UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

TESIS:

Perfil de polifenoles, actividad fotoprotectora y antioxidante del extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke

Para optar el título profesional de:
QUÍMICO FARMACÉUTICO

PRESENTADO POR:
Bach. Franklin GOMEZ MENDOZA

ASESORES:
Dr. Marco Rolando ARONÉS JARA
MSc. Kirianova GODOY BAUTISTA

AYACUCHO - PERÚ

2026

Dedico la presente tesis a mis queridos padres y hermanos, por su amor, apoyo incondicional y constante respaldo moral y económico, que hicieron posible la culminación de mis estudios y mi formación profesional. A mi hijo, Enzo Fabrizio Gómez Najarro, por ser mi mayor inspiración, mi fortaleza y la razón de cada esfuerzo realizado.

AGRADECIMIENTOS

Al concluir esta maravillosa etapa de mi vida, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, por guiar mis pasos y brindarme la fortaleza necesaria para alcanzar esta meta.

Mi sincera gratitud a la Universidad y a la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, por haberme permitido formarme académica y profesionalmente.

Asimismo, expreso mi especial reconocimiento a mi asesor de tesis, Dr. Marco Arones Jara, por su orientación, dedicación y valioso apoyo durante el desarrollo de la presente investigación.

Agradezco también a cada uno de mis docentes, quienes, con sus enseñanzas y experiencia, contribuyeron a mi formación profesional y personal.

Finalmente, mi más profundo agradecimiento a mis padres, hermanos, mi amor y mi hijo, quienes caminaron a mi lado en todo momento, brindándome inspiración, apoyo y fortaleza. Gracias por demostrarme que el verdadero amor se expresa en el deseo de ayudar al otro a superarse y alcanzar sus sueños.

ÍNDICE GENERAL

	Página
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II. DESARROLLO DE LA PERSPECTIVA TEÓRICA	5
2.1. Marco Referencial	5
2.1.1. Antecedentes Internacionales	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales	8
2.2. Marco Teórico	9
2.2.1. *Duranta mandonii* Moldenke	9
2.2.2. Contenido de Compuestos Fenólicos	11
2.2.3. Contenido de Flavonoides	11
2.2.4. Antioxidantes Fenólicos	11
2.2.5. Medición de la Actividad Antioxidante	12
2.2.6. La Luz Solar	12
2.2.7. Radiación Ultravioleta	12
2.2.8. Filtros Solares	12
2.2.9. La Fotoprotección	13
2.3. Marco Conceptual	14
2.4. Marco Ético y Legal	15
2.4.1. Marco Ético	15
2.4.2. Marco Legal	16
2.5. Hipótesis	17
2.5.1. Hipótesis General	17
2.5.2. Hipótesis Específicas	17
2.6. Identificación de Variables	17
2.6.1. Variable Independiente	17
2.6.2. Variables Dependientes	17
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Alcance de Investigación	19
3.2. Diseño de Investigación	19
3.3. Unidad de Análisis	19
3.4. Población de Estudio	20
3.5. Muestra y Tamaño de Muestra	20

3.6. Criterios de Selección 20
3.6.1. Criterios de Inclusión 20
3.6.2. Criterios de Exclusión 20
3.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos 20
3.7.1. Obtención del Extracto Hidroalcohólico Atomizado 20
3.7.2. Cuantificación de Compuestos Fenólicos 21
3.7.3. Actividad Antioxidante por el Método del Radical Libre con 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 21
3.7.4. Evaluación de la Actividad Fotoprotectora 22
3.8. Análisis de Datos 23
3.9. Consideraciones Éticas 23
CAPÍTULO IV. RESULTADOS 25
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN 35
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES 39
CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES 41
BIBLIOGRAFÍA 43
ANEXOS 49

ÍNDICE DE TABLAS

		Página
Tabla 1.	Efecto eritemogénico en función de la intensidad de radiación (I) conforme la longitud de onda (λ) constante	14
Tabla 2.	Composición de las formulaciones cosméticas	22

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Fotografías de *Duranta mandonii* Moldenke recolectadas en el Bosque de Osqohuillca	10
Figura 2.	Cromatograma de identificación de polifenoles en el extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke	27
Figura 3.	Espectros UV-Vis de los polifenoles identificados en el extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke	28
Figura 4.	Contenido de polifenoles del extracto de hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke	29
Figura 5.	Actividad antioxidante del extracto de hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke	30
Figura 6.	Concentración eficiente antioxidante del extracto de hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke	31
Figura 7.	Efecto fotoprotector in vitro del extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke	32
Figura 8.	Efecto fotoprotector *in vitro* del extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke incorporado a una crema base	33

ÍNDICE DE ANEXOS

		Página
Anexo 1.	Certificado de identificación taxonómica	51
Anexo 2.	Datos del factor de fotoprotección solar in vitro del extracto hidroalcohólico incorporado crema base	52
Anexo 3.	Datos descriptivos del factor de fotoprotección solar *in vitro*	54
Anexo 4.	Datos del análisis de homogeneidad de varianzas de Levene	55
Anexo 5.	Datos del análisis de varianza	56
Anexo 6.	Datos del análisis de comparaciones múltiples de Tukey	54
Anexo 7.	Fotografías del procedimiento experimental	58
Anexo 8.	Matriz de definición y operacionalización de variables	59
Anexo 9.	Matriz de consistencia	60

RESUMEN

La creciente exposición a la radiación ultravioleta y el interés por compuestos naturales han impulsado la búsqueda de alternativas vegetales con propiedades fotoprotectoras y antioxidantes. Sin embargo, *Duranta mandonii* presenta escasa evidencia científica sobre su perfil químico y bioactividad. El objetivo del estudio fue evaluar el perfil de polifenoles, la actividad fotoprotectora y antioxidante del extracto hidroalcohólico atomizado de sus hojas. Se empleó UHPLC-DAD para la identificación de compuestos fenólicos; el contenido de fenoles totales y flavonoides se determinó mediante Folin-Ciocalteu y cloruro de aluminio; la actividad antioxidante se evaluó por DPPH; y la actividad fotoprotectora mediante el método de Mansur, tanto en solución como en formulación cosmética. El extracto presentó un contenido de fenoles totales de 168,0 mg GAE/g y flavonoides de 111,41 mg RUE/g. La actividad antioxidante alcanzó 87,6% de inhibición a 500 µg/ml, con una CE50 de 178,94 µg/ml. El efecto fotoprotector mostró valores de FPS entre 15,40 y 16,53 a 200 µg/ml, incrementándose en formulaciones en crema hasta 10,62. Estos resultados evidencian que el extracto posee una composición fenólica relevante y actividad biológica moderada, atribuible a la presencia de ácidos fenólicos y flavonoides. Se concluye que *Duranta mandonii* constituye una fuente potencial de compuestos bioactivos con aplicación en el desarrollo de productos dermocosméticos como agente antioxidante y fotoprotector natural.

Palabras clave: metabolitos secundarios, radiación ultravioleta, capacidad reductora, extractos vegetales, dermocosmética.

ABSTRACT

Increasing exposure to ultraviolet radiation and growing interest in natural compounds have driven the search for plant-based alternatives with photoprotective and antioxidant properties. However, *Duranta mandonii* has limited scientific evidence regarding its chemical profile and bioactivity. The aim of this study was to evaluate the polyphenol profile, photoprotective activity, and antioxidant activity of the spray-dried hydroalcoholic extract of its leaves. UHPLC-DAD was used to identify phenolic compounds; total phenol and flavonoid content was determined using the Folin-Ciocalteu and aluminum chloride methods; antioxidant activity was assessed by DPPH; and photoprotective activity was evaluated using the Mansur method, both in solution and in a cosmetic formulation. The extract showed a total phenol content of 168.0 mg GAE/g and a flavonoid content of 111.41 mg RUE/g. The antioxidant activity reached 87.6% inhibition at 500 µg/ml, with an EC50 of 178.94 µg/mL. The photoprotective effect showed SPF values between 15.40 and 16.53 at 200 µg/ml, increasing to 10.62 in cream formulations. These results demonstrate that the extract has a significant phenolic composition and moderate biological activity, attributable to the presence of phenolic acids and flavonoids. It is concluded that *Duranta mandonii* constitutes a potential source of bioactive compounds with applications in the development of dermocosmetic products as a natural antioxidant and photoprotective agent.

Keywords: secondary metabolites, ultraviolet radiation, reducing capacity, plant extracts, dermocosmetics.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Duranta mandonii Moldenke, un arbusto de la familia Verbenaceae, es comúnmente encontrado en los Andes peruanos, especialmente en las tierras altas de Vilcanota, en el sureste del Perú, región que se caracteriza por una biodiversidad única y altos niveles de endemismo (Watts et al. 2012). En particular, esta especie crece en el bosque de Osqohuillca, en el distrito de Quinua, Ayacucho. A pesar de su presencia significativa y sus flores y frutos vistosos, se observa una escasez de investigaciones químicas y biológicas sobre esta planta. Esta falta de estudios se contrasta con su relevancia potencial, ya que en las comunidades locales se emplea mayormente en la fabricación de utensilios de cocina, lo que refleja un uso reducido de su diversidad funcional (Gil-Mora et al. 2021; Watts et al. 2012).

En especies del género *Duranta*, como *Duranta erecta* y *Duranta repens*, se han identificado metabolitos secundarios con propiedades farmacológicas y repelentes de insectos, destacando por su capacidad antimicrobiana, antioxidante y antiinflamatoria. No obstante, estos estudios no incluyen a *Duranta mandonii*, lo cual resalta la necesidad de investigar si esta especie comparte características fitoquímicas y bioactivas similares, particularmente en el contexto de sus adaptaciones ecológicas y altoandinas (Pavela y Benelli 2016; Srivastava y Shanker 2022).

Sin embargo, cabe resaltar que *Duranta mandonii* tiene un papel ecológico clave en los ecosistemas altoandinos, contribuyendo a la regulación climática, la conservación del agua y la biodiversidad. Un manejo adecuado de la especie podría asegurar tanto su preservación como la provisión de servicios ecosistémicos esenciales para las comunidades locales. Esta situación subraya la necesidad de generar conocimiento científico que permita evaluar su potencial desde las perspectivas química, biológica y socioeconómica (Valdivia Díaz y Mathez-Stiefel 2015).

En este sentido, la investigación química es fundamental para explorar la riqueza vegetal y descubrir compuestos bioactivos con posibles aplicaciones terapéuticas. Los metabolitos secundarios, como flavonoides y taninos, cumplen un papel importante en la generación de propiedades antioxidantes, anticancerígenas y

antimutagénicas, que ayudan a mitigar el estrés oxidativo y reducir las enfermedades crónicas. Además, esta línea de investigación no solo favorece el desarrollo de tratamientos innovadores, sino también promueve un uso sostenible de los recursos naturales (Matos et al. 2024; Rivas-Morales et al. 2016).

En el caso específico de *Duranta mandonii*, la falta de estudios sobre su composición química, contenido fenólico y actividades biológicas limita el aprovechamiento de esta especie, a pesar de su abundancia en los ecosistemas altoandinos y su interacción con los polinizadores. Esta brecha en el conocimiento es aún más relevante debido al creciente interés por encontrar nuevas fuentes de metabolitos bioactivos con aplicaciones industriales y farmacológicas (Watts et al. 2012).

Actualmente, a través del grupo de investigación del Centro de Desarrollo, Análisis y Control de Calidad de Medicamentos y Fitomedicamentos de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, se llevó a cabo una investigación que tiene por objetivo identificar los metabolitos presentes en las hojas de esta especie a través de un tamizaje fitoquímico; asimismo, cuantificar el contenido de compuestos fenólicos, evaluar la actividad antioxidante, antibacteriana y realizar un análisis preliminar de su toxicidad. Durante este proceso, se realizó un barrido espectral preliminar que mostró que el extracto metanólico de las hojas de *Duranta mandonii* presenta actividad óptica en el rango de 280 a 320 nm, lo que, según el método de Mansur, sugiere que esta especie posee un potencial fotoprotector.

De esta manera, se contribuiría en la búsqueda de alternativas naturales que ayuden a mitigar el impacto de la radiación ultravioleta en la población. Ya que, en los últimos años, la radiación ultravioleta ha generado preocupación en el ámbito de la salud debido a sus efectos directos sobre la homeostasis de la piel, especialmente la radiación UV-B, que es la más dañina al interactuar directamente con el ADN de las células dérmicas (Rabanal Hurtado D, Salcedo Chávez, J. 2019). Dado que esta radiación afecta tanto a seres humanos como a especies vegetales, algunas plantas han desarrollado sistemas de defensa mediante la producción de metabolitos secundarios que absorben, neutralizan y dispersan la radiación UV (Rabanal Hurtado D, Salcedo Chávez, J. 2019).

En Perú, la diversidad de especies vegetales ha permitido el desarrollo de compuestos como flavonoides, antioxidantes y compuestos fenólicos, los cuales son esenciales para la protección contra la radiación UV. Además se han demostrado que

los compuestos fenólicos, como flavonoides y ácidos fenólicos, poseen propiedades antioxidantes y fotoprotectoras, gracias a su estructura, que les permite absorber luz UV y estabilizar los radicales libres (Murillo Sanchez J. 2017; Rabanal Hurtado D, Salcedo Chávez, J. 2019; Rivas-Morales et al. 2016). Inicialmente, los antioxidantes se usaron como complemento en los protectores solares para mitigar el estrés oxidativo causado por la radiación UV. Hoy se sabe que los compuestos antioxidantes naturales pueden reducir varios de los efectos biológicos negativos de la radiación ultravioleta, como el foto envejecimiento y el cáncer de piel (Murillo Sanchez J. 2017; Rabanal Hurtado D, Salcedo Chávez, J. 2019).

Además, resaltar que es esencial seguir investigando la composición química de *Duranta mandonii* para evaluar su potencial terapéutico e industrial, lo que contribuiría al desarrollo sostenible y al mejor entendimiento de la biodiversidad de la región altoandina (Valdivia Díaz y Mathez-Stiefel 2015; Watts et al. 2012).

Por las consideraciones expuestas, el presente estudio tuvo como objetivos los siguientes:

Objetivo General

Evaluar el perfil de polifenoles, la actividad fotoprotectora y antioxidante del extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke.

Objetivos Específicos

a. Identificar los compuestos fenólicos presentes en el extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke.
b. Determinar el contenido total de polifenoles (fenoles totales y flavonoides) en el extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke.
c. Cuantificar la capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke.
d. Evaluar la actividad fotoprotectora *in vitro* del extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke.

CAPÍTULO II. DESARROLLO DE LA PERSPECTIVA TEÓRICA

2.1. Marco Referencial

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Khanal y Patil (2022) investigaron los efectos del extracto hidroalcohólico de *Duranta repens* Linn sobre diversos procesos metabólicos relacionados con la resistencia a la insulina, incluyendo la gluconeogénesis, glucólisis, glucogénesis, regulación de leptina y actividad de la dipeptidil peptidasa-4. Para ello, indujeron hiperinsulinemia en ratas mediante la administración de fructosa en el agua de bebida durante 54 días. Posteriormente, los animales recibieron el extracto durante 30 días y fueron sometidos a pruebas de tolerancia oral a la glucosa y a la insulina, análisis bioquímicos, determinación de biomarcadores antioxidantes, evaluación del contenido de glucógeno, cuantificación de leptina y péptido similar al glucagón, estudios de captación de glucosa en hemidiafragma de rata, análisis histopatológicos hepáticos y estudios de acoplamiento molecular utilizando AutoDock Vina. Los resultados evidenciaron que el tratamiento con el extracto disminuyó las alteraciones ocasionadas por la fructosa, mejorando el peso corporal, el consumo de alimentos y agua, así como la tolerancia a la glucosa. Asimismo, se observó una regulación favorable de las enzimas hepáticas vinculadas con la gluconeogénesis y la glucólisis, además de un incremento en la actividad de la vía de la leptina. No obstante, el extracto no produjo cambios significativos en la vía del péptido similar al glucagón-1 relacionada con la dipeptidil peptidasa-4. El análisis de acoplamiento molecular señaló a la escutelarina, pseudo-ginsenósido-RT1, repenósido y durantanina I como los principales compuestos potencialmente responsables de la actividad observada. En conjunto, los hallazgos indican que el extracto hidroalcohólico de *Duranta repens* favorece la regulación de la gluconeogénesis, glucólisis, glucogénesis y la señalización de leptina en un modelo experimental de resistencia a la insulina inducida por fructosa, aunque no ejerce efecto sobre la vía del péptido similar al glucagón-1.

Srivastava y Shanker (2022) realizaron una revisión bibliográfica sobre *Duranta erecta* Linn., una especie ampliamente empleada en la medicina tradicional de países como India, Bangladesh y Brasil, debido a las diversas actividades biológicas

atribuidas a sus metabolitos secundarios. Entre los compuestos de mayor relevancia se encuentra el acteósido, un glucósido feniletanoide que ha sido evaluado clínicamente por sus efectos beneficiosos en patologías como la nefropatía, las enfermedades hepáticas y la osteoartritis. Los estudios fitoquímicos recopilados en la revisión reportaron la identificación de 64 metabolitos, entre ellos glucósidos iridoides, feniletanoides, flavonoides y terpenoides, los cuales se relacionan con actividades antipalúdicas, antimicrobianas, antioxidantes, antivirales y anticancerígenas. Asimismo, compuestos como durantol, pectolinaringenina y escutelarina han sido señalados como responsables de diversas acciones farmacológicas de la especie. No obstante, los autores indican que la mayoría de las investigaciones se han enfocado en extractos crudos, lo que limita la validación científica de los usos etnomedicinales atribuidos a la planta. En este contexto, destacan la necesidad de desarrollar estudios orientados por la bioactividad que permitan estandarizar la calidad y seguridad de los extractos, así como esclarecer los mecanismos moleculares de sus principios activos, contribuyendo de esta manera al desarrollo de futuros fitofármacos y productos fitocosmecéuticos.

Ashmawy et al. (2018) reportaron que las hojas de *Duranta plumieri* poseen una amplia variedad de metabolitos secundarios, entre los que destacan alcaloides, flavonoides, esteroides y triterpenoides. Los autores observaron que el extracto clorofórmico de las hojas presentó una importante actividad antibacteriana, particularmente frente a las bacterias fitopatógenas *Dickeya solani* y *Pectobacterium atrosepticum*, registrando concentraciones inhibitorias mínimas de 16 µg/ml y 128 µg/ml, respectivamente. Asimismo, el extracto mostró una actividad moderada contra *Escherichia coli*, aunque con una eficacia inferior respecto a otros extractos evaluados. El análisis mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) permitió identificar compuestos como 4,7-dimetoxi-2-metilindan-1-ona y 5-(hexadeciloxi)-2-pentadecil-trans-1,3-dioxano, los cuales podrían estar relacionados con la actividad biológica observada. Los investigadores concluyeron que *D. plumieri* constituye una fuente potencial de compuestos antibacterianos naturales con aplicación en el control de enfermedades de plantas y de bacterias patógenas de importancia humana. Sin embargo, señalaron la necesidad de realizar investigaciones adicionales que permitan confirmar su seguridad y eficacia antes de su posible aplicación clínica.

Dalefield (2017) señaló que *Duranta erecta* es una planta ornamental ampliamente cultivada que presenta potencial tóxico tanto para animales domésticos

como para seres humanos. Aunque aún no se ha identificado el compuesto responsable de dicha toxicidad, se ha descrito la aparición de manifestaciones principalmente neurológicas, entre ellas depresión del sistema nervioso central, somnolencia, ptosis, bradicardia, temblores y convulsiones. En los casos más graves también pueden presentarse signos gastrointestinales, como vómitos y diarrea. La toxicidad de esta especie ha sido registrada en diversas especies animales, lo que pone de manifiesto la importancia de tomar precauciones cuando la planta se encuentra en jardines o espacios accesibles para niños y mascotas. A pesar de estos riesgos, *D. erecta* continúa siendo ampliamente utilizada debido a su atractivo ornamental. El autor destaca la necesidad de desarrollar investigaciones adicionales que permitan esclarecer los mecanismos responsables de su toxicidad y establecer medidas de manejo que reduzcan los riesgos asociados a su exposición.

Pavela y Benelli (2016) analizaron diversas especies del género *Duranta*, destacando su importancia etnobotánica, fitoquímica y biológica. Entre las especies de mayor interés se encuentran *Duranta plumieri* y *Duranta repens*, las cuales son empleadas tradicionalmente en varios países africanos tanto en la medicina popular como en la protección contra insectos. Estas especies poseen diversos metabolitos secundarios, entre ellos alcaloides, flavonoides, esteroides, terpenoides y glucósidos feniletanoides, compuestos a los que se atribuyen actividades antimicrobianas, antioxidantes y repelentes frente a insectos vectores de enfermedades, especialmente mosquitos. Las hojas y otras partes vegetales son utilizadas mediante diferentes métodos, tales como la aplicación de extractos, la producción de humo por combustión del material vegetal y la dispersión de aceites esenciales en espacios cerrados. Asimismo, los autores señalaron que las especies del género *Duranta* presentan un importante potencial para el desarrollo de productos farmacéuticos y repelentes naturales. Sin embargo, enfatizan la necesidad de realizar investigaciones adicionales que permitan corroborar científicamente sus aplicaciones tradicionales y determinar su seguridad y eficacia clínica.

Watts et al. (2012) investigaron la eficacia de distintos grupos de visitantes florales en la polinización de *Duranta mandonii* (Verbenaceae), un arbusto andino, considerando tanto los componentes masculinos como femeninos del éxito reproductivo de la especie. Para ello, realizaron observaciones de campo y experimentos destinados a evaluar la frecuencia de visitas, la remoción de polen y la contribución de los visitantes al cuajado de frutos. Los resultados evidenciaron

diferencias significativas entre los diversos taxones de visitantes, incluyendo abejas introducidas, abejas nativas, colibríes y polillas, en relación con la frecuencia de visitas, la capacidad de extracción de polen y su aporte a la formación de frutos. Sin embargo, estas variables no mostraron una relación directa, debido a que algunos visitantes frecuentes no fueron los más eficientes en la remoción de polen ni en la producción de frutos. Las abejas nativas de gran tamaño, especialmente las pertenecientes al género *Bombus*, fueron identificadas como los polinizadores más importantes de *D. mandonii*, aunque las abejas introducidas presentaron niveles de eficacia similares. Asimismo, los autores señalaron que, pese a la amplia diversidad de visitantes florales, la especie exhibe una elevada generalización aparente, pero una baja generalización efectiva, lo que indica que se comporta como un generalista ecológico moderado y, al mismo tiempo, como un especialista funcional, ya que sus polinizadores más eficientes pertenecen principalmente a un mismo grupo funcional. Finalmente, el estudio destacó la importancia de evaluar los diferentes componentes de la eficiencia polinizadora al analizar las interacciones entre plantas y polinizadores. Los autores concluyeron que la frecuencia de visitas por sí sola no constituye un indicador confiable de la importancia de los visitantes florales, por lo que recomiendan emplear enfoques integrales para determinar la efectividad de la polinización.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Gil-Mora et al. (2021) realizaron un estudio sobre la oferta de leña de los bosques nativos comunales en la cordillera del Vilcanota, Cusco, Perú, donde reportaron que *Duranta mandonii* es una especie relevante en los ecosistemas altoandinos, especialmente por su utilidad como fuente de leña para las comunidades campesinas. Esta planta forma parte de los bosques mixtos y matorrales espinosos de la región, contribuyendo significativamente al abastecimiento energético local. Aunque *Duranta mandonii* muestra una alta densidad ecológica y productividad leñosa, enfrenta amenazas por la extracción excesiva y la degradación de los bosques. Los autores sugieren que la inclusión de esta especie en programas de reforestación y manejo sostenible podría fortalecer su conservación y asegurar su disponibilidad como recurso energético para las comunidades altoandinas.

Valdivia Díaz y Mathez-Stiefel (2015) en su informe técnico, describen *Duranta mandonii* como una especie arbórea importante en los ecosistemas altoandinos, desempeñando roles clave en las prácticas agroforestales y en la vida rural de comunidades como Pacchani, en el distrito de Pacobamba, Apurímac, Perú. Conocida

localmente como "Upakichka," esta planta se encuentra en bosques altos y bajos, donde contribuye a la regulación climática, la conservación del agua y la biodiversidad. Además, se utiliza para leña, delimitación territorial y control de la erosión. A través de talleres participativos, las comunidades destacaron los beneficios ambientales y socioeconómicos de *Duranta mandonii*, especialmente en la sostenibilidad de los modos de vida rurales y la adaptación al cambio climático. Se resalta la importancia de un manejo adecuado para fortalecer su conservación y los servicios ecosistémicos que proporciona.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Duranta mandonii Moldenke

2.2.1.1. Identificación Taxonómica. *Duranta mandonii* Moldenke, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016), se clasifica de la siguiente manera (Galiano Sánchez 1990):

Orden : Lamiales Bromhead

Familia : Verbenaceae J. St.-Hil

Género : *Duranta* L.

Especie : *Duranta mandonii* Moldenke

2.2.1.2. Descripción Botánica. Es un arbusto o árbol pequeño que alcanza entre 3 y 4 metros de altura, con tallos provistos de pequeñas espinas. Las hojas son generalmente ternadas u opuestas, con una forma mayormente ovada, cuneadas en la base y redondeadas en el ápice. El margen de las hojas es entero, ligeramente enrollado hacia abajo, y presentan una superficie glabra en la parte superior y punteada en la parte inferior. Las flores están dispuestas en racimos terminales, con un cáliz acanalado de más de 9 mm de largo y ligeramente puberulento. La corola es cilíndrica, y los pétalos varían de color lila claro a blanquecino. El fruto es una drupa tetragonal de color amarillo (Galiano Sánchez 1990).

2.2.1.3. Distribución. El género Duranta está presente en regiones tropicales y subtropicales, con *Duranta mandonii* específicamente en los ecosistemas altoandinos. Esta especie se encuentra principalmente en el bosque de Osqohuillca, en el distrito de Quinua, Ayacucho, y en las tierras altas de Vilcanota, Cusco. Habita áreas con alta diversidad y endemismo, jugando un papel importante en la estructura y funcionalidad de los ecosistemas donde crece (Valdivia Díaz y Mathez-Stiefel 2015; Watts et al. 2012).

Figura 1

Fotografías de Duranta mandonii Moldenke *recolectadas en el Bosque de Osqohuillca*



Nota. Fotografías de la colección personal de Marco R. Aronés Jara.

2.2.1.4. Usos Tradicionales. Aunque no se han reportado usos medicinales específicos de *Duranta mandonii*, la planta es utilizada por las comunidades locales para la fabricación de utensilios de cocina y como material para cercas vivas. Además, su biomasa se emplea como leña en las zonas altoandinas, siendo una fuente importante de energía para las familias campesinas. También juega un rol clave en la delimitación territorial y el control de la erosión del suelo (Gil-Mora et al. 2021; Valdivia Díaz y Mathez-Stiefel 2015).

2.2.1.5. Usos Terapéuticos y/o Biológicos. Aunque no se han realizado estudios específicos sobre las propiedades terapéuticas de *Duranta mandonii*, otras especies del género como *Duranta erecta* y *Duranta repens* han demostrado propiedades farmacológicas importantes, incluyendo actividades antimicrobianas, antioxidantes y antiinflamatorias. Esto sugiere que *Duranta mandonii* podría tener propiedades bioactivas similares, especialmente considerando su contexto ecológico y los metabolitos secundarios presentes en especies del mismo género (Pavela y Benelli 2016; Srivastava y Shanker 2022).

2.2.1.6. Composición Química. Hasta ahora, no se han realizado estudios químicos detallados sobre *Duranta mandonii*. Sin embargo, investigaciones en otras especies del género han identificado compuestos bioactivos como alcaloides, flavonoides, terpenoides, glucósidos y taninos. Estos metabolitos secundarios están relacionados con actividades biológicas relevantes, lo que subraya la necesidad de

investigar la composición química de *Duranta mandonii* para evaluar su potencial terapéutico e industrial (Watts et al. 2012; Srivastava y Shanker 2022).

2.2.2. Contenido de Compuestos Fenólicos

La cuantificación de fenoles totales es fundamental en investigaciones científicas debido a su relevancia en diversas áreas, como su capacidad antioxidante, y sus propiedades antiinflamatorias, anticancerígenas y antimicrobianas. Estudiar estos compuestos permite caracterizar plantas, garantizar la calidad de productos como alimentos y cosméticos, y analizar variaciones influenciadas por factores ambientales. El método de Folin-Ciocalteu es el más empleado debido a su simplicidad y precisión, y resulta clave para comprender las propiedades químicas y biológicas de una muestra, además de desarrollar aplicaciones en medicina, alimentación y agricultura (Shahidi y Ambigaipalan 2015).

2.2.3. Contenido de Flavonoides

La cuantificación de flavonoides es esencial en los estudios de prospección vegetal para caracterizar químicamente las plantas y evaluar su potencial biológico. Los flavonoides son metabolitos secundarios con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas, importantes para identificar especies con aplicaciones terapéuticas en medicina, alimentación y cosmética. Además, su análisis permite valorar la influencia de factores ambientales y genéticos, optimizar cultivos y validar el uso de especies en la medicina tradicional. Métodos como el de cloruro de aluminio y HPLC garantizan precisión y reproducibilidad en los estudios de flavonoides (Marinova et al. 2005).

2.2.4. Antioxidantes Fenólicos

Los antioxidantes fenólicos son compuestos naturales o sintéticos que protegen contra la oxidación de lípidos y otras biomoléculas, reduciendo la formación de productos dañinos como aldehídos y cetonas. Su mecanismo de acción incluye la interrupción de reacciones en cadena de los radicales libres. Los compuestos fenólicos estabilizan estos radicales al donar átomos de hidrógeno y deslocalizar electrones en su anillo aromático, lo que aumenta su estabilidad química. Entre los mecanismos de acción específicos se incluyen la captura de radicales libres, la quelación de iones metálicos catalíticos, y la prevención de la iniciación y propagación de radicales libres. Este comportamiento antioxidante depende de la estructura química de los compuestos fenólicos, particularmente del número y disposición de los grupos hidroxilo en su estructura (Shahidi y Ambigaipalan 2015).

2.2.5. Medición de la Actividad Antioxidante

Los polifenoles, conocidos por sus capacidades antioxidantes, se han estudiado ampliamente debido a su impacto en la salud humana. Evaluar la actividad antioxidante de estos compuestos requiere herramientas precisas, como los métodos usando 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), ácido 2,2′-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) (ABTS) y 2,4,6-tris(2-piridil)-s-triazina (TPTZ), que permiten clasificar plantas y extractos según su potencial antioxidante. Estas técnicas se basan en reacciones de transferencia de electrones o hidrógeno. Métodos avanzados como cromatografía líquida acoplada a espectrómetro de masas (LC-MS) y detector con arreglo de diodos (DAD) también se utilizan para identificar compuestos específicos responsables de la actividad antioxidante. El ensayo de capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC) es especialmente relevante, ya que evalúa la cinética de oxidación y proporciona información sobre la calidad antioxidante de las muestras. Además, estos métodos se asocian con efectos antiproliferativas en células tumorales, ofreciendo una visión integral de los antioxidantes en productos naturales (Rivas-Morales et al. 2016).

2.2.6. La Luz Solar

La luz solar es una forma de radiación electromagnética que llega a la Tierra y es esencial para la vida. Es la fuente primaria de energía para los procesos metabólicos en los seres vivos. La luz solar es crucial para la vida, ya que, sin ella, la Tierra se convertiría en un lugar oscuro y frío. Esta radiación se utiliza o afecta a la Tierra, proporcionando energía vital para los ecosistemas (Quispe Garavito V. 2015).

2.2.7. Radiación Ultravioleta

La radiación ultravioleta (UV), que forma parte del espectro electromagnético del sol, tiene longitudes de onda de 200 a 400 nm. Los rayos UV incluyen tres tipos: UVC (200-280 nm), UVB (280-320 nm) y UVA (320-400 nm). La mayor parte de la radiación UV que llega a la superficie terrestre es UVA, mientras que una pequeña cantidad es UVB. La capa de ozono absorbe la mayoría de los rayos UVC y gran parte de los UVB. La longitud de onda, la penetración en la epidermis y el tiempo de exposición influyen en los efectos biológicos de la radiación UV en la piel (Culquimboz Serván L. y Escudero Rodas 2018; Huamaní Inca R. y Santos Guillén I. 2019).

2.2.8. Filtros Solares

Los filtros solares están diseñados para bloquear los rayos UV y prevenir trastornos como fotodermatosis, cáncer de piel y eritema. Los filtros físicos, como el óxido de zinc (ZnO), óxido de titanio (TiO_2), óxido de hierro (FeO_2) y óxido de

magnesio (MgO_2), reflejan y difunden los rayos UV. Los filtros químicos, como el ácido- p-amino benzoico (PABA), benzofenonas y cinamatos, absorben las longitudes de onda de la luz. Los filtros biológicos, como las vitaminas A y E, poseen propiedades antioxidantes que refuerzan la protección frente a la radiación UV y mejoran la inmunidad de la piel (Cáceres Gamboa 2018).

2.2.9. La Fotoprotección

Los fotoprotectores están diseñados para proteger la piel humana y mantener su funcionalidad. Son esenciales para la prevención del cáncer de piel y la foto envejecimiento. Los protectores solares son los más comunes, y están compuestos por sustancias químicas, orgánicas o inorgánicas, utilizadas en productos comerciales. Estos protectores solares se han evaluado por su efectividad en la protección contra la radiación UV (Costa et al. 2015). El factor de protección solar (FPS) es el principal indicador de protección contra los rayos UVB, que son responsables de las quemaduras solares. Un mayor FPS indica una mayor protección contra los rayos UVB. El FPS mide cuánta radiación UVB se necesita para causar una quemadura solar con la aplicación de protector solar en comparación con la exposición sin protección. Es un indicador útil para controlar el tiempo de exposición al sol sin sufrir daños (Enciso Chincha 2015; Rabanal Hurtado D, Salcedo Chávez, J. 2019).

El método de Mansur et al. (1986) es utilizado para determinar el FPS in vitro, mostrando una fuerte correlación con los resultados in vivo. La absorbancia de las muestras se mide en el rango de 290 a 320 nm, y la ecuación de Mansur para determinar el FPS es:

$$\text{FPS espectrofotométrico} = \text{FC} \sum_{290}^{320} \big(\text{EE}(\lambda) \times \text{I}(\lambda) \times \text{ABS}(\lambda)\big)$$

Donde FC: factor de corrección; EE(λ): efecto de la radiación a la longitud de onda λ; I(λ): intensidad solar a esa longitud de onda; ABS(λ): absorbancia de la muestra a esa longitud de onda. Esta metodología es clave para la medición precisa del FPS en productos fotoprotectores.

La relación entre efecto eritemogénico (EE) versus la intensidad de radiación (I) conforme la longitud de onda (λ) constante se presenta en la **Tabla 1**.

Tabla 1

Efecto eritemogénico en función de la intensidad de radiación (I) conforme la longitud de onda (λ) constante

λ(nm)	290	295	300	305	310	315	320
(EE)x(I)	0,015	0,0817	0,2874	0,3278	0,1864	0,0839	0,018

2.3. Marco Conceptual

a. **Actividad fotoprotectora**. La actividad fotoprotectora se refiere a la capacidad de una sustancia para proteger la piel o las células de los daños causados por la radiación ultravioleta (UV). Esta actividad se mide comúnmente mediante la determinación del factor de protección solar (FPS) o evaluaciones in vitro de la capacidad de absorción y dispersión de la radiación UV (Murillo Sanchez J. 2017).

b. **Capacidad antioxidante**. La capacidad antioxidante se refiere a la habilidad de una sustancia para neutralizar los radicales libres o especies reactivas de oxígeno (ROS), que son responsables del daño celular y del envejecimiento prematuro. Los antioxidantes protegen las células de los efectos negativos del estrés oxidativo (Rivas-Morales et al. 2016).

c. **Composición de compuestos fenólicos.** La composición de compuestos fenólicos se refiere al conjunto de compuestos naturales presentes en una muestra que contienen un grupo fenólico en su estructura. Estos compuestos incluyen flavonoides, ácidos fenólicos, taninos y lignanos, que tienen propiedades antioxidantes y otros beneficios para la salud. (Rivas-Morales et al. 2016)

d. **Concentración del extracto hidroalcohólico**. La concentración del extracto hidroalcohólico atomizado se refiere a la cantidad de soluto disuelto con el solvente en un volumen dado del extracto final, después de haber sido preparado mediante extracción con una mezcla de etanol y agua, seguido del proceso de atomización (secado por aspersión). La concentración es un factor clave que puede influir en la efectividad de las propiedades biológicas del extracto, como su actividad antioxidante y fotoprotectora (Murillo Sanchez J. 2017).

e. **DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil)**. Método espectrofotométrico empleado para determinar la capacidad antioxidante de un compuesto o extracto. Se basa en la reducción del radical libre DPPH•, de color púrpura intenso, que al

reaccionar con un antioxidante se transforma en una forma reducida de color amarillo pálido. La actividad se cuantifica midiendo la disminución de absorbancia, generalmente a 517 nm, y se interpreta que cuanto mayor sea esta disminución, mayor es la capacidad captadora de radicales libres del antioxidante evaluado (Rivas-Morales et al. 2016).

f. **Perfil de polifenoles**. El perfil de polifenoles se refiere a la identificación y cuantificación de los diferentes compuestos fenólicos presentes en una muestra, que incluyen flavonoides, ácidos fenólicos, taninos, entre otros. Los polifenoles son conocidos por sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, y su perfil químico varía según la planta, el método de extracción y las condiciones ambientales (Rivas-Morales et al. 2016).

2.4. Marco Ético y Legal

2.4.1. Marco Ético

El desarrollo de investigaciones científicas que involucren material biológico vegetal, como el estudio de *Duranta mandonii*, debe adherirse a principios éticos clave para garantizar el respeto a la biodiversidad, la responsabilidad científica y la integridad en el tratamiento de los datos. Esto implica seguir los principios de beneficencia, no maleficencia, justicia y respeto tanto por las personas como por el entorno natural, conforme a las directrices bioéticas nacionales e internacionales (Beauchamp y Childress 2009).

Además, el estudio se ajusta al Código de Ética del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) de Perú, que fomenta la integridad científica, la transparencia en la obtención de resultados, la autoría responsable y el respeto por los recursos naturales. Toda la información recolectada y los procedimientos realizados durante la investigación se ejecutan con veracidad, evitando la manipulación o falsificación de los resultados (Resolución 028-2024-CONCYTEC-P).

El uso de especies vegetales también debe cumplir con los principios de ética ambiental, promoviendo un manejo responsable de los recursos fitogenéticos. Se debe evitar causar daño innecesario a los ecosistemas locales, recolectando las muestras de manera selectiva y sin comprometer la sostenibilidad de las poblaciones vegetales. Esta práctica responde al principio de sostenibilidad establecido por la Convención sobre la Diversidad Biológica, a la que Perú está suscrito (UNEP/CBD/6/4).

Por último, se debe garantizar la confidencialidad de los datos cuando se recopile información referencial o testimonial sobre el uso tradicional de la planta, asegurando el anonimato de las personas consultadas. De esta manera, se respeta el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo, que reconoce los derechos de los pueblos indígenas y comunidades locales sobre sus conocimientos ancestrales relacionados con los recursos naturales (Organización Internacional del Trabajo).

2.4.2. Marco Legal

El marco legal para investigaciones científicas con plantas medicinales y especies de interés terapéutico debe garantizar la protección de la biodiversidad y los derechos relacionados con el conocimiento tradicional, además de asegurar la integridad en la producción científica. Dado que Perú es un país megadiverso, ha adoptado tratados internacionales y normativas nacionales que regulan la recolección, uso, estudio y conservación de recursos fitogenéticos.

La Constitución Política del Perú, en su artículo 68, establece la obligación del Estado de promover la conservación de la diversidad biológica y las áreas naturales protegidas, lo que fundamenta las acciones de investigación científica con especies vegetales, incluyendo variedades cultivadas como *Duranta mandonii* en Ayacucho (Congreso de la República del Perú 1993).

La Ley N.° 28216 regula el acceso a los recursos genéticos y protege los conocimientos tradicionales colectivos de los pueblos indígenas. Esta ley es crucial cuando se vinculan el uso de plantas con prácticas tradicionales o etnobotánicas (Congreso de la República del Perú 2004).

El Reglamento de la Ley General del Ambiente (D.S. N.° 014-2017-MINAM) establece principios de prevención y precaución en el uso de los recursos naturales, promoviendo la sostenibilidad de los ecosistemas como parte del desarrollo científico y tecnológico. Las prácticas investigativas deben adherirse a estos principios para minimizar los impactos sobre los recursos vegetales locales (Ministerio del Ambiente).

La Ley Universitaria N.° 30220 establece que las universidades deben promover la investigación responsable y de impacto social. También, se asegura que todas las actividades investigativas cumplan con principios de integridad académica y ética científica, supervisados por el Reglamento RENACYT del CONCYTEC, que exige altos estándares metodológicos, legales y éticos en la investigación (Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica 2020; Congreso de la República del Perú).

A nivel internacional, el Protocolo de Nagoya sobre el Acceso a Recursos Genéticos y Participación Justa en los Beneficios, ratificado por Perú en 2014, asegura el derecho soberano del país sobre su biodiversidad y establece normas para compartir equitativamente los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos (Naciones Unidas 2010).

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis General

El extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke presenta un perfil identificable de polifenoles, así como actividad fotoprotectora y capacidad antioxidante *in vitro*.

2.5.2. Hipótesis Específicas

a. El extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke contiene compuestos fenólicos identificables, tales como, fenoles y flavonoides.
b. El extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke presenta contenido moderado de polifenoles totales, expresado en fenoles totales y flavonoides.
c. El extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke presenta capacidad antioxidante moderada *in vitro*.
d. El extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke presenta actividad fotoprotectora *in vitro*.

2.6. Identificación de Variables

2.6.1. Variable Independiente

Concentración de extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke: Esta es la variable principal que se está evaluando en relación con sus propiedades bioactivas (actividad fotoprotectora y antioxidante) y el perfil de polifenoles.

2.6.2. Variables Dependientes

a. Perfil de polifenoles: Esta variable se refiere al contenido total de polifenoles en el extracto, que se medirá para evaluar la composición química de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke.
b. Actividad fotoprotectora: Es la capacidad del extracto para proteger contra la radiación ultravioleta.

c. Capacidad antioxidante: Esta variable mide la habilidad del extracto para neutralizar los radicales libres, que se medirá mediante el método de DPPH.
d. Composición de compuestos fenólicos: Identificación de los compuestos fenólicos presentes en el extracto, tales como flavonoides y taninos, los cuales contribuyen a las propiedades antioxidantes y fotoprotectoras del extracto.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Alcance de Investigación

El presente estudio tiene un alcance descriptivo (Hernández Sampieri y Mendoza Torres 2018).

3.2. Diseño de Investigación

La evaluación del contenido de polifenoles, perfil de polifenoles y actividad fotoprotectora tienen un diseño transeccional descriptivo (Hernández Sampieri y Mendoza Torres 2018). El diseño se diagrama de la siguiente manera:

G1 O1

Donde, G1: extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas; O1: contenido de fenoles totales, flavonoides totales, perfil de polifenoles y actividad fotoprotectora).

La evaluación de la actividad antioxidante tiene un diseño experimental con posprueba únicamente y grupo control, donde la variable independiente tendrá cinco grados de manipulación que corresponde a diferentes concentraciones del extracto. El diseño se diagrama de la siguiente manera:

G1 XM1 O1
G2 XM2 O2
G3 XM3 O3
G4 XM4 O4
G5 XM5 O5
G6 - O6

Donde, G1 a G5: soluciones que contienen la solución de DPPH 40 µg/ml, XM1 a XM5 son las concentraciones del extracto (25, 50, 100, 250 y 500 µg/ml); G6 es el grupo control; –grupo que no se adiciona compuesto antioxidante; O1 al O6: absorbancias.

3.3. Unidad de Análisis

Hojas de *Duranta mandonii* Moldenke.

3.4. Población de Estudio

Hojas de *Duranta mandonii* Moldenke que crecen de manera silvestre en el Bosque de Osqohuillca que está ubicado en el distrito de Quinua, provincia de Huamanga en el departamento de Ayacucho.

3.5. Muestra y Tamaño de Muestra

Hojas de *Duranta mandonii* Moldenke que crecen de manera silvestre en el Bosque de Osqohuillca que está ubicado en el distrito de Quinua, provincia de Huamanga en el departamento de Ayacucho, recolectadas durante el mes de abril.

3.6. Criterios de Selección

3.6.1. Criterios de Inclusión

Se incluyeron hojas en buen estado, sin signos de contaminación o deterioro y recolectadas en su hábitat natural.

3.6.2. Criterios de Exclusión

Se excluyeron hojas dañadas, con material extraño o con hojas de otras especies.

3.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

El contenido de compuestos fenólicos se evaluó mediante el método de Folin-Ciocalteu y Tricloruro de aluminio. La evaluación de la actividad fotoprotectora se evaluó mediante el método de Mansur. La evaluación de la actividad antioxidante se determinó mediante los métodos espectrofotométricos de DPPH, ABTS y FRAP. La identificación de polifenoles se realizó mediante la técnica ultra cromatografía líquida de alta performance acoplada a detector de Diodos (UHPLC).

3.7.1. Obtención del Extracto Hidroalcohólico Atomizado

3.7.1.1. Preparación del Extracto Hidroalcohólico Atomizado. Las hojas secas y molidas, con un porcentaje de humedad determinado, fueron sometidas a un proceso de lixiviación sólido/líquido a 50 °C en un rotaevaporador, utilizando etanol al 50% como solvente. La proporción biomasa/solvente fue de 1:10. Las muestras se sometieron a este proceso de extracción durante 180 minutos, con agitación constante. El extracto obtenido fue concentrado al vacío en un rotaevaporador. Los análisis del extracto concentrado incluyeron la medición de sólidos totales y el grado alcohólico. El extracto concentrado se secó mediante el proceso de secado por aspersión utilizando un Atomizador Mini Spray Buchi-290 (BÜCHI Labortechnik AG, Suiza), a una temperatura de entrada de 120°C, temperatura de salida de 70 °C, con una aspersión al 100% y un flujo de bomba de 10 ml/min. El extracto atomizado fue almacenado en un recipiente hermético, protegido de la luz y a temperatura ambiente en un desecador,

hasta su uso posterior (Kanojia et al. 2018). Los análisis del extracto atomizado incluyeron el análisis organoléptico, características fisicoquímicas, contenido de compuestos fenólicos, actividad fotoprotectora, actividad antioxidante y perfil de polifenoles.

3.7.2. Cuantificación de Compuestos Fenólicos

3.7.2.1. Contenido de Fenoles Totales. Se pesó aproximadamente 2 mg del extracto atomizado y se disolvió en metanol hasta obtener un volumen total de 5 ml. Posteriormente, se tomó 300 µl de esta solución y se transfirió a un tubo de ensayo, donde se mezcló con 1500 µl de una solución diluida de Folin-Ciocalteu (1:10) y 1200 µl de carbonato de sodio al 7,5%. Después de un periodo de reposo de 30 minutos, se procedió a medir la absorbancia a 765 nm, utilizando metanol como blanco. Este procedimiento se llevará a cabo por triplicado. Los resultados se calcularon a partir de una curva de calibración utilizando ácido gálico como estándar, procesado en las mismas condiciones, y se expresaron en miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de extracto (mg GAE/g) (Rivas-Morales et al. 2016).

3.7.2.2. Contenido de Flavonoides. La cuantificación de flavonoides totales (TFC) se realizó mediante un método colorimétrico utilizando tricloruro de aluminio. Se preparó por triplicado una solución del extracto atomizado en etanol al 50% con una concentración de 800 µg/ml, y se realizó el análisis por triplicado. De esta solución, se tomó 2,0 ml y se añadió 0,5 ml de una solución de tricloruro de aluminio ($AlCl_3$) al 2%, completando el volumen a 5,0 ml con metanol. Tras un periodo de incubación de 30 minutos, se midió la absorbancia a 415 nm. La concentración de flavonoides se determinó utilizando una curva de calibración construida con rutina como estándar, y los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de rutina por gramo de extracto seco (mg RUE/g) (Rivas-Morales et al. 2016).

3.7.3. Actividad Antioxidante por el Método del Radical Libre con 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

Se prepararon soluciones del extracto atomizado en metanol con concentraciones de 25 a 100 µg/ml. Se midieron alícuotas de 300 µl de cada solución y se adicionó 2,7 ml de DPPH en metanol. Después de 30 minutos, se midió la absorbancia a 515 nm, utilizando metanol como blanco. La actividad antioxidante se expresó en porcentaje y se comparó con la actividad de Trolox. También se determin+o la concentración eficiente antioxidante (CE50) mediante una curva estándar de DPPH en metanol (Brand-Williams et al. 1995; Sousa et al. 2007).

3.7.4. Evaluación de la Actividad Fotoprotectora

3.7.3.1. Actividad Fotoprotectora del Extracto Atomizado. El factor de protección solar (FPS) del extracto atomizado se determinó utilizando la técnica espectrofotométrica *in vitro* propuesta por Mansur et al. (1986). En este procedimiento, el extracto se diluyó con alcohol al 50% hasta alcanzar concentraciones de 20, 100 y 200 µg/ml. Se midió las absorbancias de las muestras en un rango de 290 a 320 nm, con intervalos de 1 nm, usando una celda de cuarzo de 1 cm y por triplicado, utilizando alcohol al 50% como blanco. El FPS se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{FPS espectrofotométrico} = \text{FC}\sum_{290}^{320}\big(\text{EE}(\lambda) \times \text{I}(\lambda) \times \text{A}(\lambda)\big) \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde, FC: Factor de protección solar (igual a 10); EE: Efecto eritemogénico de la radiación de la longitud de onda λ; I: Intensidad del sol en la longitud de onda λ; Abs: Absorbancia de la solución en la longitud de onda λ.

3.7.3.2. Actividad fotoprotectora del extracto atomizado incorporado en crema base. Para la determinación del FPS de las formulaciones cosméticas (crema), se elaboraron dos controles diferentes y cuatro muestras, siguiendo lo propuesto por Mota et al. (2019) (**Tabla 2**). El primer control corresponderá a la crema base (C1). El segundo control incluyó la crema base más el filtro orgánico metoxicinamato de etilhexilo (EHM) (C2). Las cremas con extracto consistieron en una formulación que se combinó la crema base con extracto atomizado de *Duranta mandonii* (S1), y crema base suplementada con EHM y extracto atomizado de *Duranta mandonii* en tres concentraciones diferentes (S2, S3 y S4; **Tabla 2**). No se emplearon adyuvantes adicionales, como conservantes químicos y biológicos, para evitar interferencias con los resultados. Las formulaciones se acondicionaron en potes de polipropileno de 20 g.

Para el método operatorio de la elaboración de las cremas, se siguió el orden de incorporación de los componentes descritos en la **Tabla 2**. En el caso de C1, se pesó 2 y 3 y se adicionó 5. Para C2, se pesaron 2 y 3, se mezclaron, se adicionó 4 y se incorporó 5 sobre la mezcla. Para S1, se pesaron 1, 2 y 3, se mezclaron y se adicionó 5. En S2/S3/S4, se pesaron 1, 2, 3, se adicionó 4 y se incorporó el 5 sobre la mezcla.

Tabla 2

Composición de las formulaciones cosméticas

	Concentración (% w/w)						
Componentes	C1	C2	S1	S2	S3	S4	Orden
Metoxicinamato de etilhexilo	-	7,5	-	7,5	7,5	7,5	4

Extracto de *D. mandonii*	-	-	7,5	1,0	5,0	7,5	1
Propilenglicol	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	2
Crema base	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	3
Agua c.s.p.	31,5	24,0	24,0	23,0	19,0	16,5	5
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

Nota. C1 y C2: formulaciones sin extracto de *Duranta mandonii*. S1 a S4: formulaciones con extracto de *Duranta mandonii*. 1 al 5 son los componentes de la formulación.

Después de la preparación, los controles y las muestras se diluyeron en etanol al 50% hasta alcanzar una concentración de 20 µg/ml. Se midieron las absorbancias de las muestras en un rango de 290 a 320 nm, con intervalos de 1 nm, usando una celda de cuarzo de 1 cm y por triplicado, utilizando alcohol al 50% como blanco. El FPS se calculó mediante la Ecuación (1).

3.8. Análisis de Datos

Se calculó la media de los datos descriptivos con su respectivo error estándar. La comparación de los valores de la actividad antioxidante y actividad fotoprotectora de los extractos a diferentes concentraciones se efectuó mediante la prueba de comparaciones múltiples de Tukey al 95,0% de nivel de confianza, después de evaluar la prueba de homocedasticidad de Levene y realizar un análisis de varianza. Los resultados se presentaron en tablas y/o figuras, y las pruebas estadísticas se ejecutaron en el software SPSS.

3.9. Consideraciones Éticas

En el estudio de *Duranta mandonii* Moldenke, se garantizó la transparencia, seguridad y respeto hacia todos los participantes. Con apoyo de un equipo de analistas capacitados se realizarán los análisis químicos y biológicos rigurosos, asegurando resultados confiables. Se proporcionó información clara a las comunidades locales sobre los objetivos y beneficios de la investigación. Los ensayos cumplieron con normas éticas internacionales, y los resultados se presentaron objetivamente, contribuyendo al avance científico y al uso sostenible de los recursos naturales (Pineda y Alvarado 2008).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Figura 2

Cromatograma de identificación de polifenoles en el extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de Duranta mandonii Moldenke

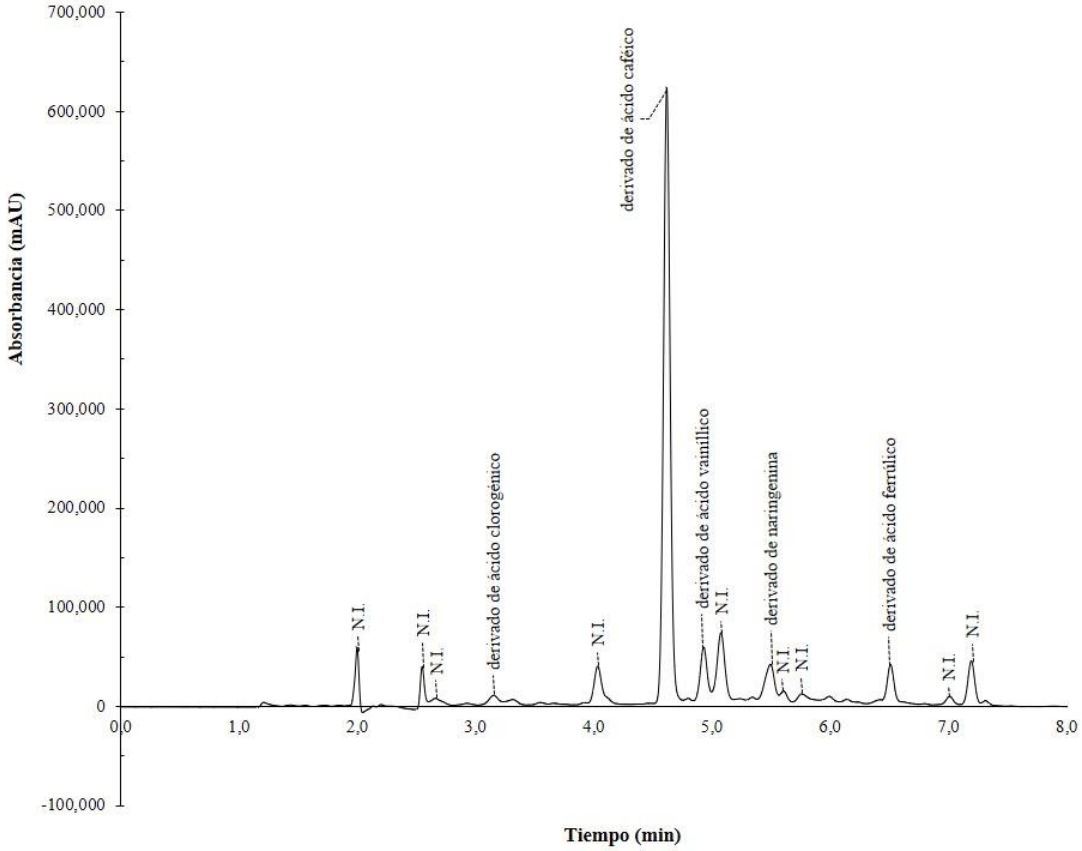


Figura 3

Espectros UV-Vis de los polifenoles identificados en el extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de Duranta mandonii Moldenke

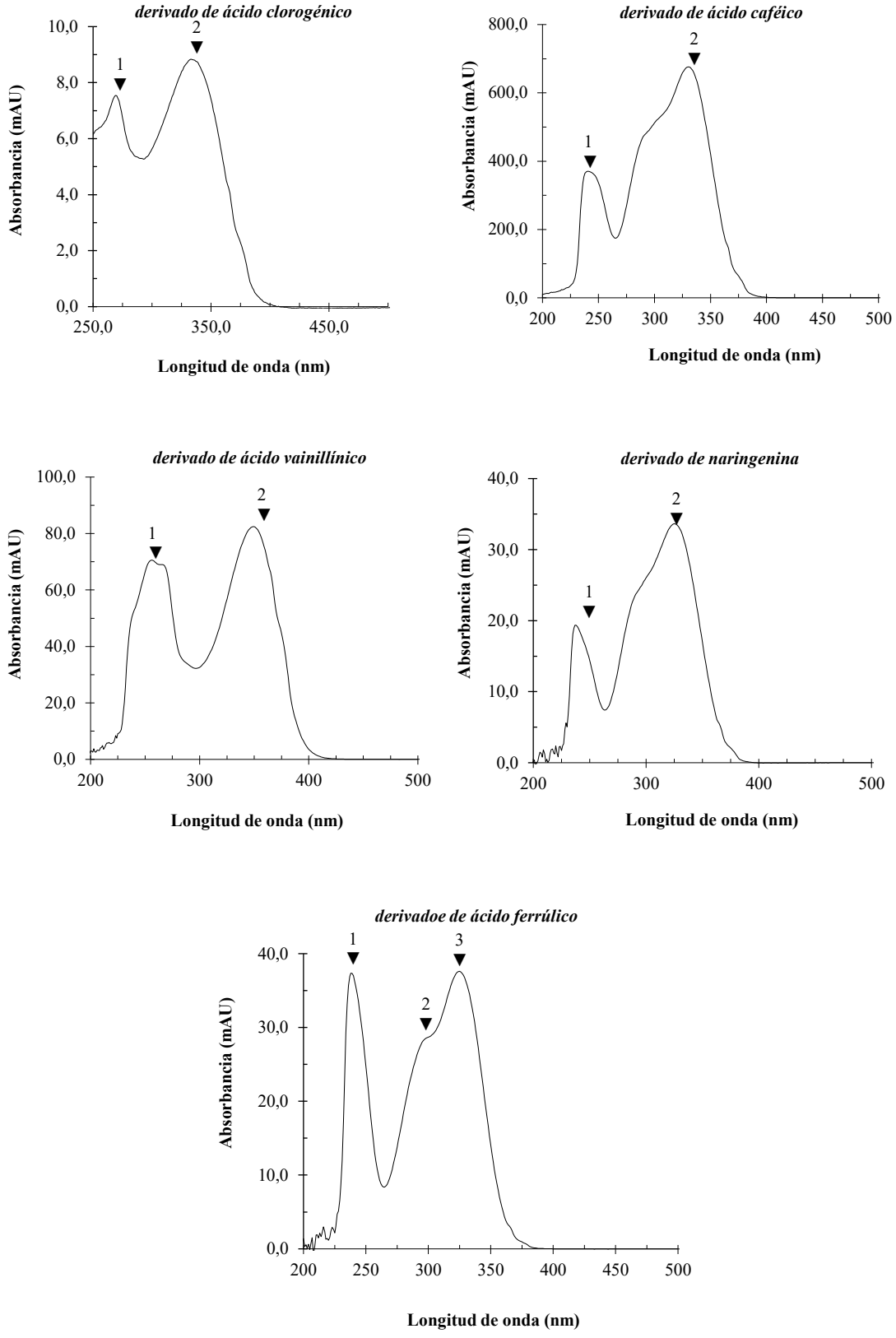
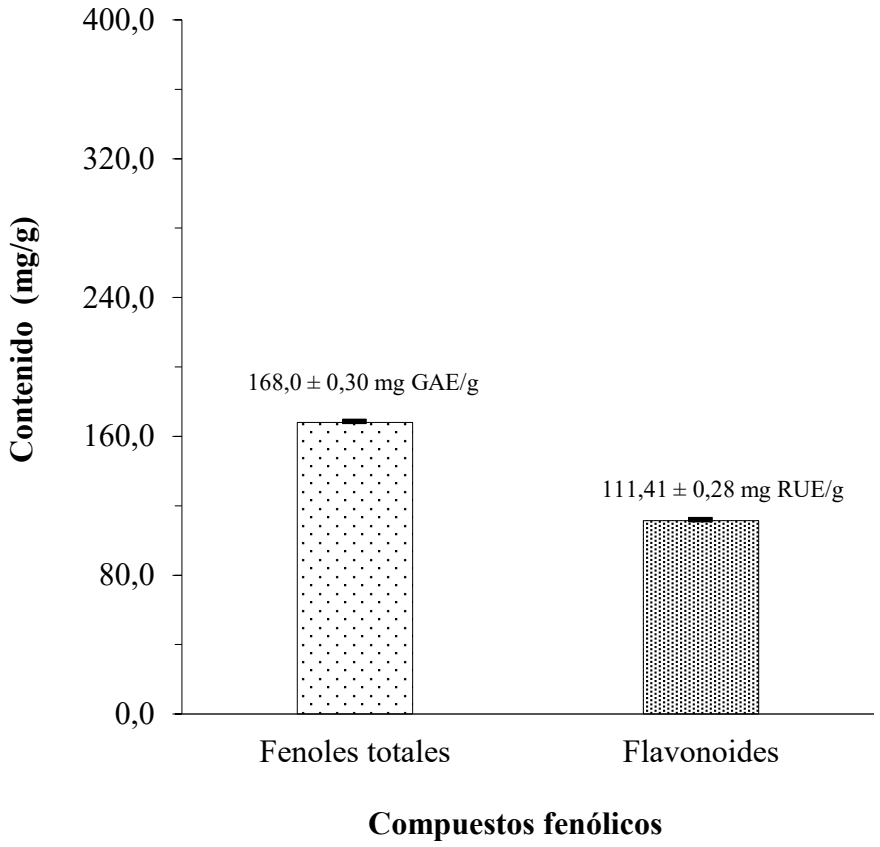


Figura 4

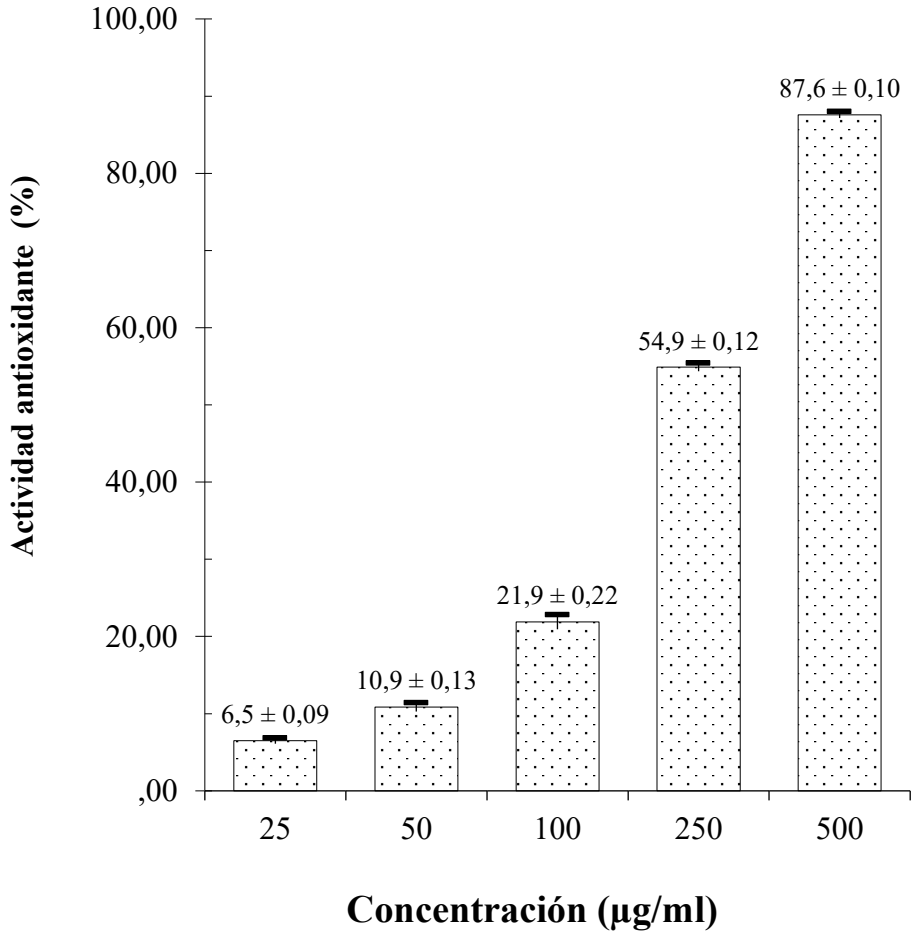
Contenido de polifenoles del extracto de hidroalcohólico atomizado de las hojas de Duranta mandonii Moldenke



Nota. mg GAE/g: miligramos equivalentes a ácido gálico por gramo de extracto seco. mg RUE/g: miligramos equivalentes a rutina por gramo de extracto seco.

Figura 5

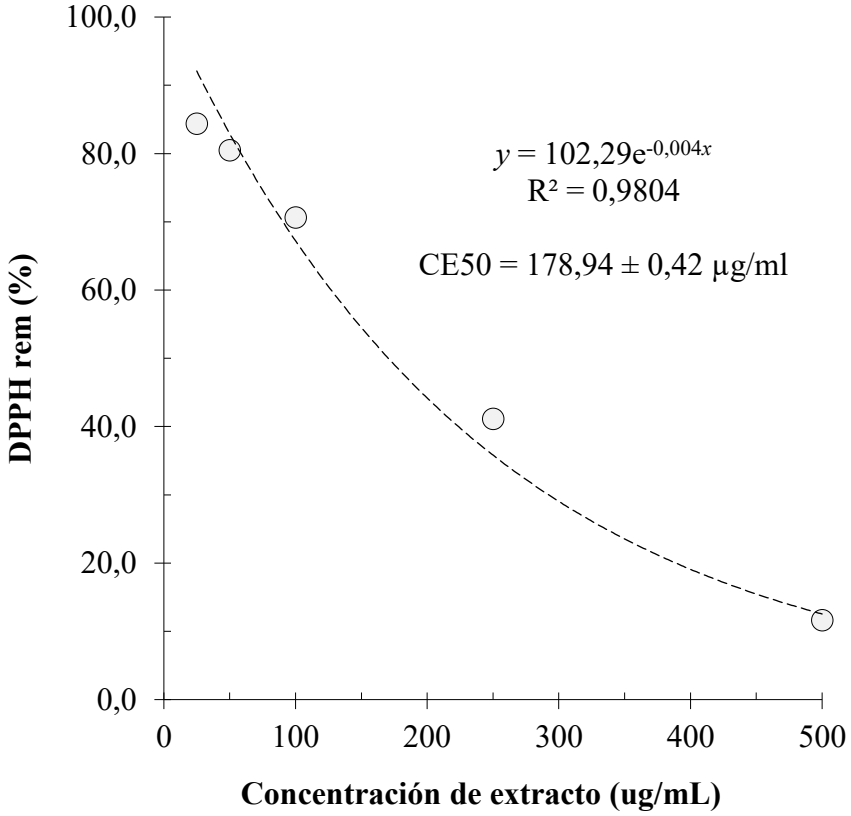
Actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de Duranta mandonii Moldenke



Nota. Actividad antioxidante de Trolox (100 µg/ml) = 91,3 ± 0,12 %.

Figura 6

Concentración eficiente antioxidante del extracto de hidroalcohólico atomizado de las hojas de Duranta mandonii Moldenke



Nota. Concentración eficiente antioxidante de Trolox = 36,83 ± 0,39 µg/ml.

Figura 7

Efecto fotoprotector in vitro del extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de Duranta mandonii Moldenke

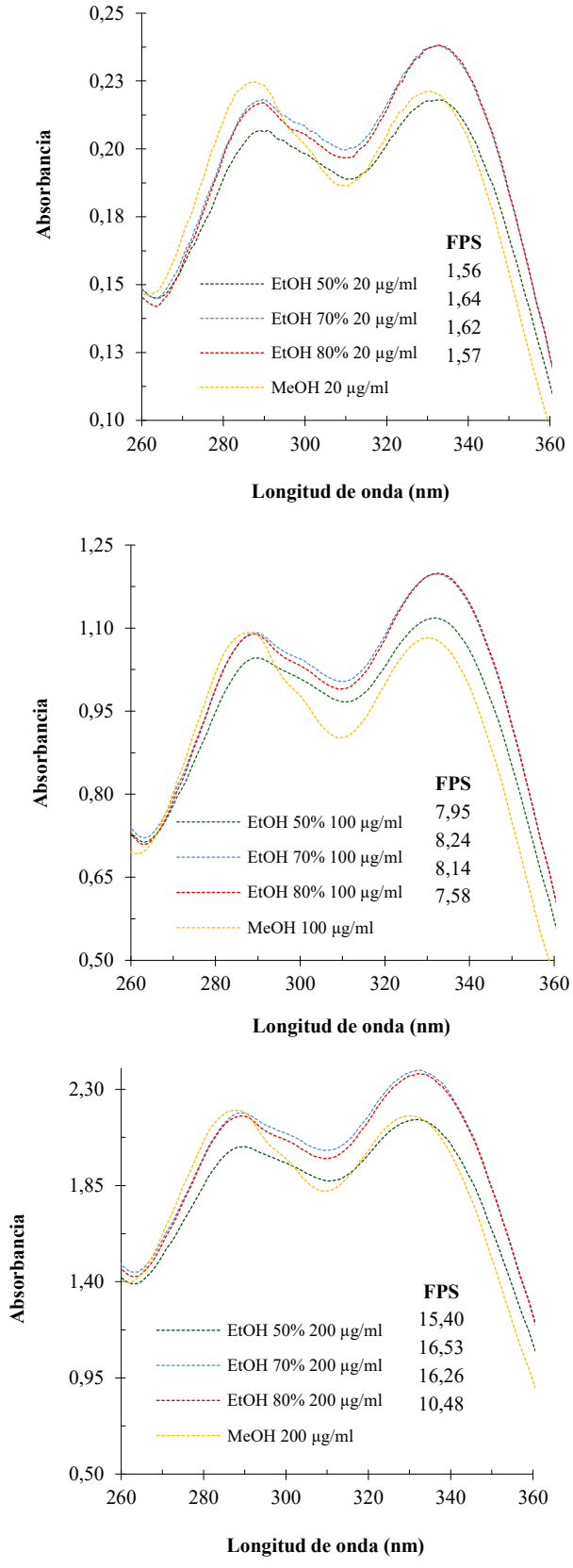
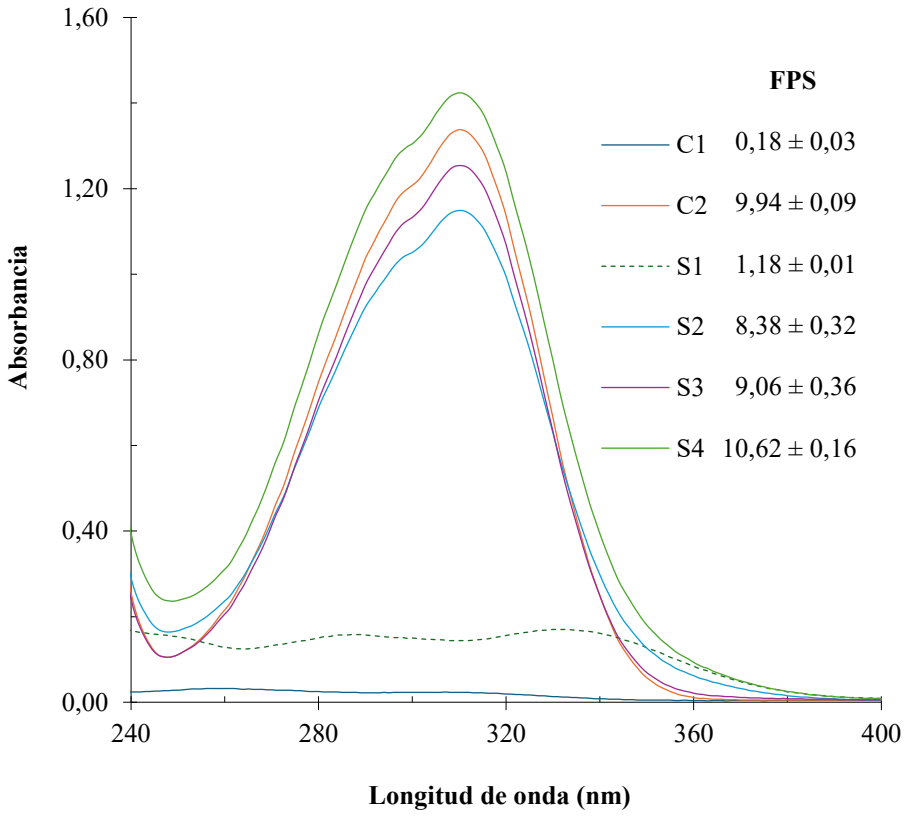


Figura 8

Efecto fotoprotector in vitro del extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de Duranta mandonii Moldenke *incorporado a una crema base*



CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

El perfil UHPLC-DAD (**Figura 2**) revela una matriz fenólica químicamente diversa, dominada por derivados del ácido hidroxicinámico (ácidos clorogénico, cafeico y ferúlico) y estructuras de tipo flavonoide (derivados de la naringenina), acompañada de varios picos no identificados, lo que sugiere un metaboloma parcialmente caracterizado. Los espectros UV-Vis (**Figura 3**) corroboran esta asignación, mostrando máximos de absorción entre 250 y 350 nm, consistentes con transiciones $\pi \rightarrow \pi^*$ típicas de sistemas fenólicos conjugados.

Cuantitativamente, el extracto presentó un alto contenido total de fenoles (168,0 mg GAE/g) y de flavonoides (111,41 mg RUE/g) (**Figura 4**), situándose en el rango superior reportado para extractos vegetales bioactivos con propiedades antioxidantes funcionales. Estos valores sugieren una importante reserva redox-activa.

La actividad antioxidante mostró una clara respuesta dependiente de la concentración (**Figura 5**), alcanzando una inhibición del DPPH del 87,6% a 500 µg/ml, aproximándose al valor de referencia del Trolox (91,3%). Sin embargo, el valor de CE50 (178,94 µg/ml) (**Figura 6**) indica una potencia moderada en relación con los estándares puros, lo que refleja la típica dilución de la actividad observada en los extractos crudos.

La actividad fotoprotectora aumentó con la concentración, alcanzando valores de FPS entre ~15 y 16,5 a 200 µg/ml (**Figura 7**), lo que indica una protección moderada contra la radiación UVB. Es importante destacar que la formulación en una matriz de crema mejoró los valores de FPS (**Figura 8**), lo que sugiere compatibilidad funcional y un posible sinergismo con los excipientes de la formulación.

El perfil fitoquímico observado concuerda con los informes del género *Duranta*, donde los flavonoides, los glucósidos iridoides y los ácidos fenólicos son metabolitos recurrentes (Pavela y Benelli 2016; Srivastava y Shanker 2022). Sin embargo, a diferencia de estudios previos centrados en *Duranta erecta* o *D. repens*, este trabajo proporciona la primera caracterización fenólica específica de *D. mandonii*, aportando evidencia quimiotaxonómica novedosa.

El alto contenido fenólico coincide con los valores reportados en matrices vegetales ricas en antioxidantes. Por ejemplo, Dai y Mumper (2010) informaron que los extractos que superan los 100 mg GAE/g suelen exhibir un fuerte potencial de eliminación de radicales libres. De manera similar, Shahidi y Ambigaipalan (2015) establecieron una correlación positiva entre la densidad fenólica y la eficiencia antioxidante, lo que respalda los resultados obtenidos.

A pesar de esto, la potencia antioxidante (CE50 ≈ 179 µg/ml) es menor que la de extractos altamente activos como el té verde o el romero (a menudo < 50 µg/ml), lo que sugiere que, si bien el extracto es rico en compuestos fenólicos, su composición estructural o interacciones pueden limitar la eficacia de eliminación de radicales (Prior et al. 2005; Apak et al. 2016).

En cuanto a la fotoprotección, los valores de FPS obtenidos son comparables a los reportados para extractos derivados de plantas evaluados mediante el método de Mansur. Por ejemplo, Costa et al. (2015) reportaron valores de FPS entre 10 y 18 para extractos ricos en compuestos fenólicos, lo que indica que la actividad observada se encuentra dentro del rango esperado para fotoprotectores botánicos. Sin embargo, estos valores siguen siendo inferiores a los de los filtros UV sintéticos, lo que pone de manifiesto una limitación en su aplicación individual.

Cabe destacar que la mejora del FPS en formulaciones en crema es consistente con los hallazgos de Mansur et al. (1986) y estudios dermocosméticos más recientes demuestran que la dispersión de compuestos fenólicos en sistemas emulsionados puede mejorar la eficiencia de absorción UV y la formación de películas sobre la piel.

Las bioactividades observadas pueden atribuirse mecanísticamente a las características estructurales de los compuestos fenólicos. Los ácidos hidroxicinámicos y los flavonoides poseen sistemas aromáticos conjugados y grupos hidroxilo capaces de absorción radiación UV, ya que los sistemas de electrones π absorben en el rango UVB (280–320 nm), lo que explica el efecto fotoprotector. Asimismo, pueden captar de radicales, donando átomos de hidrógeno estabiliza los radicales libres, interrumpiendo las reacciones en cadena oxidativas. También producen quelación de metales, a través de la reducción de iones metálicos catalíticos involucrados en la generación de especies reactivas de oxígeno (Shahidi y Ambigaipalan 2015).

La potencia antioxidante moderada, a pesar del alto contenido fenólico, sugiere que la composición cualitativa prevalece sobre la abundancia cuantitativa. Factores

como la glicosilación, el impedimento estérico y las interacciones sinérgicas/antagónicas probablemente modulan la actividad neta (Apak et al. 2016).

Desde una perspectiva fotobiológica, el aumento del FPS con la concentración confirma un efecto de protección óptica dependiente de la dosis. Sin embargo, la meseta observada a concentraciones más altas podría indicar fenómenos de autoasociación o saturación, lo que limita la eficiencia de absorción de UV.

El FPS mejorado en las formulaciones sugiere que los efectos de la matriz son cruciales, probablemente debido a una mayor dispersión, una menor agregación y una mejor interacción con la radiación incidente. Esto respalda la idea de que los extractos vegetales funcionan de manera más eficaz como coadyuvantes que como filtros UV primarios.

Finalmente, la presencia de picos cromatográficos no identificados pone de manifiesto una importante laguna de conocimiento. Serían necesarios enfoques metabolómicos avanzados (por ejemplo, UHPLC-QTOF-MS/MS) para dilucidar completamente el perfil bioactivo e identificar los compuestos potencialmente responsables de la mayor actividad.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

1. El extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* presentó un perfil identificable de compuestos fenólicos y manifiesta actividad antioxidante y fotoprotectora *in vitro*, evidenciando su potencial como fuente de compuestos bioactivos de interés fitoterapéutico y dermocosmético.
2. Se logró identificar la presencia de compuestos fenólicos en el extracto, incluyendo derivados de ácidos fenólicos y flavonoides, lo que confirma la complejidad y riqueza fitoquímica de la especie.
3. El extracto presentó un contenido relevante de polifenoles totales, evidenciando una composición química favorable para el desarrollo de actividades biológicas.
4. El extracto presentó capacidad antioxidante *in vitro*, con un comportamiento dependiente de la concentración, lo que confirma su potencial como agente neutralizante de radicales libres.
5. El extracto evidenció actividad fotoprotectora *in vitro*, tanto en solución como incorporado en una formulación cosmética, sugiriendo su aplicabilidad como componente natural en productos de protección solar.

CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios de caracterización estructural mediante técnicas de alta resolución, como UHPLC-ESI-QTOF-MS/MS o RMN, con el fin de identificar y cuantificar los compuestos fenólicos individuales responsables de la actividad antioxidante y fotoprotectora.
2. Se sugiere ampliar la evaluación de la actividad biológica mediante ensayos adicionales (ABTS, FRAP, ORAC) y estudios in vitro en modelos celulares, así como pruebas *in vivo*, que permitan validar la eficacia y seguridad del extracto en condiciones fisiológicas.
3. Se recomienda desarrollar y optimizar formulaciones dermocosméticas que incorporen el extracto, evaluando su estabilidad fisicoquímica, fotostabilidad y compatibilidad con otros ingredientes, con el propósito de mejorar su eficacia como agente fotoprotector natural.
4. Se propone investigar la variabilidad fitoquímica en función de factores geográficos, estacionales y de procesamiento, con el objetivo de establecer parámetros de estandarización que garanticen la calidad, reproducibilidad y escalabilidad del extracto para su aplicación industrial.

BIBLIOGRAFÍA

Apak, Reşat; Özyürek, Mustafa; Güçlü, Kubilay; Çapanoğlu, Esra (2016): Antioxidant Activity/Capacity Measurement. 1. Classification, Physicochemical Principles, Mechanisms, and Electron Transfer (ET)-Based Assays. En: *Journal of agricultural and food chemistry* 64 (5), pág. 997–1027. DOI: 10.1021/acs.jafc.5b04739.

Ashmawy, Nader A.; Salem, Mohamed Z. M.; El-Hefny, Mervat; Abd El-Kareem, Mamoun S. M.; El-Shanhorey, Nader A.; Mohamed, Abeer A.; Salem, Abdelfattah Z. M. (2018): Antibacterial activity of the bioactive compounds identified in three woody plants against some pathogenic bacteria. En: *Microbial pathogenesis* 121, pág. 331–340. DOI: 10.1016/j.micpath.2018.05.032.

Beauchamp, Tom L.; Childress, James F. (2009): Principles of Biomedical Ethics. 7a. ed. United States of America: Oxford University Press.

Brand-Williams, W.; Cuvelier, M. E.; Berset, C. (1995): Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. En: *LWT-Food science and Technology* 28 (1), pág. 25–30.

Cáceres Gamboa, F. (2018): Formulación de una crema a base de extracto hidroalcohólico de las hojas de *Schinus molle* L. "molle", Ayacucho 2018. Tesis para titulación. Universidad Nacional de San Cristóbal De Huamanga, Ayacucho. Disponible en línea en http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4090.

Congreso de la República del Perú (1993): Constitución Política del Perú.

Congreso de la República del Perú (2004): Ley de protección al acceso a la diversidad biológica peruana y al conocimiento colectivo de los pueblos indígenas. En: *Diario Oficial El Peruano* (Ley N.º 28216).

Congreso de la República del Perú: Ley Universitaria N.° 30220. En: *Diario Oficial El Peruano*.

Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (2020): Reglamento RENACYT. CONCYTEC).

Costa, Sônia C.C.; Detoni, Cassia B.; Branco, Carla R.C.; Botura, Mariana B.; Branco, Alexsandro (2015): In vitro photoprotective effects of Marcetia taxifolia ethanolic

extract and its potential for sunscreen formulations. En: *Revista Brasileira de Farmacognosia* 25 (4), pág. 413–418. DOI: 10.1016/j.bjp.2015.07.013.

Culquimboz Serván L.; Escudero Rodas, J. (2018): Evaluación in vitro de la actividad antioxidante, antielastasa y anticolagenasa en el extracto etanólico del fruto de *Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V. M. Badillo y determinación de la actividad fotoprotectora *in vitro* en una crema base. Tesis para titulación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Disponible en línea en https://hdl.handle.net/20.500.12672/9997.

Dai, Jin; Mumper, Russell J. (2010): Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. En: *Molecules (Basel, Switzerland)* 15 (10), pág. 7313–7352. DOI: 10.3390/molecules15107313.

Dalefield, Rosalind (2017): Poisonous Plants. En: Veterinary Toxicology for Australia and New Zealand: Elsevier, pág. 485–572.

Enciso Chincha, M. (2015): Estudio fitoquímico y determinación de la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las flores de *Calceolaria rhaccodes* Krazl "calceolaria". Tesis para titulación. Universidad Privada Norbert Wiener, Lima. Disponible en línea en https://hdl.handle.net/20.500.13053/286.

Resolución 028-2024-CONCYTEC-P, 04/03/2024: Formalización de la aprobación del Código Nacional de Integridad Científica.

Galiano Sánchez, Washington (1990): The flora of Yanacocha, a tropical high Andean forest in southern Peru. Tesis de maestría. University of Missouri-ST. Louis, Louis, Missouri.

Gil-Mora, Juan Eduardo; Álvarez-Moscoso, Modesta Esther; Sánchez-Valenzuela, Graciela; Baca-Flores, Jesús Ángel (2021): Oferta de leña de los bosques nativos comunales en la cordillera del Vilcanota, Cusco, Perú. En: *RFP* 36 (2), pág. 211–226. DOI: 10.21704/rfp.v36i2.1799.

Hernández Sampieri, Roberto; Mendoza Torres, Christian Paulina (2018): Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Primera edición. México: McGRAW-HILL. INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V. Disponible en línea en www.mhhe.com/latam/sampieri_mi1e.

Huamaní Inca R.; Santos Guillén I. (2019): Evaluación de la actividad antioxidante y fotoprotectora in vitro de la cremagel elaborado con extracto acuoso de la cáscara de la variedad amarilla del fruto de *Opuntia ficus-indica* (tuna). Tesis para titulación. Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Lima.

UNEP/CBD/6/4, 2001: Informe de la séptima reunión del órgano subsidiario de asesoramiento científico, técnico y tecnológico.

Kanojia, Gaurav; Have, Rimko ten; Brugmans, Debbie; Soema, Peter C.; Frijlink, Henderik W.; Amorij, Jean-Pierre; Kersten, Gideon (2018): The effect of formulation on spray dried Sabin inactivated polio vaccine. En: *European journal of pharmaceutics and biopharmaceutics : official journal of Arbeitsgemeinschaft fur Pharmazeutische Verfahrenstechnik e.V* 129, pág. 21–29. DOI: 10.1016/j.ejpb.2018.05.021.

Khanal, Pukar; Patil, B. M. (2022): Duranta repens L. reverses hepatic and peripheral insulin resistance in fructose-induced hyperinsulinaemic rats – Experimental and computational findings. En: *South African Journal of Botany* 148, pág. 469–481. DOI: 10.1016/j.sajb.2022.05.011.

Mansur, Joäo de Souza; Breder, Mário Nei Rodrigues; Mansur, Maria Cristina d'Ascençäo; Azulay, Rubem David (1986): Determinaçäo do fator de proteçäo solar por espectrofotometria. En: *An. bras. dermatol*, pág. 121–124. Disponible en línea en https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-34224.

Marinova, D.; Ribarova, Fanny; Atanassova, Maria (2005): Total phenolics and flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. En: *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy, D. Marinova, F. Ribarova, M. Atanassova* 40 (3), pág. 255–260.

Matos, Jhuliana Monteiro de; Costa, Andressa Rose Castro; Justino, Marciel Nascimento; Camara, Marcos Bispo Pinheiro; Vasconcelos, Osmar Luis Silva; Marques, J. C. et al. (2024): Chemical prospection and antioxidant activity of Humiria balsamifera (Aubl.) A. St. Hil. AND Hymenaea courbaril L. En: *Natural product research* 38 (4), pág. 614–618. DOI: 10.1080/14786419.2023.2189708.

Ministerio del Ambiente: Reglamento de la Ley General del Ambiente. Decreto Supremo N.° 014-2017-MINAM. En: *Diario Oficial El Peruano*.

Mota, Milleno Dantas; Costa, Rosa Yasmine Sousa; Guedes, Alessandra Aa Silva; Silva, Lidércia Cavalcanti Ribeiro Cerqueira E.; Chinalia, Fábio Alexandre (2019): Guava-fruit extract can improve the UV-protection efficiency of synthetic filters in sun cream formulations. En: *Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology* 201, pág. 111639. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2019.111639.

Murillo Sanchez J. (2017): Determinación de la actividad fotoprotectora in vitro de Passiflora mixta. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. Disponible en línea en https://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/6831.

Naciones Unidas (2010): Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios.

Organización Internacional del Trabajo: Convenio Núm. 169 de la OIT sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes. Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas.

Pavela, Roman; Benelli, Giovanni (2016): Ethnobotanical knowledge on botanical repellents employed in the African region against mosquito vectors - A review. En: *Experimental parasitology* 167, pág. 103–108. DOI: 10.1016/j.exppara.2016.05.010.

Pineda, Elia Beatriz; Alvarado, Eva Luz de (2008): Metodología de la investigación. Tercera edición. Washington, D.C.: Organizacion Panamericana de la Salud (Serie PALTEX para ejecutores de programas de salud, N° 47).

Prior, Ronald L.; Wu, Xianli; Schaich, Karen (2005): Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. En: *Journal of agricultural and food chemistry* 53 (10), pág. 4290–4302. DOI: 10.1021/jf0502698.

Quispe Garavito V. (2015): Formulación de una crema elaborada a base del extracto atomizado de las hojas de *Calceolaria rupestris* Molau “romero”. Ayacucho, 2015. Tesis para titulación. Universidad Nacional de San Cristóbal De Huamanga, Ayacucho. Disponible en línea en http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4243.

Rabanal Hurtado D, Salcedo Chávez, J. (2019): Actividad Antioxidante y Fotoprotectora in vitro de una Cremagel elaborada a base del extracto Metanólico de las hojas de Piper elongatum Vahl. var. salviaefolium (Miq.) Trel. (matico). Tesis para

titulación. Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Lima-Perú. Disponible en línea en https://hdl.handle.net/20.500.11818/5114.

Rivas-Morales, Catalina; Oranday-Cárdenas, María Azucena; Verde-Star, María Julia (2016): Investigación en plantas de importancia médica: OmniaScience.

Shahidi, Fereidoon; Ambigaipalan, Priyatharini (2015): Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review. En: *Journal of Functional Foods* 18, pág. 820–897. DOI: 10.1016/j.jff.2015.06.018.

Sousa, Cleyton Marcos de M.; Silva, Hilris Rocha e.; Vieira-Jr., Gerardo Magela; Ayres, Mariane Cruz C.; Da Costa, Charllyton Luis S.; Araújo, Delton Sérvulo et al. (2007): Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. En: *Quím. Nova* 30 (2), pág. 351–355. DOI: 10.1590/S0100-40422007000200021.

Srivastava, Madhumita; Shanker, Karuna (2022): Duranta erecta Linn: A critical review on phytochemistry, traditional uses, pharmacology, and toxicity from phytopharmaceutical perspective. En: *Journal of ethnopharmacology* 293, pág. 115274. DOI: 10.1016/j.jep.2022.115274.

Valdivia Díaz, Merelyn; Mathez-Stiefel, Sarah-Lan (2015): Prácticas Agroforestales, Modos de Vida y Cambio Climático. Comunidad Pacchani, Distrito Pacobamba, Apurímac, Perú. Centro Internacional de Investigación Agroforestal. Perú. Disponible en línea en https://acortar.link/RKyVcv.

Watts, Stella (2008): Plant-flower visitor interactions in the Sacred Valley of Perú. Tesis doctoral. University of Northampton, Reino Unido. Disponible en línea en https://acortar.link/U40beD.

Watts, Stella; Huamán Ovalle, David; Moreno Herrera, Marcela; Ollerton, Jeff (2012): Pollinator effectiveness of native and non-native flower visitors to an apparently generalist Andean shrub, Duranta mandonii (Verbenaceae). En: *Plant Species Biology* 27 (2), pág. 147–158. DOI: 10.1111/j.1442-1984.2011.00337.x.

ANEXOS

Anexo 1

Certificado de identificación taxonómica

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

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

CONSTANCIA N° 350-USM-MHN-2024

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

La muestra vegetal (fértil) recibida de **Rubén Albino Huayta Cárdenas ,** estudiante de pregrado de la Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga ha sido estudiada y clasificada como: *Duranta mandonii* Moldenke y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Lamiales Bromhead

FAMILIA : Verbenaceae J. St.-Hil.

GÉNERO : *Duranta* L.

ESPECIE : *Duranta mandonii* Moldenke

Nombre vulgar: "MA - 2"

Procedencia: Ayacucho

Determinado por: MSc. Hamilton Beltrán Santiago.

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

Lima, 5 de diciembre de 2024

MUSEO DE HISTORIA NATURAL - USM - Herbario San Marcos - JEFE

Dra. Joaquina Albán Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Av. Arenales 1256, Jesús María, Lima, Perú
Código postal Lima 15072

Celular: +51 932 040 566
Lunes a Viernes 8:00 - 15:45

e-mail: herbariousm@unmsm.edu.pe
https://museohn.unmsm.edu.pe/herbario.html

Anexo 2

Datos del factor de fotoprotección solar in vitro del extracto hidroalcohólico incorporado crema base

Crema base

λ (nm)	EE x I (normalizado)	Absorbancia	SPF	SPFf
290	0,015	0,022	0,0003	
295	0,0817	0,022	0,0018	
300	0,2874	0,023	0,0066	
305	0,3278	0,023	0,0075	0,182
310	0,1864	0,023	0,0043	
315	0,0839	0,022	0,0018	
320	0,018	0,019	0,0003	
	1,0002		0,0228	

Metoxicinamato de etilhexilo

λ (nm)	EE x I (normalizado)	Absorbancia	SPF	SPFf
290	0,015	1,038	0,0156	
295	0,0817	1,141	0,0932	
300	0,2874	1,208	0,3472	
305	0,3278	1,282	0,4202	10,033
310	0,1864	1,338	0,2494	
315	0,0839	1,288	0,1081	
320	0,018	1,136	0,0204	
	1,0002		1,2541	

Extracto de *D. mandonii* 7,5%

λ (nm)	EE x I (normalizado)	Absorbancia	SPF	SPFf
290	0,015	0,157	0,0024	
295	0,0817	0,152	0,0124	
300	0,2874	0,15	0,0431	
305	0,3278	0,146	0,0479	1,182
310	0,1864	0,144	0,0268	
315	0,0839	0,147	0,0123	
320	0,018	0,156	0,0028	
	1,0002		0,1477	

Anexo 2

Continuación…

Metoxicinamato de etilhexilo + Extracto de *D. mandonii* 1,0%

λ (nm)	EE x I (normalizado)	Absorbancia	SPF	SPFf
290	0,015	0,924	0,0139	
295	0,0817	1,003	0,0819	
300	0,2874	1,051	0,3021	
305	0,3278	1,108	0,3632	8,690
310	0,1864	1,149	0,2142	
315	0,0839	1,11	0,0931	
320	0,018	0,994	0,0179	
	1,0002		1,0863	

Metoxicinamato de etilhexilo + Extracto de *D. mandonii* 5,0%

λ (nm)	EE x I (normalizado)	Absorbancia	SPF	SPFf
290	0,015	0,976	0,0146	
295	0,0817	1,072	0,0876	
300	0,2874	1,133	0,3256	
305	0,3278	1,203	0,3943	9,412
310	0,1864	1,254	0,2337	
315	0,0839	1,208	0,1014	
320	0,018	1,068	0,0192	
	1,0002		1,1765	

Metoxicinamato de etilhexilo + Extracto de *D. mandonii* 7,5%

λ (nm)	EE x I (normalizado)	Absorbancia	SPF	SPFf
290	0,015	1,151	0,0173	
295	0,0817	1,246	0,1018	
300	0,2874	1,305	0,3751	
305	0,3278	1,375	0,4507	10,785
310	0,1864	1,424	0,2654	
315	0,0839	1,377	0,1155	
320	0,018	1,238	0,0223	
	1,0002		1,3481	

Anexo 3

Datos descriptivos del factor de fotoprotección solar in vitro

Tratamiento	N	X	S	SEM	95% de IC		Mín.	Máx.
					LI	LS		
C1	3	0,18	0,01	0,00	0,17	0,20	0,18	0,19
C2	3	10,02	0,25	0,15	9,39	10,65	9,85	10,31
S1	3	1,19	0,00	0,00	1,18	1,20	1,18	1,19
S2	3	8,37	0,32	0,18	7,58	9,15	8,06	8,69
S3	3	9,11	0,37	0,21	8,19	10,03	8,70	9,41
S4	3	10,60	0,17	0,10	10,18	11,02	10,46	10,79

Nota. N: repeticiones. X: media. S: desviación estándar. SEM: error estándar de la media. IC: intervalo de confianza. LI: límite inferior. LS: límite superior. Mín.: mínimo. Máx.: máximo.

Anexo 4

Datos del análisis de homogeneidad de varianzas de Levene

FPS	Estadístico de Levene	gl1	gl2	p-valor
Se basa en la media	3,412	5	12	0,038
Se basa en la mediana	1,121	5	12	0,400
Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,121	5	6,485	0,434
Se basa en la media recortada	3,206	5	12	0,046

Nota. FPS: factor de fotoprotección. gl: grados de libertad.

Anexo 5

Datos del análisis de varianza

	Suma de cuadrados	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Entre grupos	322,7859	5	64,55	1174,05	1,05 E-15
Dentro de grupos	0,6609	12	0,05		
Total	323,4459	17			

Anexo 6

Datos del análisis de comparaciones múltiples de Tukey

Factor	N	Subconjunto para alfa = 0,05				
		1	**2**	**3**	**4**	**5**
C1	3	0,184				
S1	3		1,186			
S2	3			8,367		
S3	3				9,107	
C2	3					10,020
S4	3					10,603
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	0,084

Anexo 7

Fotografías del procedimiento experimental



Hojas secas y molidas



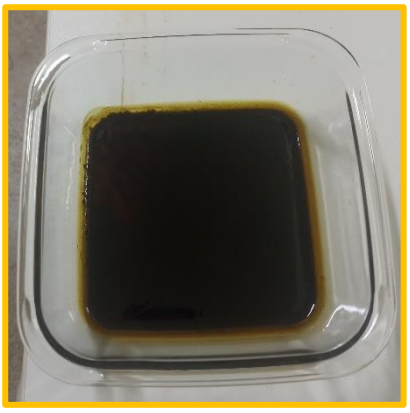
Obtención de extracto



Filtración de extracto



Concentración de extracto



Extracto seco



Preparación de soluciones



Barrido espectral en espectrofotómetro

Anexo 8

Matriz de definición y operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
Concentración del extracto hidroalcohólico atomizado	Cantidad de soluto disuelto en un volumen dado del extracto final.	La concentración se calculará en función de la cantidad de extracto utilizado y el volumen del extracto final.	Concentración (mg/ml)	Razón
Perfil de polifenoles	Se refiere a la identificación y cuantificación de los diferentes compuestos fenólicos presentes en una muestra.	El perfil de polifenoles se determinará mediante técnicas analíticas como la espectrofotometría UV-Vis o HPLC.	Abundancia relativa (%)	Razón
Actividad fotoprotectora	La actividad fotoprotectora se determinará mediante técnicas analíticas como la espectrofotometría UV-Vis o HPLC.	La actividad fotoprotectora se evaluará utilizando el método espectrofotométrico de Mansur et al., determinando el FPS del extracto.	FPS	Razón
Capacidad antioxidante	Se refiere a la habilidad de una sustancia para neutralizar los radicales libres.	La capacidad antioxidante se medirá mediante varios métodos *in vitro*, como la prueba de DPPH, ABTS y FRAP	Actividad antioxidante (%) Concentración eficiente antioxidante (µg/ml)	Razón
Composición de compuestos fenólicos	Se refiere al conjunto de compuestos naturales presentes en una muestra que contienen un grupo fenólico en su estructura	La composición de compuestos fenólicos, tanto de fenoles totales y flavonoides se determinarán mediante espectrofotometría UV-Vis.	Miligramos equivalentes a ácido gálico (mg GAE/g) Miligramos equivalentes a rutina (mg RUE/g)	Razón

Anexo 9

Matriz de consistencia

Título: Perfil de polifenoles, actividad fotoprotectora y antioxidante el extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke

Autor: Bach. Franklin GOMEZ MENDOZA

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
Problema General ¿Cuál es el perfil de polifenoles y actividad fotoprotectora y antioxidante el extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke?	***Objetivo General*** Evaluar el perfil de polifenoles, la actividad fotoprotectora y antioxidante del extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke. ***Objetivos Específicos*** a. Identificar los compuestos fenólicos presentes en el extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke.	***Hipótesis General*** El extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* presenta un perfil significativo de polifenoles, así como actividad fotoprotectora y antioxidante ***Hipótesis Específicas*** a. El extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke contiene compuestos fenólicos identificables, tales como, fenoles y flavonoides. b. El extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke presenta contenido moderado de polifenoles totales, expresado en fenoles totales y flavonoides.	***Variable Independiente*** • Concentración de extracto hidroalcohólico atomizado ***Variables dependientes*** • Perfil de polifenoles • Actividad fotoprotectora • Capacidad antioxidante • Composición de compuestos fenólicos	***Alcance*** • Descriptivo. ***Diseño*** • Transeccional descriptivo • Experimental con posprueba únicamente y grupo control ***Muestra*** • 100 g de extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii*

Anexo 9

Continuación…

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
	a. Determinar el contenido total de polifenoles (fenoles totales y flavonoides) en el extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke. b. Cuantificar la capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke. c. Evaluar la actividad fotoprotectora in vitro del extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke.	d. El extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke presenta capacidad antioxidante moderada in vitro. e. El extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke presenta actividad fotoprotectora in vitro.		***Técnica e instrumentos*** • Contenido de compuestos: Método de Folin-Ciocalteu y Tricloruro de aluminio. • Actividad fotoprotectora: Método de Mansur. • Actividad antioxidante: Método de DPPH, • Identificación de polifenoles: HPLC-DAD ***Análisis de datos*** • Media, error estándar de la media (SEM). • Análisis de varianza (ANOVA). • Tukey

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

RESOLUCIÓN DECANAL N°805-2026-UNSCH-FCSA-D

BACHILLER:

FRANKLIN GOMEZ MENDOZA

En la ciudad de Ayacucho, siendo las quince con veinte horas de la tarde del día veintitrés del mes de octubre del año dos mil veintiséis, se reunieron en el Auditorio de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, los docentes miembros del jurado evaluador, para el acto de sustentación de trabajo del titulado: Perfil de polifenoles, actividad fotoprotectora y antioxidante del extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke. Presentado por el bachiller FRANKLIN GOMEZ MENDOZA para optar el título profesional de Quimico Farmacéutico.

los miembros del Jurado de sustentación conformados por:

Presidente : Prof. Edgar Cárdenas Landeo (Delegado por el decano)
Miembros : Prof. Liselly Elvira Chauca Retamozo
: Prof. Monica Gómez Quispe
4to jurado : Prof. Daniel Santiago Chávez
Asesor : Prof. Marco Rolando Aronés Jara
Secretario Docente: Prof. Elmer Riveros Agüero

Con el quórum reglamentario se da inicio a la sustentación de tesis, el presidente de la comisión pide al secretario docente dar lectura a los documentos presentados por el recurrente, resolución decanal y algunas indiaciones al sustentante.

Acto seguido inicia la exposición del Bachiller: FRANKLIN GOMEZ MENDOZA, una vez finalizado, el presidente de la comisión solicita a los miembros del jurado evaluador realizar sus respectivas preguntas , seguidamente se da pase al asesor de tesis, para que pueda aclarar algunas preguntas, interrogantes.

El presidente invita al sustentante abandonar el auditorio para que pueda proceder con la calificación.

RESULTADO DE LA EVALUACIÓN FINAL

JURADOS	**TEXTO**	**EXPOSICIÓN**	**PREGUNTAS**	**P. FINAL**
Prof. Liselly Elvira Chauca Retamozo	17	16	16	**16**
Prof. Mónica Gómez Quispe	17	16	16	**16**
Prof. Daniel Santiago Chávez	17	17	17	**17**
PROMEDIO FINAL:				**16**

De la evaluación realizada por los miembros del jurado calificador, llegaron al siguiente resultado: Aprbar al Bachiller FRANKLIN GOMEZ MENDOZA; quien obtuvo la nota final

de dieciséis (16) para la cual los miembros del jurado evaluador firman al pie del presente, siendo la dieciséis con cuarenta horas de la tarde, se da por concluido el presente acto académico.



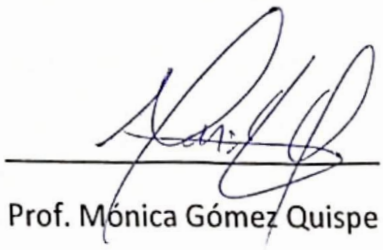
Prof. Edgar Cárdenas Landeo

Presidente



Prof. Liselly Elvira Chauca Retamozo

Miembro



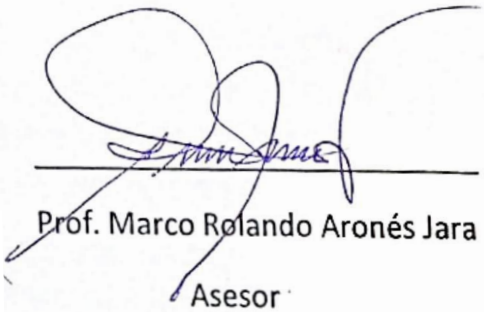
Prof. Mónica Gómez Quispe

Miembro



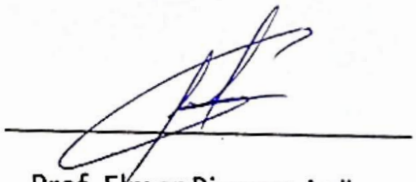
Prof. Daniel Santiago Chávez

Miembro



Prof. Marco Rolando Aronés Jara

Asesor



Prof. Elmer Riveros Agüero

Secretario Docente

UNSCH | FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD | ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

El Instructor en Segunda Instancia, en virtud de la RCU N° 039 – 2021 – UNSCH – CU, y en calidad de Director de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, emite la presente

CONSTANCIA

DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A Franklin Gomez Mendoza, Bachiller de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud, en mérito a que la tesis titulada: Perfil de polifenoles, actividad fotoprotectora y antioxidante del extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de *Duranta mandonii* Moldenke; ha alcanzado un índice de similitud de 20 % (veinte por ciento); cumpliendo satisfactoriamente lo establecido en el Art. 13 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga mediante el uso del SOFTWARE TURNITIN.

En tal sentido, se emite la presente constancia en señal de conformidad.

Ayacucho, 12 de julio de 2026

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga
Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

Dr. Enrique Javier Aguilar Felices
Director

Firmado digitalmente por Enrique Javier Aguilar Felices
Fecha: 2026.07.12 20:18:09 -05'00'

CONTANCIA N° 018 - 2026

Perfil de polifenoles, actividad fotoprotectora y antioxidante del extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de Duranta mandonii Moldenke

por Franklin Gomez Mendoza

Fecha de entrega: 12-jul-2026 07:57p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2997063666
Nombre del archivo: Borrador_de_Tesis.pdf (1.19M)
Total de palabras: 13114
Total de caracteres: 73559

Perfil de polifenoles, actividad fotoprotectora y antioxidante del extracto hidroalcohólico atomizado de las hojas de Duranta mandonii Moldenke

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%	13%	4%	19%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	Trabajo del estudiante
2	repositorio.unsch.edu.pe	Fuente de Internet
3	hdl.handle.net	Fuente de Internet
4	docslib.org	Fuente de Internet
5	www.uandina.edu.pe	Fuente de Internet
6	fdocuments.ec	Fuente de Internet

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 30 words
Excluir bibliografía	Activo		