divaricata (Benth.) Mez*: análisis de humedad, solidos totales, solidos solubles, cenizas, Ph, color, olor y consistencia.

Parámetro Fisicoquímico	Resultados	Unidades
Humedad	11.75	g/100g
Solidos totales	88.25	g/100g
Solidos solubles	4.7	°Brix
Cenizas	9.12	g/100g
PH	4.28	--
Color	Verde oscuro	--
Olor	Suigéneris	--
Consistencia	Denso	--

– Nota: Los valores son promedio de dos repeticiones.

Tabla N° 5. Actividad antioxidante por el método DPPH en las diluciones del extracto etanólico de hojas de la especie *Tillandsia latifolia var. divaricata (Benth.) Mez.*

Cc (mg/mL)	Abs 1	Abs 2	Abs. prom	Absorbancia del blanco	% de Inhibición	IC50
0.37	0.960	0.974	0.967		1.93	2.79 mg/mL
0.75	0.902	0.918	0.91	0.986	7.7	
1.49	0.743	0.753	0.746		24.5	
2.98	0.460	0.450	0.455		53.9	

– Nota: Se define las abreviaturas utilizadas en el cuadro: Absorbancia (Abs), Promedio (Prom), Capacidad equivalente al trolox (TEAC)

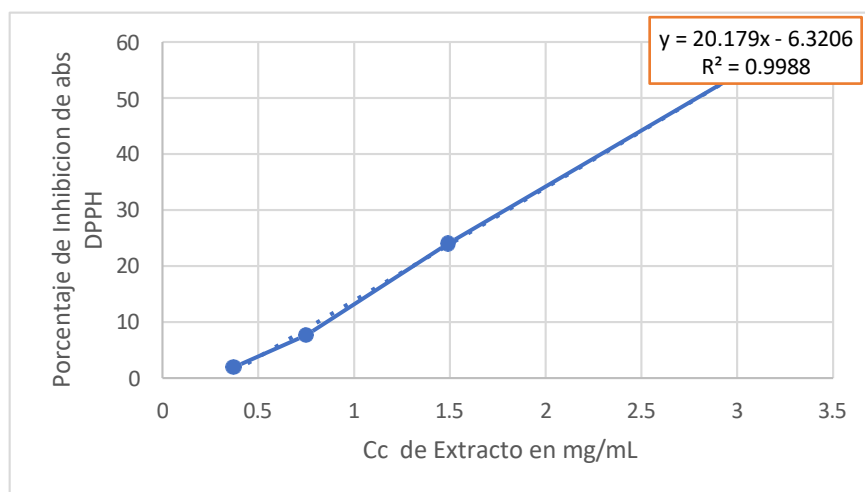


Figura N°6. Curva de correlación entre las concentraciones del extracto EtOH de las hojas de *Tillandsia latifolia var. divaricata (Benth.) Mez.*, vs % de inhibición del radical DPPH.

Por lo tanto, el extracto presenta un IC₅₀: 2,79 mg

Tabla N°6. Valores de absorbancia de las diluciones del patrón de Trolox para la determinación de actividad antioxidante por el método FRAP.

mM Trolox	Abs 1	Abs 2	Promedio
0,0312	0,064	0,065	0,064
0,0625	0,110	0,112	0,111
0,125	0,207	0,201	0,204
0,25	0,425	0,413	0,419
0,5	0,764	0,762	0,763
1	1,389	1,363	1,376

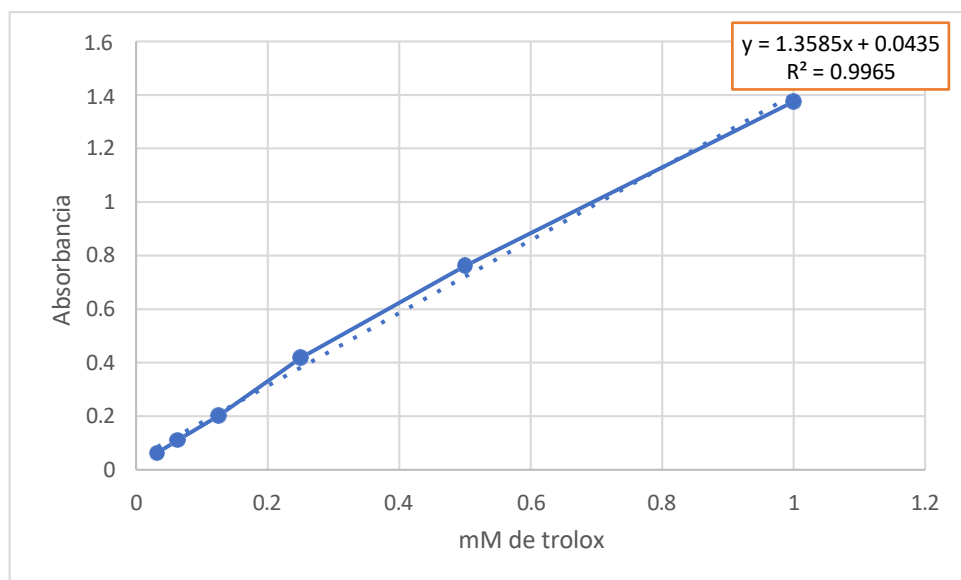


Figura N°7. Curva de calibración del patrón de Trolox para establecer la actividad antioxidante por el método FRAP.

Tabla N°7. Valores de absorbancia de las concentraciones del extracto etanólico de hojas de la especie *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* (Benth.) Mez., para la determinación del TEAC mediante el método FRAP.

Concentración (mg/mL)	Abs 1	Abs 2	Abs Prom	TEAC
5.01	1.701	1.727	1.714	1.17
2.505	1.043	1.083	1.063	0.71
1.252	0.550	0.584	0.567	0.35
0.626	0.320	0,316	0.318	0.18
0.313	0.156	0,155	0.156	0.07

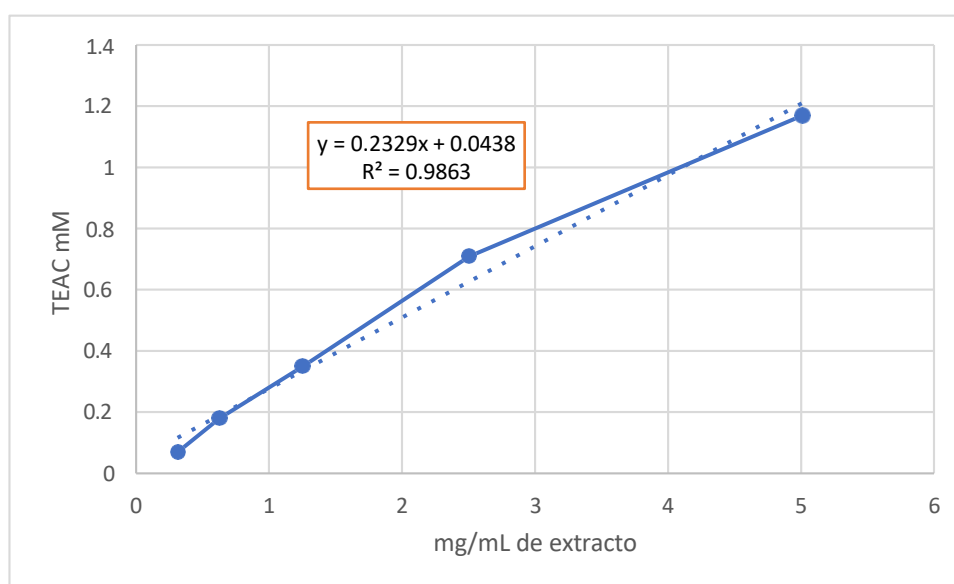


Figura N°8. Curva de correlación entre concentración del extracto (mg/mL) vs la actividad antioxidante como TEAC (mM) por el método FRAP.

1mg de extracto equivale a 0,277mM de trolox

Tabla N°8. Valores de absorbancia de las diluciones del patrón de Trolox utilizando el método CUPRAC.

Trolox (mg/mL)	Trolox mM	Abs Promedio	Abs 1	Abs 2
0.4	1.7	0.583	0.582	0.583
0.3	1.3	0.431	0.431	0.431
0.2	0.9	0.292	0.296	0.287
0.1	0.2	0.112	0.113	0.11
0.0	0.1	0.057	0.065	0.049

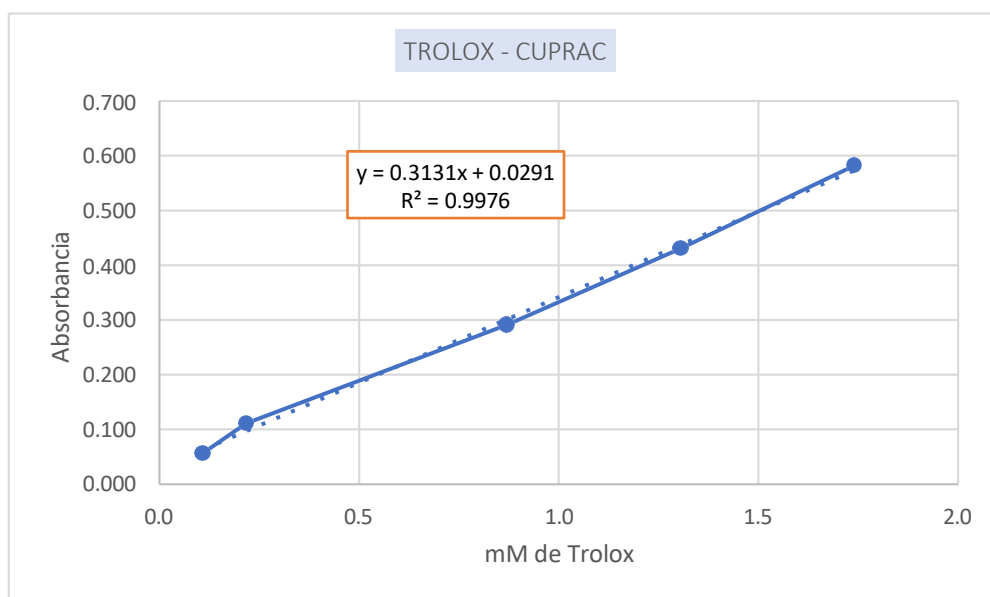


Figura N°9. Curva de calibración del patrón trolox para la determinación de capacidad antioxidante mediante el método CUPRAC.

Tabla N°9. Lectura de la absorbancia de las diluciones del extracto etanólico de la especie para la determinación del TEAC por el método CUPRAC.

Cc extracto (mg/mL)	TEAC	Abs Promedio	Abs 1	Abs 2
13.8	3.9	1.245	1.256	1.234
6.9	2.1	0.690	0.683	0.696
3.5	1.1	0.385	0.386	0.384
1.7	0.6	0.207	0.204	0.21
0.9	0.3	0.130	0.132	0.128

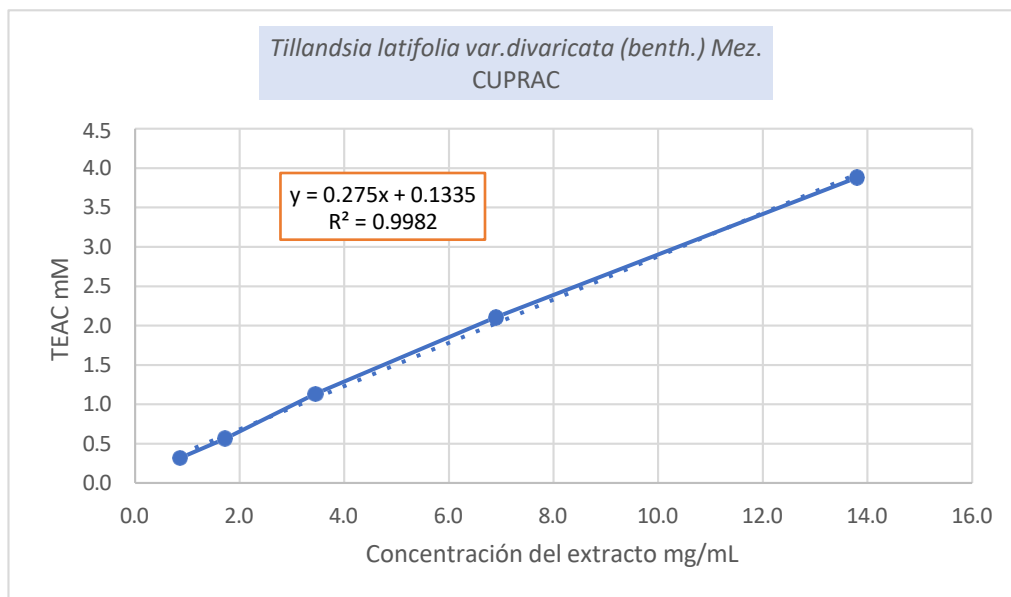


Figura N°10. Correlación entre la concentración del extracto etanólico de la especie y la equivalencia de Trolox por el método CUPRAC.

1mM de trolox equivale a 3.15 mg/mL del extracto

Tabla N° 10. Valores de absorbancia de las diluciones del patrón de Trolox utilizando el método ABTS.

Abs ABTS	Concentración de Trolox (mM)	Abs Final	Abs Prom	Abs 1	Abs 2
0.685	0.7	0.654	0.031	0.032	0.03
0.685	0.5	0.516	0.170	0.168	0.171
0.685	0.4	0.422	0.263	0.261	0.265
0.685	0.3	0.346	0.339	0.339	0.339
0.685	0.2	0.285	0.401	0.403	0.398
0.685	0.2	0.239	0.446	0.446	0.446

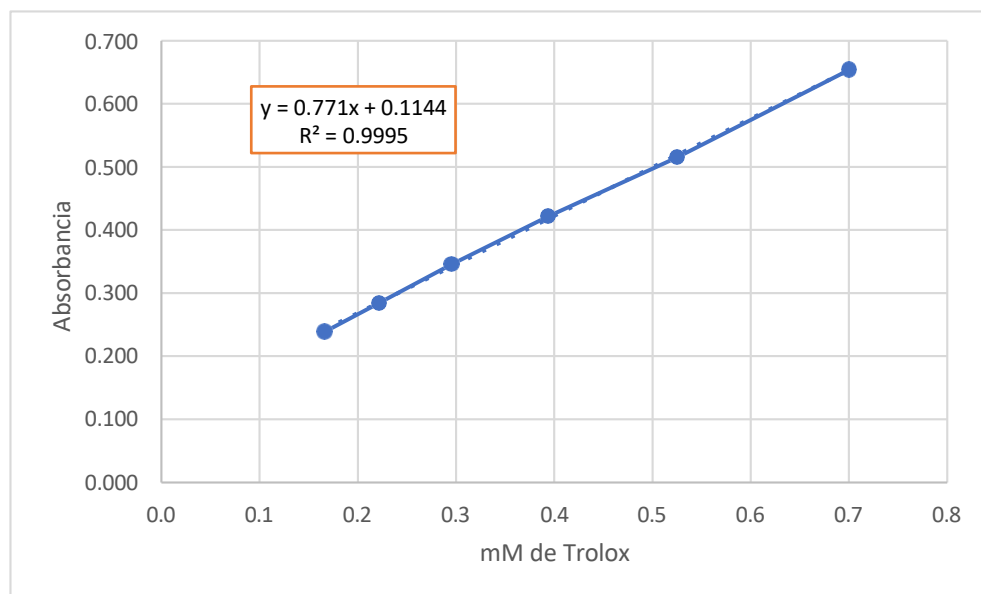


Figura N°11. Curva de calibración de trolox para el método ABTS; correlación entre la concentración (mM) y absorbancia.

Tabla N°11. Lectura de la absorbancia de las diluciones del extracto de la especie para la determinación de TEAC por el método ABTS.

Cc de extracto mg/mL	TEAC	Abs Final	Abs Promedio	Abs 1	Abs 2
1.52	0.6	0.595	0.091	0.091	0.09
0.76	0.4	0.408	0.278	0.276	0.279
0.38	0.2	0.266	0.420	0.418	0.421
0.19	0.1	0.197	0.488	0.488	0.488

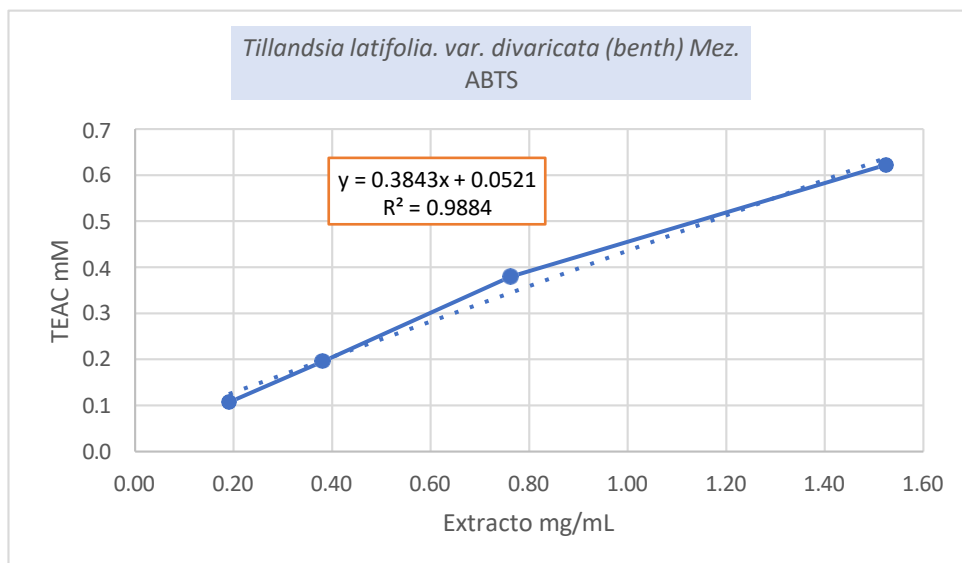


Figura N°12. Correlación entre la concentración del extracto de la especie *Tillandsia latifolia. var. divaricata (benth) Mez.*, y capacidad antioxidante equivalente a Trolox (TEAC: mM) medida por ABTS.

1 mM de trolox equivale a 2.5 mg/mL del extracto

Determinación de Polifenoles.

Tabla N°12. Valores de absorbancia del estándar de ácido gálico para la curva de calibración.

Cc Acido gálico µg/mL	Abs 1	Abs 2	Abs Prom
33.7	0.166	0.174	0.17
67.5	0.260	0.240	0.25
125	0.426	0.418	0.422
250	0.851	0.847	0.849
500	1.742	1.836	1.786

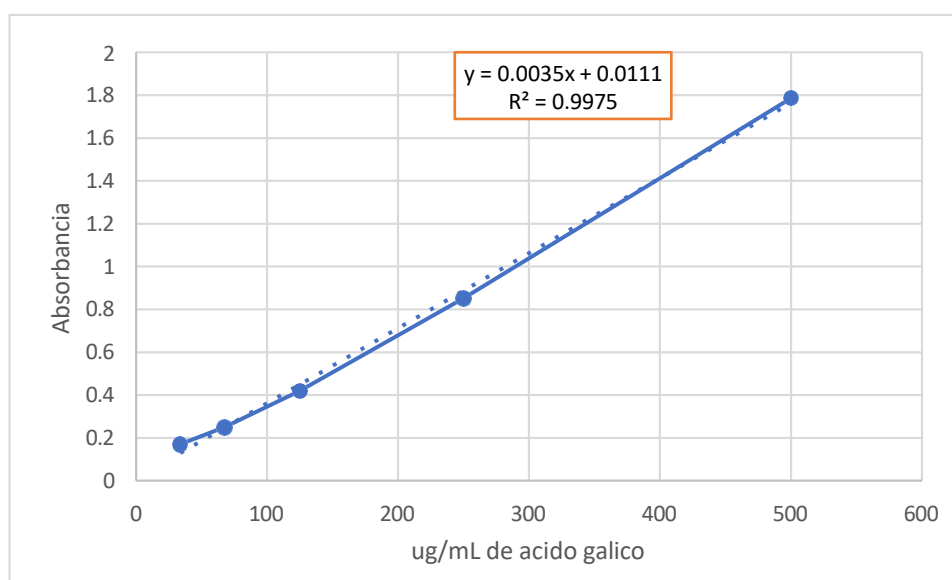


Figura N°13. Curva de calibración del estándar de ácido gálico para la determinación de polifenoles totales expresadas como equivalente de ácido gálico.

Tabla N°13. Valores de absorbancia de las diluciones del extracto etanólico de la especie *Tillandsia latifolia. var. divaricata (benth) Mez.*, y concentración de polifenoles totales expresada como equivalentes de ácido gálico.

Cc de extracto mg/mL	Abs 1	Abs 2	Abs Promedio	Polifenoles totales: µg EAG/mg
0.2	0.198	0.204	0.201	54.3
0.41	0.412	0.424	0.418	116.3
0.82	0.746	0.740	0.743	209.1
1.63	1.420	1.426	1.426	403.8
3.26	2.978	2.978	2.978	847.7

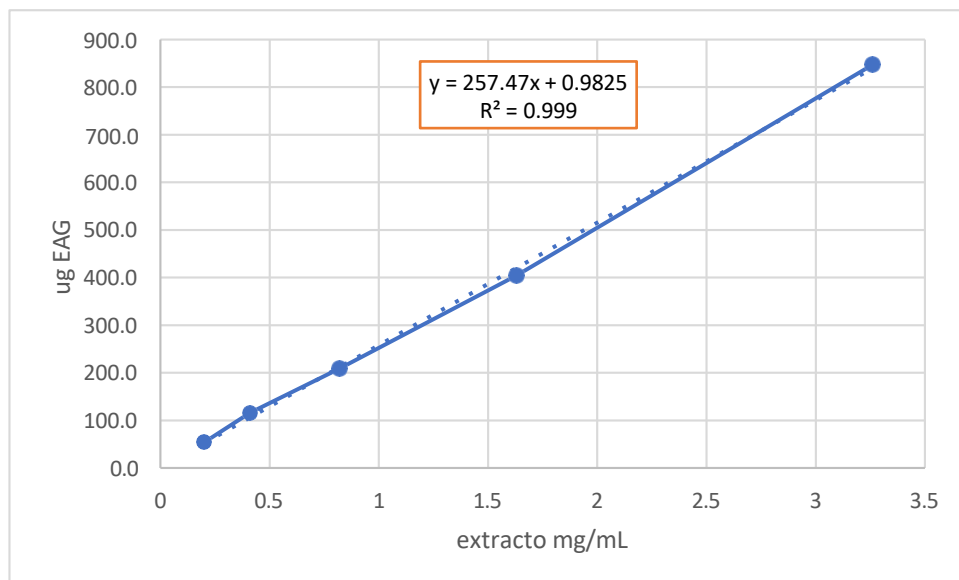


Figura N°14. Correlación entre mg/mL de extracto etanólico de *Tillandsia latifolia. var. divaricata (benth) Mez.*, vs ug equivalente de ácido gálico.

1mg de extracto equivale a 256.8 ug de ácido gálico.

Determinación de flavonoides:

Tabla N°14. Valores de calibración del estándar de Quercetina para flavonoides.

Quercetina mg/mL	Quercetina mM	Abs Promedio	Abs 1	Abs 2
5.2	17.2	0.577	0.574	0.58
3.9	12.9	0.454	0.453	0.454
2.9	9.6	0.336	0.334	0.337
2.2	7.2	0.261	0.261	0.26
1.6	5.4	0.187	0.185	0.188

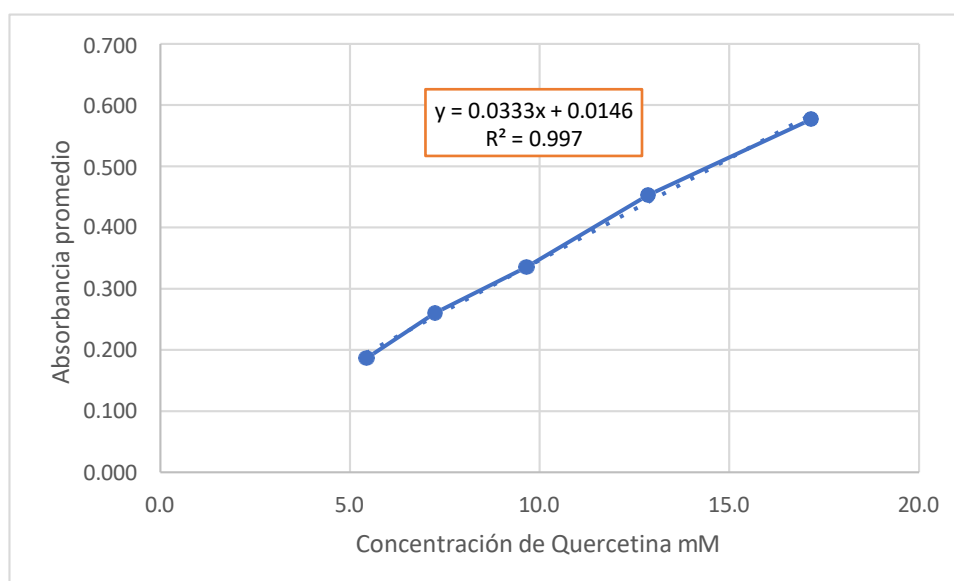


Figura N°15. Curva de calibración de Quercetina para cuantificación de flavonoides.

Tabla N°15. Concentración de flavonoides en el extracto etanólico de la especie *Tillandsia latifolia. var. divaricata (benth) Mez.*, expresada como equivalente de Quercetina.

Cc extracto mg/mL	FEQ	Abs Promedio	Abs 1	Abs 2
42.5	27.4	0.928	0.917	0.939
31.8	19.1	0.650	0.646	0.654
23.9	12.1	0.418	0.415	0.42
17.9	7.3	0.259	0.26	0.257
13.4	3.7	0.137	0.136	0.137

– Nota: FEQ= Flavonoide expresados como quercetina en mM.

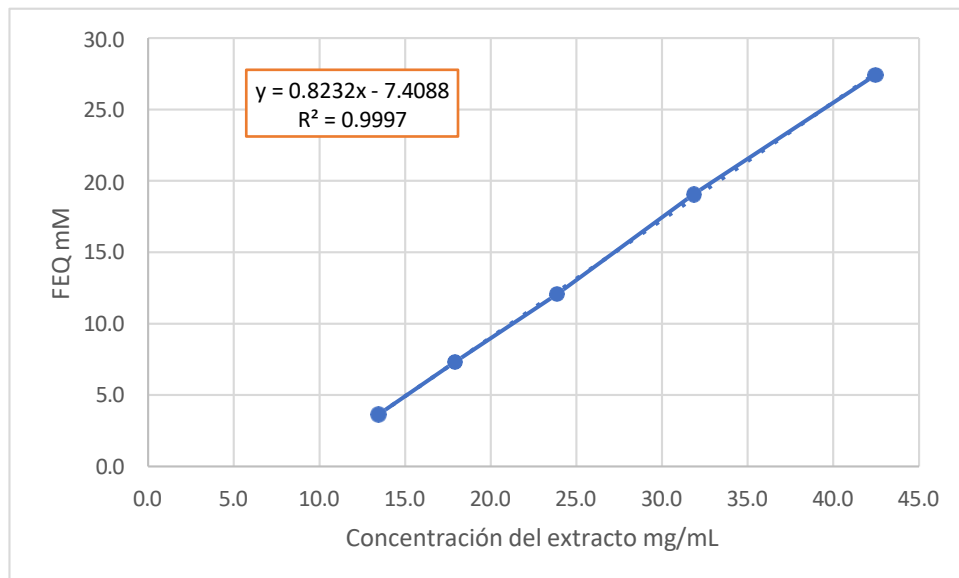


Figura N°16. Curva de correlación entre la concentración (mg/mL) del extracto etanólico de la especie *Tillandsia latifolia. var. divaricata (benth) Mez.*, vs (mM) equivalentes de Quercetina.

1 mM de Quercetina equivale a 10,21 mg/mL del extracto.

IV.

DISCUSIÓN

El género *Tillandsia* se encuentra ubicado en ecosistemas perenne que depende de la cantidad de neblina a la que están expuestas, de la topografía del lugar (presente en colinas o a faldas de cerros) y del transporte aéreo de los sedimentos que facilitan los nutrientes de las plantas (4), condiciones todas ellas que se dan en el cerro Huallhua, en la provincia de la Lucanas (Ayacucho-Perú), donde fue colectada la especie *Tillandsia latifolia*; creemos que las condiciones agrestes a las que está sometida la planta llevan a la síntesis una serie de metabolitos secundarios como medios de protección, de ahí el interés de realizar el presente estudio.

Como se puede apreciar en la tabla N°3, la identificación cualitativa de los componentes químicos de la especie *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* (benth.) Mez. reveló la presencia de una variedad de sustancias fitoquímicas, como alcaloides, aminoácidos, triterpenoides y/o esteroides, cardenólidos, leucoantocianidinas; destacando los flavonoides, catequinas, alcaloides y los compuestos fenólicos por sus propiedades antioxidantes.

Los resultados de la identificación de los grupos de metabolitos se contrastan con el trabajo de investigación de Alvarado Chávez B. (2018) y Alejandre Rosas, J. A., et al., (2024) en sus estudios sobre *Tillandsia walteri* Mez, *Tillandsia paleaceae* C.Pres y *Tillandsia usneoides*. Los análisis revelaron similitudes y diferencias en la composición química entre las especies de las tillandsias, coincidiendo en la presencia de flavonoides y alcaloides, pero difiriendo en la ausencia de antraquinonas y taninos en el presente estudio.

Además, estos hallazgos están en línea con los resultados de Chichipe Gómez G, Sánchez Gómez R, y otros autores que han demostrado que el género *Tillandsia* posee metabolitos con actividades antioxidantes. Esto sugiere que existen diferencias en la composición química entre las especies de tillandsias; podría ser debido a factores como la variabilidad genética, el ambiente y la adaptación a diferentes condiciones del ecosistema.

En la tabla N°4. Se presentan los resultados de la caracterización Físicoquímica del extracto etanólico de la especie. La humedad del extracto fue de 11.75%; se considera relativamente baja. Esto es beneficioso, ya que un contenido de humedad bajo puede ayudar a prevenir la degradación del extracto y prolongar su vida útil, al influir en la reacción de oxidación y la formación de compuestos indeseables. La humedad es un factor importante en la estabilidad del extracto.

El análisis de sólidos totales reveló un valor de 88.25g/100g; lo que indica que el extracto etanólico contiene una gran cantidad de compuestos extraídos. En cuanto a los sólidos solubles, el resultado fue de 4.7 °Brix, lo que se considera un valor moderado, indicando la presencia de compuestos hidrosolubles en el extracto diluido al 10%. Este resultado complementa el perfil físico-químico y respalda la riqueza química del extracto.

El contenido de cenizas es de 9.12 g/100g contenido moderado de minerales y otros compuestos inorgánicos presentes en el extracto etanólico. Finalmente, el pH se encuentra en 4.28, lo que indica una naturaleza ligeramente ácido, un pH ácido puede ser beneficioso, ya que puede ayudar a preservar el extracto etanólico y a prevenir el crecimiento de microorganismos.

Es importante destacar que, debido a la falta de estudios previos sobre la caracterización fisicoquímica de esta especie, no es posible realizar una comparación directa con otros resultados. Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio se encuentran dentro de los rangos normales reportados en la literatura de metodologías oficiales de la AOAC para especies vegetales, lo que garantiza la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos. Las características organolépticas del extracto etanólico reveló un color verde oscuro, un olor suigéneris y una consistencia densa. Estas características sugieren la presencia de compuestos químicos complejos que pueden ser responsables de sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Estas características fisicoquímicas pueden ser aprovechadas para desarrollar productos naturales terapéuticos.

La evaluación de la actividad antioxidante del extracto etanólico de *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* (Benth.) Mez., se realizó utilizando cuatro métodos diferentes: DPPH, FRAP, CUPRAC y ABTS. La determinación de la concentración media inhibitoria 50 (IC50) del extracto etanólico para la captación del radical libre DPPH reveló un valor de 2.79 mg/mL, lo que sugiere que el extracto etanólico tiene una actividad antioxidante significativa. En comparación con el estudio de Delaporte et al. (2004) sobre *Tillandsia streptocarpa*, que reportó una IC50 de 0.056% p/v, el extracto metanólico de esta especie mostro una mayor actividad antioxidante. Un estudio adicional de Alejandre Rosas, J. A., et al., (2024) encontró actividad antioxidante significativa en el extracto acuoso de *Tillandsia usnoides* de Córdoba (72,09%) y en el extracto etanólico de Tetelzingo (46,94%).

El método FRAP es otro ensayo utilizado para evaluar la actividad antioxidante de los extractos vegetales. En este método, el extracto presentó una actividad antioxidante, donde 1 mg del extracto equivale a 0.277 mM del Trolox, aunque no se ha encontrado estudios previos utilizando este método, el resultado confirma ser una fuente prometedora de compuestos antioxidantes.

Los métodos CUPRAC y ABTS también se utilizaron para evaluar la actividad antioxidante del extracto etanólico. En el método CUPRAC, 1 mM de Trolox equivale a 3.15 mg/mL lo que indica una actividad antioxidante moderada, mientras que en el método ABTS, 1 mM de Trolox equivale a 2.5 mg/mL del extracto etanólico, lo que sugiere una actividad antioxidante significativa.

En base a los resultados, podemos concluir que los métodos DPPH y ABTS muestran mayor actividad antioxidante, seguidos por los métodos FRAP y CUPRAC.

La evaluación de la actividad antioxidante utilizando cuatro métodos diferentes permitió obtener una visión más completa de la actividad antioxidante del extracto etanólico de la planta y que la actividad antioxidante no presento diferencias significativas por los métodos analizados, confirmando su potencial actividad antioxidante y considero como una fuente valiosa de compuestos bioactivos.

La determinación de polifenoles en el extracto etanólico de *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* (Benth.) Mez., se realizó utilizando el método de Folin-Ciocalteu, que mostró que 1 mg de extracto equivale a 256,8 µg de ácido gálico. Esto sugiere que el extracto etanólico de esta especie contiene una cantidad significativa de polifenoles.

Por otro lado, la determinación de flavonoides se realizó utilizando el método específico de Zhishen et al., que mostró que 1 mM de quercetina equivale a 10,21 mg/mL del extracto. Esto sugiere que el extracto etanólico de esta especie también contiene una cantidad significativa de flavonoides. No se encontraron estudios previos sobre la determinación de flavonoides y polifenoles en esta especie, por lo que estos resultados pueden ser útiles para futuras investigaciones.

V. CONCLUSIONES

Después de un análisis detallado de los resultados obtenidos se presentan las siguientes conclusiones de este estudio:

1. En el extracto etanólico de las hojas de la especie de *Tillandsia latifolia var. divaricata (benth.) Mez* se encontró una variedad de metabolitos fitoquímicos relacionados con propiedades antioxidantes, entre los que se incluyen flavonoides, catequinas, compuestos fenólicos y alcaloides.
2. Las características fisicoquímicas del extracto etanólico de la hoja de la especie *Tillandsia latifolia var. divaricata (Benth.) Mez.*, evaluadas en este estudio, revelaron propiedades fisicoquímicas adecuadas. Los resultados obtenidos indican que el extracto etanólico tiene una humedad relativamente baja (11.75%), un contenido de sólidos totales alto (88.25 g/100g), un contenido moderado de sólidos solubles (4.7 °Brix), un contenido moderado de cenizas (9.12 g/100g) y un pH ligeramente ácido (4.28). Este resultado proporcionó una base sólida para la evaluación posterior que es la actividad antioxidante.
3. La evaluación de la actividad antioxidante del extracto etanólico de la hoja de la especie *Tillandsia latifolia var. divaricata (benth.) Mez.*, utilizando cuatro métodos diferentes (DPPH, FRAP, CUPRAC y ABTS) mostró que el extracto tiene una actividad antioxidante significativa, lo que se confirmara la capacidad del extracto para inhibir la formación de los radicales libres.
4. La determinación de polifenoles y flavonoides en el extracto etanólico de la especie *Tillandsia latifolia var. divaricata (benth.) Mez.*, mostró que el extracto contiene una alta cantidad de polifenoles y una cantidad moderada de flavonoides, lo que indica un contenido significativo de compuestos bioactivos.

VI. RECOMENDACIONES

1. Estudios de toxicidad y seguridad: Se recomienda realizar estudios de toxicidad y seguridad del extracto etanólico de las hojas de la especie *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* (benth.) Mez., in vivo o in vitro para determinar su seguridad y eficacia como agente terapéutico.
2. Investigación de la actividad antiinflamatoria: Se sugiere investigar la actividad antiinflamatoria del extracto etanólico en modelos in vivo e in vitro para determinar su potencial como agente antiinflamatorio, debido a la apreciable actividad antioxidante.
3. Desarrollo de formulaciones farmacéuticas: La creación de formulaciones farmacéuticas que contengan el extracto etanólico de especie *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* (benth.) Mez., podría ser una perspectiva futura para su uso como agente terapéutico.
4. Se recomienda realizar un estudio de seguimiento de la actividad antioxidante de la especie *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* (Benth.) Mez., en diferentes estaciones del año y condiciones para identificar posibles variaciones en la actividad antioxidante de la especie.
5. Realizar estudios más profundos sobre la composición química de *Tillandsia latifolia* var. *divaricata* (benth.) Mez., y otras especies de *Tillandsia* para entender mejor la variabilidad química en el género.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. World Health Organization. Medicina tradicional. [internet]. Ginebra OMS; 2023 [Citado el 05 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/traditional-medicine>
2. Organización Mundial de la Salud. La OMS crea en la India el Centro Mundial de Medicina Tradicional. [Internet]. Ginebra OMS; 2022 [Citado 05 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/25-03-2022-who-establishes-the-global-centre-for-traditional-medicine-in-india>
3. Reyes Munguía A, Galicia Cardoso MT, Carrillo Inungaray ML. Antioxidantes: La magia de lo natural. Tlatemoani. [Internet] 2011 [citado 07 de septiembre de 2024]. ISSN-e 1989-9300; 8 (1):7-10. Disponible en: [file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-Antioxidantes-7320920%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-Antioxidantes-7320920%20(2).pdf)
4. Paucó Tanco GA, Villasante Benavides F, Villegas Paredes L, Luque Paredes CR, Quispe Turpo JP. Distribución y caracterización de las comunidades de tillandsia (bromeliaceae) en el sur de Perú y su relación con la altitud, pendiente y orientación. Ecosistemas [Internet] 2020 [citado 10 de octubre de 2024]; 29(3): 2035. Disponible en: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/2035/1318>
5. Hesse, R. Spatial distribution of and topographic controls on tillandsia fog vegetation in coastal southern Peru: remote sensing and modelling. Journal of Arid Environments, [internet]. 2012 [consultado 10 de octubre 2024]; 78,33–40. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2011.11.006>
6. León B, Sagástegui A, Sánchez I, Zapata M. Bromeliaceae endémicas del Perú. Rev peru biol [Internet]. 2006 Dec. 29 [citado 15 de Noviembre de 2024];13(2):708s-737s. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/article/view/1941>
7. Rojas Gutierrez, JC. “Densidad y distribución espacial de la Tillandsia Latifolia de la reserva nacional San Fernando en la provincia de Nazca - Ica” [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Federico Villareal; 2019. 20-21p. [citado 18 de noviembre de 2024]. Disponible en: [file:///C:/Users/USER/Downloads/ROJAS%20GUTIERREZ%20%20JOS%20C3%89%20CHRISTIAN%20-%20TITULO%20PROFESIONAL%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/ROJAS%20GUTIERREZ%20%20JOS%20C3%89%20CHRISTIAN%20-%20TITULO%20PROFESIONAL%20(2).pdf)
8. Organización Panamericana de la Salud. Situación de las plantas medicinales en Perú. Informe de reunión del grupo de expertos en plantas medicinales. (Lima, 19 de marzo del 2018) [internet]. Lima: OPS; 2019. [consultado 20 de agosto de 2024]. Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/50479/OPSPER19001_spa.pdf
9. Alejandro Rosas JA, Cedeño-Moreira AV, Herrera-Feijoo RJ, Alvarado Mávila A, Factos

Laiño KN, Torres-Rodriguez JA. Evaluación Fitoquímica y Actividad Biológica de Extractos de *Tillandsia usneoides* Recolectadas en Córdoba y Tetelzingo. COCIRI [Internet]. 30 de septiembre de 2024 [citado 02 de diciembre de 2024]; 5(E4):418-35.

Disponible en:

<https://revistacodigocientifico.itslosandes.net/index.php/1/article/view/501>

10. Lasso P, Rojas L, Arévalo C, Uruña C, Murillo N, Barreto A, Costa GM, Fiorentino S. *Tillandsia usneoides* Extract Decreases the Primary Tumor in a Murine Breast Cancer Model but Not in Melanoma. *Cancers (Basel)* [Internet]. 2022 Nov [Consultado 04 de diciembre de 2024]; 1;14(21):5383. doi: 10.3390/cancers14215383. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36358804/>
11. Lo MM, Benfodda Z, Dunyach-Rémy C, Béniméris D, Roulard R, Fontaine JX, Mathiron D, Quéro A, Molinié R, Meffre P. Isolation and Identification of Flavones Responsible for the Antibacterial Activities of *Tillandsia bergeri* Extracts. *ACS Omega*. [Internet] 2022 Sep [citado 04 de diciembre de 2024]; 7(40):35851-35862. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36249367/>
12. Miranda-Nuñez JE, Zamilpa-Alvarez A, Fortis-Barrera A, Alarcon-Aguilar FJ, Loza-Rodriguez H, Gomez-Quiroz LE, Salas-Silva S, Flores-Cruz M, Zavala-Sanchez MA, Blancas-Flores G. GLUT4 translocation in C2C12 myoblasts and primary mouse hepatocytes by an antihyperglycemic flavone from *Tillandsia usneoides*. *Phytomedicine*. [Internet] 2021 [citado 04 de diciembre de 2024]; 89:153622. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34161895/>
13. Rojas, L. Caracterización química y evaluación de la actividad biológica sobre líneas celulares tumorales de extracto de hojas de *Tillandsia usneoides* (Barba de viejo). [tesis de posgrado]. Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana; 2021. 13 p. [citado 04 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/57705>
14. Estrella E, Flores Cruz M, Blanca Flores G. Revisión El género *Tillandsia*: historia, usos, química y actividad biológica. *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat* [internet]. 2019. [Citado 05 de diciembre de 2024]; 18 (3): 239 – 264. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/336567279_Revision_Review_The_Tillandsia_a_genus_history_uses_chemistry_and_biological_activity_El_genero_Tillandsia_historia_usos_quimica_y_actividad_biologica_Estrella-Parra_et_al_Chemistry_and_biological_activ
15. Lowe HIC, Toyang NJ, Watson CT, Ayeah KN, Bryant J. HLBT-100: a highly potent anti-cancer flavanone from *Tillandsia recurvata* (L.) L. *Cancer Cell Int*. [Internet] 2017 [citado 05 de diciembre de 2024]; 17:38. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28286420/>

16. Delaporte RH, Sarragiotto MH, Takemura OS, Sánchez GM, Filho BP, Nakamura CV. Evaluation of the antioedematogenic, free radical scavenging and antimicrobial activities of aerial parts of *Tillandsiastreptocarpa* Baker-Bromeliaceae. *J Ethnopharmacol.* [Internet]. Dec de 2004 [citado 05 de diciembre de 2024]; 95 (2-3): 229-33. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15507341/>
17. Vilches Caceda HA, Rojas Berastein K, Takahashi Ferrer CM, Alvia Saldarriaga CA. Efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *Tillandsia maculata* (Bromeliaceae) sobre *Streptococcus mutans*. *Rev. Cubana Med Milit* [Internet]. 17 de mayo de 2024 [citado 02 de enero de 2025];53(2): e024038860. Disponible en:
<https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/38860>
18. Chichipe Gomez G, Sanchez Gomez R. Determinar el contenido de quercetina por HPLC/UV visible y actividad antimicrobiana del extracto hidrometanólico de las hojas de *Tillandsia mucalata* R&P “Huicundo” [tesis pregrado]. Perú: Universidad Inca Garcilaso de la Vega; 2021 [citado 05 de enero de 2025] recuperado a partir de:
http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/5998/Caratula_Chichipe%20Gomez_Sanchez%20Diaz.pdf?sequence=1&isAllowed=y
19. Pauca-Tanco, G.A., Villasante-Benavides, F., Villegas-Paredes, L., Luque-Fernández, C.R., Quispe-Turpo, J.P. Distribución y caracterización de las comunidades de *Tillandsia* (Bromeliaceae) en el sur de Perú y su relación con la altitud, pendiente y orientación. *Ecosistemas* [Internet]. 2020 [citado 05 de enero de 2025] 29(3):2035. Disponible en:
<https://doi.org/10.7818/ECOS.2035>
20. Arévalo J, Aponte H. Almacenamiento de carbono y agua en *tillandsia latifolia meyen* en un sector del tillandsial de piedra campana (lima / Perú). *Ecol. apl.* [Internet]. 2020 May 11 [citado 05 de enero de 2025];19(1):9-15. Disponible en:
<https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/eau/article/view/1441>
21. Alvarado B. Actividad antioxidante y citotóxica de 35 plantas medicinales de la Cordillera Negra [Tesis de posgrado]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2017. 154 p. [citado 05 de Enero de 2025]. Disponible en:
<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/02/879811/actividad-antioxidante-y-citotoxica-de-35-plantas-medicinales-d OE9Ywr3.pdf>
22. Antioxidantes: definición, clasificación y conceptos generales. Portal Antioxidantes. [Internet]. 2011 [citado 06 enero de 2025]. Recuperado a partir de:
<https://portalantioxidantes.com/antioxidantes/>
23. Constanza Corrales L, Muñoz Ariza MM. Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno. *Nova-pub.* [Internet] 2012;12 [consultado 08

- de enero de 2025]; (10):214. Disponible en:
<http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v10n18/v10n18a08.pdf>
24. Maldonado Saavedra O, Jiménez Vázquez EN, Bernabé Guapillo Vargas MR, , Ceballos Reyes GM, Méndez Bolaina E. Radicales libres y su papel en las enfermedades crónico-degenerativas.[Internet]2010;10 [consultado 08 de enero de 2025] 10(2):33 disponible https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol10_num2/articulos/radicales.pdf
25. Gutiérrez-Salinas J, Mondragón-Terán P, García-Ortíz, L. Hernández-Rodríguez S. Ramírez-García S. Núñez-Ramos, Norma R. Breve descripción de los mecanismos moleculares de daño celular provocado por los radicales libres derivados de oxígeno y nitrógeno. Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas. [Internet]. 2014. [consultado 10 de enero de 2025]; 19(4) pp. 446-454. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47333055008>
26. Venereo Gutiérrez JR. Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. Rev Cub Med Mil [Internet]. 2002 Jun [citado 10 de enero de 2025]; 31(2): 126-133. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572002000200009&lng=es.
27. Cárdenas-Rodríguez N, Chirino Y, Pedraza-Chaverrí J. El óxido nítrico y las especies reactivas de nitrógeno: aspectos básicos e importancia art. Educación Química [internet]. 2018 [citado 10 de enero de 2025]; 17(4):443. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/327406529_El_oxido_nitrico_y_las_especies_reactivas_de_nitrogeno_Aspectos_basicos_e_importancia_biologica
28. Rodríguez PC, CabraL N, González Torres A, Beconi M, Rawe V. Especies reactivas y daño en el ADN espermático. Artículo de revisión [Internet]. 2013 [citado 02 de febrero de 2025]; 3pp. Disponible en: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/3832/CONICET_Digital_Nro.5013_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
29. Coronado MH, Vega S, Gutiérrez LR, Vázquez M, Radilla VC. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. Rev.chil Nutri [Internet]. 2015;06 [consultado 08 de febrero de 2025]; 42(2):207. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v42n2/art14.pdf>
30. León Regal ML, Cedeño Morales R, Rivero Morey RJ, Rivero Morey J, García Pérez DL, Bordón González L. La teoría del estrés oxidativo como causa directa del envejecimiento celular. Medisur [Internet]. 2018 Oct [citado 15 de febrero de 2025]; 16(5): 699-710. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2018000500012&lng=es.
31. Gutiérrez-Salinas J, Mondragón-Terán P, García-Ortíz L, Hernández-Rodríguez S,

- Ramírez-García S, Núñez-Ramos NR. Breve descripción de los mecanismos moleculares de daño celular provocados por los radicales libres derivados de oxígeno y nitrógeno. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas* [Internet]. 2014. [consultado 18 de febrero de 2025]; 19(4):452. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47333055008>
32. Jomova K, Alomar SY, Alwasel SH, Nepovimova E, Kuca K, Valko M. Varias líneas de defensa antioxidante contra el estrés oxidativo: enzimas antioxidantes, nanomateriales con múltiples actividades que imitan enzimas y antioxidantes de bajo peso molecular. *Arch Toxicol.* [Internet]. 2024. [consultado 18 de febrero de 2025]; 98(5):1323-1367. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11303474/>
33. Jamanca Gonzales NC, Alfaro Cruz S. Antioxidantes en los alimentos. [Internet]. Lima: Editorial UNAB; 2017 [consultado 20 de febrero de 2025]; p 3-6. Disponible en: <https://repositorio.unab.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/b62c12d2-cdde-4842-922f-d33e20d5457d/content>
34. Núñez Sellés AJ. Terapia antioxidante, estrés oxidativo y productos antioxidantes: retos y oportunidades. *Rev Cubana Salud Pública* [Internet]. 2011 [citado 25 de febrero de 2025];37 (Suppl 5): 644-660. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662011000500013&lng=es.
35. Zamora S Juan Diego. Antioxidantes: Micronutrientes en lucha por la salud. *Rev. chil. nutr.* [Internet]. 2007 Mar [citado 27 de febrero de 2025]; 34(1): 17-26. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182007000100002&lng=es.
36. Fulgencio Saura C. Antioxidantes macromoleculares: importancia en salud y perspectivas. [Internet]. Madrid: Editor. Royal Society of Chemistry; 2018 [consultado 01 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/171413/4/macroediesp.pdf>
37. Avello M, Suwalsky M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea (Concepc.)* [online]. 2006 [citado 01 de marzo de 2025]; (494):161-172. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-04622006000200010#:~:text=Los%20antioxidantes%20ex%20C3%B3genos%20proviene%20de.es%20el%20antioxidante%20lipof%20C3%ADlico%20mayoritario.
38. Henríquez C, Zuñiga E, Lutz M. Polifenoles Salud desde el reino vegetal. *Rev. Agronomía y forestal* [Internet]. 2009 [citado 01 de marzo de 2025]; 39:30 disponible en: <file:///C:/Users/USER/Downloads/Salud%20desde%20reino%20vegetal.pdf>
39. García Martínez, E. Fernández Segovia, I. Fuentes López, A. Determinación de polifenoles totales por el método de folin Ciocalteu. Universidad politécnica valencia

- [Internet]. 2015 [citado 02 de marzo de 2025]; p.2. Disponible en: <file:///C:/Users/USER/Downloads/Garcia%20Mart%C3%ADnez%20et%20al.pdf>
40. Castro Acosta ML. Polifenoles: Compuestos bioactivos con efectos benéficos en la prevención de Diabetes Tipo 2. Rev. Dig. red. Cien.[Internet].2019 Jun [citado 03 de marzo de 2025]; 1(3):14 Disponible en: https://cmnutriologos.org/recursos/revista00_3.pdf
41. Quiñones M, Miguel M, Alexandre A. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. Rev. Nutr Hosp. [Internet]. 2012.[citado 03 de marzo de 2025]; 27(1):76-89. Disponible en: https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n1/09_revision_08.pdf
42. Palazon J, Cusidó RM, Morales C. Metabolismo y significación biológica de los polifenoles del vino. Grupo de Biotecnología Vegetal, Facultad de Farmacia, Universidad de Barcelona, España. [internet]. 2001. [citado 03 de marzo de 2025]. Disponible en: https://www.acenologia.com/ciencia55_2/#:~:text=Distribuci%C3%B3n%20de%20polifenoles%20en%20las,de%20flavonoides%20es%20muy%20superior
43. Huallpacuna Queccaño V., Berrio Gomez JL. “Actividad antituberculosa in vitro de los extractos etanólicos y agliconas de flavonoides de las especies: Grindelia Boliviana Rusby (Ch'Iri ch'iri) y chenopodium incisum Poir (Arq'a palqo) sobre cepas de Micobacterium tuberculosis H₃₇Rv” [Tesis de pregrado]. Cusco: Universidad Nacional de san Antonio abad del cusco; 2015. 177p. [citado el 04 de marzo de 2025]. Recuperado a partir de: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/03/880312/actividad-antituberculosa-in-vitro-de-los-extractos-etanolicos- nRNd10v.pdf>
44. Huerta Madroñal M, Aguilar MR, Vázquez Lasa B. Polifenoles: propiedades y papel en desarrollos biomédicos. CIBER-BNN [internet]. 2022 [citado 04 de marzo de 2025]; 123 (775): 24-26. Disponible en: https://digital.csic.es/bitstream/10261/308865/1/107_924959.pdf
45. Ochoa M.CI, Ayla A. AA. Los Flavonoides: Apuntes Generales y su Aplicación en la industria de alimentos. Ingeniería y competitividad [internet]. 2004 [Consultado 05 de marzo de 2025]; 6 (2): 94. Disponible en: [file:///C:/Users/USER/Downloads/sseor,+Gestor+a+de+la+revista,+93-265-1-SM%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/sseor,+Gestor+a+de+la+revista,+93-265-1-SM%20(1).pdf)
46. Hernández Guiance, S.N., Marino, L. Isern, D. M, Coria, I.D, Irurzun, I. Flavonoides: Aplicaciones Medicinales e Industriales. Rev. Invenio [internet].2019 [citado 05 de marzo de 2025]; 22 (40): 14 Disponible en: https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/113738/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
47. Mejia Reyes, JD., Garcia Cabrera KE., Velazquez Ovalle G., Vazquez Ovando A.

- Capacidad antioxidante: conceptos, métodos de cuantificación y su aplicación en la caracterización de frutos tropicales y productos derivados. Revista colombiana de investigaciones agroindustriales [Internet]. 2021[Consultado 06 de marzo de 2025]; Volumen 9 (1). p.19. Disponible en: [file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-CapacidadAntioxidante-8739331%20\(6\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-CapacidadAntioxidante-8739331%20(6).pdf)
48. López Ayauca, S. Determinación de la capacidad antioxidante de infusiones. [tesis pregrado] Valladolid: Universidad de Valladolid; 2019. 09 p. [citado 06 de marzo de 2025]. Recuperado a partir de:
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/38139/TFG-G3572.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
49. Ayasta J, Juarez A. El género Tillandsia (Bromeliaceae) en el departamento de Lambayeque, Perú. Rev. peru biol. [Internet]. 2020 Abr [citado 07 de marzo de 2025]; 27(2): 189-204. Disponible en:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S172799332020000200189
50. Paucó Tanco G.A, Villasante Benavides F, Villegas Paredes L, Luque Paredes C.R, Quispe Turpo J.P. Distribución y caracterización de las comunidades de tillandsia (bromeliaceae) en el sur de Perú y su relación con la altitud, pendiente y orientación. Ecosistemas [Internet]2020 [citado 08 de marzo de 2025]; 29(3): 2035. Disponible en:
<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/2035/1318>
51. De la Cruz-Arango Jesús, Gómez-Carrión José, Chanco-Estela Magda, Carrillo-Fuentes Elida Paulina, Aucasime-Medina Laura. Flora y vegetación de la provincia de Huamanga (Ayacucho-Perú). J. Selva Andina Biosph. [Internet]. 2020 [citado 09 de marzo de 2025]; 8(1): 3-18. Disponible en:
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S230838592020000100002&lng=es.
52. Whaley O, Orellana A, Pérez E, Tenorio M, Quinteros F, Mendoza M, Pecho O. Plantas y Vegetación de Ica, Perú Un recurso para su restauración y conservación [Internet]. Lima: Royal Botanic Gardens, Kew; 2010[citado 10 de marzo de 2025] Disponible en:
https://www.researchgate.net/profile/Oliver-Whaley/publication/281828859_Plantas_y_vegetacion_de_Ica_Peru_-_Un_recurso_para_su_restauracion_y_conservacion/links/55f9f0a308ae07629df23ff8/Plantas-y-vegetacion-de-Ica-Peru-Un-recurso-para-su-restauracion-y-conservacion.pdf
53. Delgado Súmar HE, Los recursos curativos vegetales en la medicina tradicional (visión antropológica sobre los recursos vegetales en el Perú) [Internet].2017[citado 12 de marzo de 2025]; 11. Disponible en:
<https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/%25f/agora/files/Vision%20antropol>

[%C3%B3gica%20sobre%20los%20recursos%20curativos%20vegetales%20en%20la%20M.%20T..pdf](#)

54. Lock O. Investigación fitoquímica. Métodos en el estudio de productos naturales. 3^aed. Perú: PUCP; 2016. 287 p.
55. AOAC. Methods Official of Analysis. AOAC International, 20^a Edition. Rockville, Maryland. 2016.
56. Surco, F. et al. Determinación de polifenoles totales y actividad antioxidante de extracto de semillas de uvas residuos de la producción de Piscos. *Rev. Soc. Quím. Perú* [online]. 2020 [citado 14 de marzo de 2025]; 86(2): pp.123-131. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2020000200123
57. Guajardo Fajardo P. Evaluación de la Capacidad Antioxidante de diferentes Variedades Autóctonas de Higo (*Ficus carica*) de las Islas Balears. [pregrado en internet]. España: Universitat de les Illes Balears; 2019. 10 p. [citado 14 de marzo de 2025]. Recuperado a partir de: https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/149796/Estevez_GuajardoFajardo_Paula.pdf
58. Castillo Apaza, W. “Determinación de hierro total, polifenoles y actividad antioxidante, del extracto de prunus serotina “capuli” y physalis peruviana “aguaymanto”. [Tesis de pregrado]. Perú: Universidad Católica Santa María; 2022 [citado 15 de marzo de 2024]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12920/11874/65.1652.FB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
59. Mancilla Condor, Y. Actividad antioxidante del extracto etanólico de la especie Argemone mexicana “cardo santo” [tesis de pregrado]. Ica: Universidad Nacional San Luis Gonzaga; 2023. [citado 15 de marzo de 2025]. Recuperado a partir de: [Actividad antioxidante del extracto etanólico de la especie Argemone mexicana “cardo santo”.pdf](#)
60. Querevalu Chorres, YA. Capacidad antioxidante y cuantificación de polifenoles totales en poligata paniculata. (hierba de árnica). [tesis pregrado]. Chimbote: Universidad católica los Ángeles Chimbote; 2018. 22 p. [citado 15 de marzo de 2025]. Disponible en: https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/20531/CAPACIDAD_ANTIOXIDANTE_POLIFENOLES_TOTALES_QUEREVALU_CHORRES_YESE_NIA_ANA_PAOLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
61. Gracia Moreno B. Estudio de antioxidantes en almendras. [tesis posgrado]. Zaragoza: Facultad de veterinaria Universidad Zaragoza; 2018. 17 p. [citado 17 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://zaguan.unizar.es/record/76244/files/TAZ-TFM-2018-786.pdf>

VIII. ANEXOS

CERTIFICACIÓN BOTÁNICA

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

El Blgo. Que suscribe determina que, la muestra biológica presentada por el bachiller en Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga". **ROSALINDA JUDITH PRIETO HUAYLLA** con **DNI N° 76933400** para su determinación la misma que, pertenece al nombre científico de, ***Tillandsia latifolia*** var. *divaricata* (Benth) Mez. "claveles del aire/ cardo de las lomas", según Sistema de Clasificación de Arthur Cronquist, (1988).

REINO: PLANTAE

DIVISIÓN: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: LILIOPSIDA

ORDEN: BROMELIALES

FAMILIA. BROMELIACEAE

GÉNERO: ***Tillandsia***

ESPECIE: ***Tillandsia latifolia*** var. *Divaricata* (Benth) Mez

N.V. " claveles del aire/cardo de las lomas"

Se emite la presente certificación a solicitud del interesado, para fines de estudios

Ica, 30 de octubre del 2023.




Dr. Miranda Huaman David Maximo
BIÓLOGO
CBP. 3681

Figura N°17. Certificación Botánica de la especie.

Tabla N°16. Operacionalización de las variables.

V. Independiente		
Variable	Indicador	Índice
– Extracto etanólico de la especie <i>Tillandsia latifolia</i> .var. <i>divaricata</i> (<i>benth.</i>) Mez.	Compuestos fitoquímicos	Reacción de coloración y precipitación
	Caracterización Fisicoquímica	Solidos totales, solidos solubles, cenizas y pH
V. Dependiente		
Variable	Indicador	Índice
Actividad antioxidante	Método DPPH	IC 50
	Método FRAP	TEAC
	Método CUPRAC	TEAC
	Método ABTS	TEAC
Contenido de polifenoles	Folin-ciocalteu	µg EAG/mg
Contenido de flavonoides	Método AlCl3	mM quercetina/mg



Figura N°18. Recolección de la muestra de la especie: *Tillandsia latifolia*.var.*divaricata* (benth.)
Mez.

Tratamiento de la muestra



Figura N°19. Selección y limpieza de la especie *Tillandsia latifolia*.var.*divaricata* (benth.) Mez.



Figura N°20. Corte y secado manual de las hojas de *Tillandsia latifolia*.var.*divaricata*



Figura N°21. Maceración en etanol 96° de las hojas de *Tillandsia latifolia*.



Figura N°22. Obtención del extracto por reflujo.



Figura N°23. Secado en rotavapor.



Figura N°24. Peso del extracto seco.

Screening Fitoquímico



Figura N°25. Detección de Taninos. (-)



Figura N°26. Reacción de Cloruro Férrico (+)



Figura N°27. Reacción de Shinoda (+)

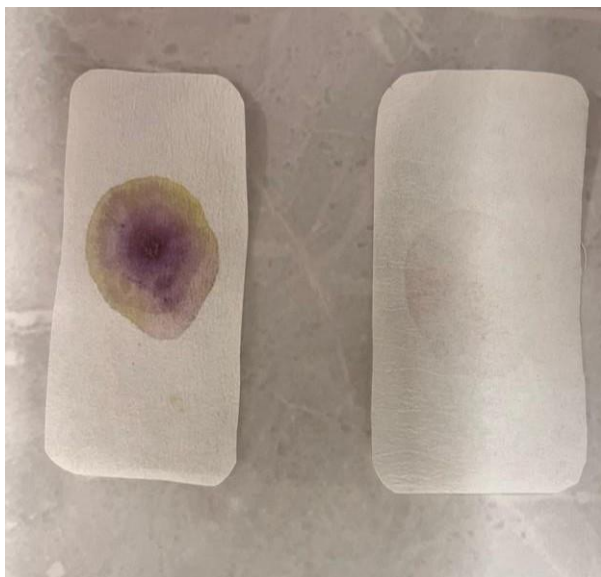


Figura N°28. Reacción de Ninhidrina: grupos aminos libres (+)

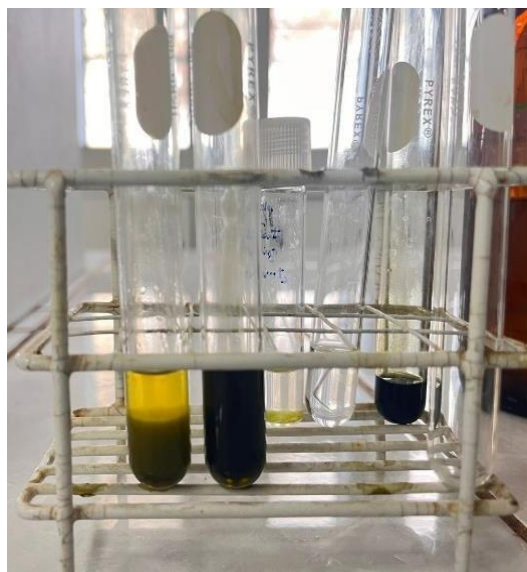


Figura N°29. Detección de Antraquinonas. (-)



Figura N°30. Reacción de Liebermann Burchard: Esteroides y/o triterpenos (+)

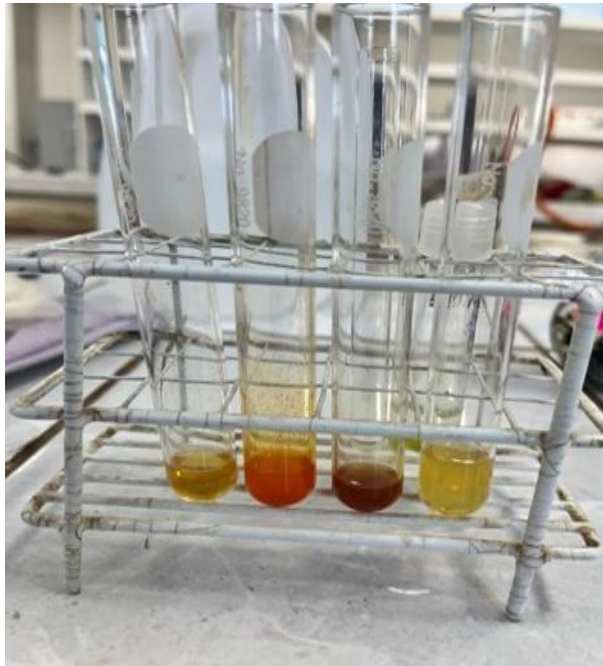


Figura N°31. Detección de Alcaloides. (+)



Figura N°32. Detección de catequinas. (+)



Figura N°33. Detección de Saponinas:
Prueba de espuma. (-)

2.3 Caracterización Físicoquímica

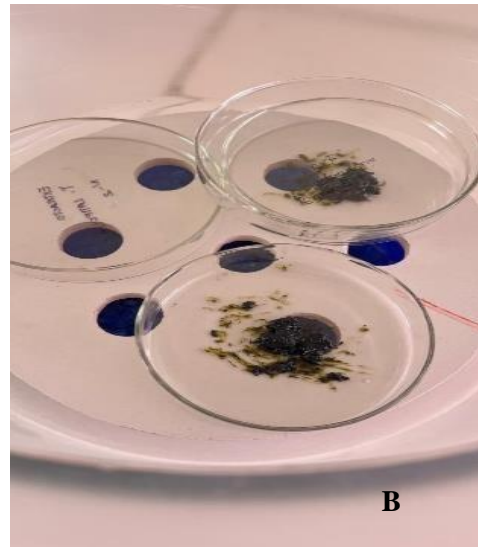


Figura N°34. Determinación de sólidos totales: A) Pesado de la muestra en la placa Petri. B) Placa Petri con sólidos del extracto en un desecador.

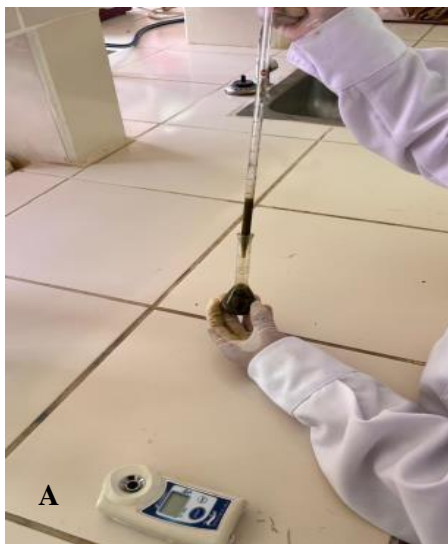


Figura N°35. Determinación de sólidos solubles: A) Calibración B) Medición de sólidos solubles.



Figura N°36. Determinación de cenizas: A) Calcinar la muestra en la mufla a 550°C. B) Llevar los crisoles en el desecador.



Figura N°37. Determinación de pH: A) Calibración del pHmetro. B) Medición del pH de la muestra.

2.4 Evaluación de la actividad antioxidante por los diferentes métodos.



Figuras N°38 y 39: Preparación de las muestras.

2.5 Cuantificación de polifenoles totales y flavonoides.



Figura N°40. Cuantificación de Polifenoles Totales: método de Folin-Ciocalteu.

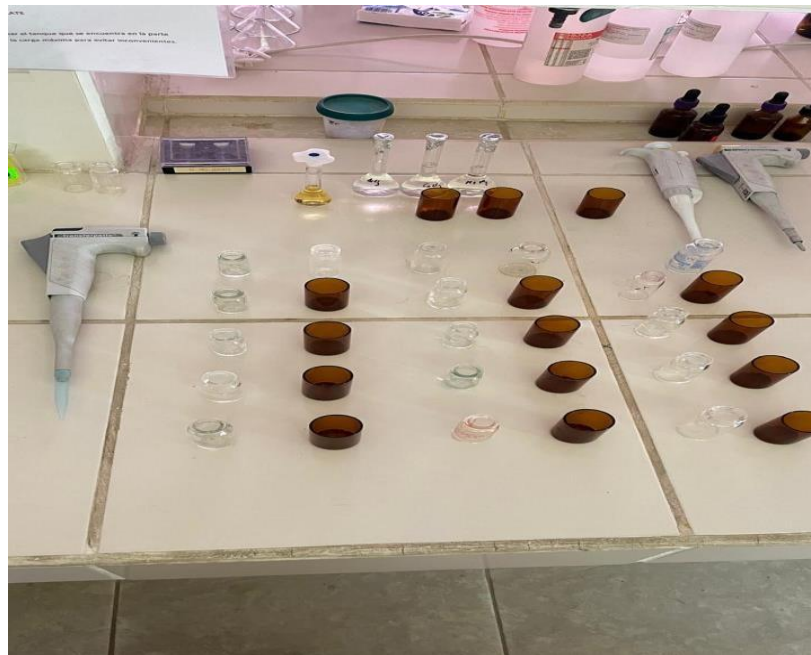


Figura N°41. Cuantificación de Flavonoides Totales: AlCl₃