

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS

**MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA, MENCIÓN GESTIÓN DE CALIDAD
Y SEGURIDAD ALIMENTARIA – COHORTE IV**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA:

**Una revisión sobre las propiedades antioxidantes y antimicrobianas de
extractos vegetales estudiados recientemente en Ecuador**

AUTORA:

Ing. Dina María Loor Salvatierra

TUTOR:

Blgo. Víctor Oswaldo Otero Tuárez, PhD

MANTA – MANABÍ – ECUADOR

2024 – 2025

Resumen

Se realizó una revisión sistemática con síntesis cualitativa de literatura publicada entre 2020 y 2025, siguiendo PRISMA 2020, sobre extractos vegetales estudiados en Ecuador por su actividad antioxidante y antimicrobiana. La búsqueda se efectuó en PubMed, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SciELO, Redalyc y Google Scholar. Se incluyeron 37 artículos que abarcaron 32 especies, con mayor recurrencia de *Lippia alba*, *Cymbopogon citratus*, *Ocimum campechianum*, *Croton lechleri*, *Vaccinium floribundum* y *Theobroma cacao*. Predominaron la maceración hidroalcohólica y la extracción sólido líquido, mientras en aceites esenciales se utilizó sobre todo destilación por arrastre de vapor. La actividad antioxidante se evaluó principalmente con DPPH, ABTS y FRAP, y la antimicrobiana en ensayos *in vitro* mediante difusión en agar y microdilución para estimar la concentración mínima inhibitoria. En conjunto, mayores contenidos fenólicos se asociaron con mejor respuesta antioxidante, y las fracciones volátiles ricas en terpenos mostraron mayor inhibición, especialmente frente a bacterias Gram positivas. Los hallazgos apoyan su potencial en bioconservación e ingredientes funcionales, aunque se requiere estandarización metodológica y validación en matrices alimentarias, con estudios de estabilidad e inocuidad.

Palabras clave: *extractos vegetales; actividad antioxidante; actividad antimicrobiana; compuestos bioactivos; Ecuador.*

Abstract

A systematic review with qualitative synthesis of literature published between 2020 and 2025 was conducted, following PRISMA 2020, on plant extracts studied in Ecuador for their antioxidant and antimicrobial activity. The search was conducted in PubMed, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SciELO, Redalyc, and Google Scholar. Thirty-seven articles covering thirty-two species were included, with the highest recurrence of *Lippia alba*, *Cymbopogon citratus*, *Ocimum campechianum*, *Croton lechleri*, *Vaccinium floribundum*, and *Theobroma cacao*. Hydroalcoholic maceration and solid-liquid extraction predominated, while steam distillation was used for essential oils. Antioxidant activity was evaluated with DPPH, ABTS, and FRAP, and antimicrobial activity was evaluated in vitro using agar diffusion and microdilution to estimate the minimum inhibitory concentration. Overall, higher phenolic contents were associated with better antioxidant response, and volatile fractions rich in terpenes showed greater inhibition, especially against Gram-positive bacteria. The findings support their potential in bioconservation and functional ingredients, although methodological standardization and validation in food matrices are required, with stability and safety studies.

Keywords: *plant extracts; antioxidant activity; antimicrobial activity; bioactive compounds; Ecuador.*

1. Introducción

El deterioro microbiológico y la oxidación constituyen dos de los principales factores que limitan la inocuidad, la calidad sensorial y la vida útil de alimentos frescos y procesados. Además de generar pérdidas económicas a lo largo de la cadena, estos procesos pueden incrementar el riesgo sanitario y debilitar la confianza del consumidor, sobre todo cuando la alteración no es evidente a simple vista (Latham, 2002). En paralelo, el interés por disminuir el uso de aditivos sintéticos, tanto por preocupaciones asociadas a su consumo como por la preferencia del mercado hacia formulaciones más naturales, ha reforzado la búsqueda de alternativas compatibles con el enfoque de etiquetas limpias. En este escenario, los extractos vegetales destacan como fuentes de compuestos bioactivos con potencial antioxidante y antimicrobiano, con aplicación para retardar reacciones oxidativas y limitar el crecimiento microbiano en matrices alimentarias (Urrialde et al., 2022).

Desde una perspectiva bioquímica, distintas partes de las plantas, como hojas, flores, semillas, cáscaras y látex, concentran metabolitos secundarios con actividad funcional, entre ellos polifenoles, flavonoides, terpenoides, taninos y alcaloides. En la literatura, la eficacia de estos compuestos suele evaluarse mediante ensayos *in vitro* frente a bacterias Gram positivas, Gram negativas y hongos de interés sanitario y tecnológico, lo que sustenta su proyección como alternativa para reemplazar o complementar conservantes sintéticos en alimentos. Sin embargo, la magnitud de la actividad observada varía de forma importante entre especies y entre estudios, debido a diferencias asociadas al tipo de matriz vegetal, el método de extracción, el solvente utilizado, la concentración evaluada y las condiciones del ensayo biológico, por lo que resulta necesaria una lectura comparativa y crítica para evitar generalizaciones.

En Ecuador, este interés adquiere particular relevancia debido a su condición de país megadiverso, vinculada con la interacción de factores geográficos, climáticos y ecológicos que favorecen una elevada riqueza florística y la presencia de metabolitos secundarios con potencial de uso alimentario, farmacéutico y cosmético (de Meyer et al., 2022; Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2025; Tapia et al., 2008). En consecuencia, el país ofrece una base amplia para identificar especies nativas o cultivadas con capacidad bioactiva, así como subproductos agroindustriales susceptibles de valorización, una visión que se alinea con tendencias de aprovechamiento sostenible y economía circular.

La evidencia disponible muestra con claridad que la bioactividad no depende únicamente de la especie, sino también de cómo se obtiene y evalúa el extracto. Un ejemplo de esta heterogeneidad se observa en *Croton lechleri* conocido como sangre de drago, donde se han reportado respuestas distintas según el tipo de preparación, el solvente y el protocolo microbiológico. En un estudio se evaluó el látex crudo diluido en agua destilada mediante difusión en agar frente a cepas de referencia, sin observar halos de inhibición bajo las condiciones utilizadas, lo que sugiere la sensibilidad del resultado al procedimiento aplicado (Tualombo & Castillo, 2023). En contraste, otros reportes han descrito actividad relevante del látex o fracciones asociadas, lo que refuerza que las conclusiones deben interpretarse considerando el método de extracción, el rango de concentraciones y el sistema de lectura microbiológica empleado (Valarezo, Gaona-Granda, et al., 2021).

En términos generales, las especies aromáticas y medicinales tienden a mostrar respuestas antimicrobianas más consistentes cuando se analizan aceites esenciales o extractos hidroalcohólicos, debido a la presencia de terpenos y compuestos volátiles con afinidad por membranas microbianas. En el contexto ecuatoriano, se ha reportado este comportamiento en

plantas como *Lippia alba* y *Cymbopogon citratus*, además de *Ocimum campechianum*, especies en las que la fracción volátil suele concentrar compuestos asociados con actividad antimicrobiana, mientras los extractos hidroalcohólicos suelen reflejar con mayor fuerza componentes fenólicos vinculados a actividad antioxidante (Guerrini et al., 2023; Hernández-Leyva et al., 2025; Tacchini et al., 2020).

De manera complementaria, especies frutales y sus subproductos, como cáscaras y semillas, han sido descritos como matrices con alto potencial antioxidante por su aporte de antocianinas y otros polifenoles. En este grupo, se incluyen frutas como *Eugenia stipitata* conocida como arazá y *Vaccinium floribundum* conocido como mortiño, cuyos extractos han mostrado respuestas destacables en ensayos antioxidantes y, en algunos casos, actividad antimicrobiana frente a microorganismos de interés (Baenas et al., 2020; Duarte-Casar et al., 2024). Asimismo, *Theobroma cacao* representa una especie estratégica en Ecuador por su relevancia económica y por el valor funcional de sus granos y subproductos, donde se han descrito flavanoles, catequinas y ácidos fenólicos con potencial antioxidante y antimicrobiano, además de oportunidades de aprovechamiento sostenible de residuos agroindustriales (Cornejal et al., 2023; Llerena et al., 2023; Murcia Artunduaga & Castañeda, 2022; Villarroel-Bastidas et al., 2024).

En este marco, la presente revisión analiza de manera crítica y comparativa la evidencia científica publicada entre 2020 y 2025 sobre propiedades antioxidantes y antimicrobianas de extractos vegetales estudiados en Ecuador, considerando la especie, la parte utilizada, los métodos de extracción, los ensayos aplicados y los compuestos bioactivos reportados. A partir de esta síntesis, se busca identificar especies y matrices con mayor potencial funcional y aportar criterios útiles para futuras aplicaciones en conservación de alimentos. Como supuesto de trabajo, se considera que la capacidad antioxidante se relaciona con mayor frecuencia con el contenido de

compuestos fenólicos, mientras la actividad antimicrobiana tiende a expresarse con mayor intensidad en fracciones ricas en terpenos y otros volátiles, sin excluir el aporte de taninos y otros metabolitos cuando las condiciones de extracción y evaluación lo favorecen (Chemat et al., 2017; Prior et al., 2005).

2. Metodología

La investigación se desarrolló como una revisión sistemática de literatura con síntesis cualitativa, orientada a recopilar, analizar y organizar evidencia científica sobre propiedades antioxidantes y antimicrobianas de extractos vegetales evaluados en Ecuador. El corpus consideró especies nativas o cultivadas, además de matrices frutales y subproductos vegetales, con énfasis en aquellas que la literatura reciente reporta con mayor recurrencia, como especies aromáticas y medicinales, por ejemplo, *Lippia alba*, *Cymbopogon citratus*, *Ocimum campechianum*, *Ruta graveolens* y *Croton lechleri*, y especies frutales andinas o tropicales, por ejemplo, *Vaccinium floribundum*, *Eugenia stipitata*, *Passiflora tripartita* var. *mollissima* y *Theobroma cacao*, entre otras incluidas en los estudios seleccionados.

El proceso de revisión se ejecutó entre abril y octubre de 2025 desde Manta, Ecuador, y se organizó siguiendo las recomendaciones del modelo PRISMA 2020 para transparentar la búsqueda, la selección, la elegibilidad y la síntesis de información. La búsqueda se realizó en bases de datos científicas, incluyendo PubMed, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SciELO, Redalyc y Google Scholar. De manera complementaria, se revisaron portales editoriales y plataformas de revistas indexadas vinculadas con fitoquímica, biotecnología y ciencias de los alimentos, además de repositorios de acceso abierto, priorizando publicaciones revisadas por pares y con trazabilidad bibliográfica.

Para ampliar la recuperación de documentos, se emplearon combinaciones de palabras clave en español e inglés relacionadas con plantas de Ecuador, extractos vegetales, actividad antioxidante, actividad antimicrobiana y compuestos bioactivos, junto con operadores booleanos. Se trabajaron combinaciones equivalentes a antioxidant activity, plant extracts, antimicrobial, Ecuadorian plants y bioactive compounds, buscando capturar tanto estudios enfocados en especies del país como investigaciones desarrolladas con material vegetal colectado o cultivado en Ecuador.

La selección se realizó en dos etapas, primero se revisaron títulos y resúmenes para verificar la pertinencia temática y luego se evaluó el texto completo para confirmar el cumplimiento de criterios de elegibilidad. Se gestionaron duplicados y se registró el proceso mediante una matriz de control alineada con el flujo PRISMA. En términos operativos, se revisaron aproximadamente 45 documentos y, tras aplicar los criterios establecidos, 37 publicaciones conformaron el conjunto final de análisis.

En cada artículo incluido se extrajo información sobre especie vegetal, parte utilizada, tipo de extracto, técnica de extracción y solventes, además de ensayos empleados para actividad antioxidante, por ejemplo, DPPH, ABTS, FRAP u ORAC, y para actividad antimicrobiana, como la difusión en agar, microdilución para MIC y, cuando existió, MBC. También se sistematizó la composición fitoquímica reportada, con énfasis en fenoles totales, flavonoides, terpenos, taninos, antocianinas u otros metabolitos descritos por las técnicas analíticas del estudio. La organización y depuración se realizó en hojas de cálculo y la síntesis se desarrolló de manera comparativa y cualitativa, sin metaanálisis, debido a la heterogeneidad de métodos, unidades de reporte y condiciones experimentales entre publicaciones.

Los criterios de inclusión priorizaron artículos originales y revisiones sistemáticas publicadas entre 2020 y 2025 en revistas arbitradas, disponibles en español o inglés con acceso a

texto completo, con estudios realizados en Ecuador o con especies originarias o cultivadas en el país, y con metodología claramente descrita, resultados verificables y evaluación de actividad antioxidante o antimicrobiana, principalmente mediante ensayos *in vitro*. Se excluyeron duplicados, literatura gris sin revisión por pares, investigaciones fuera del rango temporal, estudios sin relación directa con las variables de interés, artículos con debilidades metodológicas evidentes, y trabajos basados exclusivamente en aproximaciones *in silico*.

Finalmente, se consideraron principios éticos propios de la investigación documental mediante citación y referenciación completa de todas las fuentes, conforme a normas APA en su séptima edición.

3. Resultados y discusión

Ecuador es reconocido como uno de los 17 países megadiversos del mundo (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2025). Esta diversidad se explica, además, por una topografía compleja en la que convergen la cordillera de los Andes, la región amazónica, la costa del Pacífico y el archipiélago de las Galápagos (Tapia et al., 2008), por ende, el país constituye una fuente relevante de metabolitos secundarios con potencial de aplicación alimentaria, farmacéutica y cosmética (de Meyer et al., 2022).

Con base en la evidencia revisada, se identificaron especies nativas y cultivadas estudiadas por su composición fitoquímica y por actividades antioxidante y antimicrobiana. Las Tablas 1 y 2 sintetizan el inventario por grupos, plantas medicinales, aromáticas o forestales, y especies frutales, integrando nombre científico y común, categoría morfológica o taxonómica, parte utilizada y referencias. Este inventario no busca cubrir toda la biodiversidad vegetal ecuatoriana, sino organizar las especies más recurrentes y con resultados bioactivos reportados en el periodo revisado.

Tabla 1. Especies vegetales evaluadas por sus extractos bioactivos

Nombre científico	Nombre común	Categoría morfológica o taxonómica	Parte utilizada	Referencias
<i>Annona muricata</i>	Guanábana	Árbol perennifolio (Annonaceae)	Hojas y frutos	Párraga et al. (2024); Zhapan Revilla et al. (2021)
<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca blanca	Arbusto leñoso (Asteraceae)	Partes aéreas	Bayas-Morejón et al. (2020)
<i>Bursera graveolens</i>	Palo santo	Árbol aromático (Burseraceae)	Tallo, madera y aceite esencial	Espinoza et al. (2021)
<i>Clinopodium brownei</i> (Sw.) Kuntze	Menta silvestre	Hierba o subarbusto aromático (Lamiaceae)	Hojas	Noriega et al. (2023)
<i>Croton ferrugineus</i> Kunth	Mosquerillo	Árbol mediano (Euphorbiaceae)	Hojas	Valarezo, Gaona-Granda, et al. (2021)
<i>Croton lechleri</i>	Sangre de drago	Árbol mediano (Euphorbiaceae)	Látex o resina	Tualombo & Castillo (2023)
<i>Cymbopogon citratus</i>	Hierba luisa	Hierba perenne (Poaceae)	Partes aéreas	Guerrini et al. (2023); Revelo Motta (2023)
<i>Dacryodes olivifera Cuatrec</i>	Copal o sangregado	Arbusto leñoso (Burseraceae)	Frutos	Valarezo et al. (2020); Sosa et al. (2023)
<i>Ilex guayusa</i>	Guayusa	Árbol o arbusto perennifolio (Araliaceae)	Hojas	Meneses et al. (2024)
<i>Lippia alba</i>	Prontoalivio o cedrón	Arbusto aromático (Verbenaceae)	Hojas	Hernández-Leyva et al. (2025); Chica-Mendoza et al. (2025)
<i>Ocimum campechianum</i>	Albahaca silvestre	Subarbusto aromático (Lamiaceae)	Parte aérea	Tacchini et al. (2020); Guerrini et al. (2023)
<i>Piper carpunya</i>	Guaviduca	Arbusto leñoso (Piperaceae)	Hojas	Guamán-Balcázar et al. (2025); Valarezo, Rivera, et al. (2021)
<i>Ruta graveolens</i>	Ruda	Subarbusto perenne (Rutaceae)	Hojas y flores	Montero et al. (2025)
<i>Simira ecuadorensis</i>	Guápala	Árbol (Rubiaceae)	Hojas	Guamán-Balcázar et al. (2025)
<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	Hierba perenne (Asteraceae)	Hojas y flores	Moncayo et al. (2022)
<i>Theobroma cacao</i>	Cacao fino de aroma	Árbol tropical (Malvaceae)	Cáscara, mucílago y semillas	Llerena et al. (2023); Villarroel-Bastidas et al. (2024)

Tabla 2. Especies frutales evaluadas por sus extractos bioactivos

Nombre científico	Nombre común	Categoría morfológica o taxonómica	Parte utilizada	Referencias
<i>Annona muricata</i>	Guanábana	Árbol perennifolio (Annonaceae)	Pulpa	Párraga et al. (2024)
<i>Bactris gasipaes</i>	Chonta	Palma (Arecaceae)	Fruto y semillas	Duarte-Casar et al. (2024)
<i>Carica papaya</i>	Papaya	Hierba arborescente (Caricaceae)	Cáscara y semillas	Lozano et al. (2024)

<i>Eugenia stipitata</i>	Arazá	Árbol pequeño (Myrtaceae)	Pulpa y semillas	Duarte-Casar <i>et al.</i> (2024)
<i>Mangifera indica</i>	Mango	Árbol siempreverde (Anacardiaceae)	Hojas	Carrillo-Tomalá & Díaz-Torres (2020)
<i>Inga edulis</i>	Guaba	Árbol leguminoso (Fabaceae)	Pulpa	Coyago-Cruz <i>et al.</i> (2023)
<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano o guineo	Hierba gigante (Musaceae)	Cáscara	Rivadeneira <i>et al.</i> (2025)
<i>Nephelium lappaceum</i>	Achotillo o rambután	Frutal tropical	Cáscara	Jantapaso & Mittraparp-arthon (2022)
<i>Passiflora tripartita</i> var. <i>mollissima</i>	Taxo	Liana trepadora (Passifloraceae)	Cáscara verde y madura	Justil-Guerrero <i>et al.</i> (2024)
<i>Persea americana</i>	Aguacate	Árbol siempreverde (Lauraceae)	Cáscara	Donoso <i>et al.</i> (2024)
<i>Physalis peruviana</i>	Uvilla	Hierba o subarbusto (Solanaceae)	Fruto y cáliz	Añibarro-Ortega <i>et al.</i> (2025)
<i>Selenicereus megalanthus</i>	Pitahaya amarilla	Cactácea trepadora (Cactaceae)	Fruto	Pesantes-Gallardo <i>et al.</i> (2024)
<i>Solanum betaceum</i>	Tomate de árbol	Arbusto o árbol pequeño (Solanaceae)	Pulpa y cáscara	Diep <i>et al.</i> (2021)
<i>Solanum quitoense</i>	Naranjilla	Arbusto perenne (Solanaceae)	Cáscara, pulpa y semillas	Añibarro-Ortega <i>et al.</i> (2025)
<i>Vaccinium floribundum</i>	Mortiño	Fruta andina	Frutos	Bañas <i>et al.</i> (2020)
<i>Vasconcellea pubescens</i>	Babaco	Hierba arborescente (Caricaceae)	Pulpa	Fuentes <i>et al.</i> (2023)

En conjunto, el inventario permitió reconocer 32 especies estudiadas por potencial bioactivo, con 16 especies asociadas principalmente a usos medicinales, aromáticos o forestales y 16 especies frutales. En especies como *Annona muricata*, *Dacryodes olivifera* y *Theobroma cacao* se evaluaron múltiples partes, lo que sugiere un interés creciente por el aprovechamiento integral de matrices con diferente perfil de metabolitos.

A nivel taxonómico, se repitieron familias como Lamiaceae, Euphorbiaceae, Verbenaceae, Burseraceae y Passifloraceae, coherente con su diversidad fitoquímica y con compuestos vinculados a funciones antioxidantes y antimicrobianas (de Meyer *et al.*, 2022; Guerrini *et al.*, 2023). Por disponibilidad de muestra y concentración de metabolitos, las hojas fueron el tejido más evaluado, seguidas por frutos, cáscaras y semillas, y de forma más específica, látex y aceites esenciales.

3.1. Técnicas de extracción empleadas en la obtención de los extractos vegetales

La técnica de extracción condiciona el rendimiento, la composición y la respuesta biológica del extracto, debido a que la transferencia de masa depende, entre otros factores, de la polaridad del solvente, la temperatura, el tiempo de contacto y el tamaño de partícula (Azmir *et al.*, 2013). En la evidencia revisada, la selección metodológica respondió principalmente al tipo de matriz y a la estabilidad esperada de los compuestos, por lo que se observaron procedimientos convencionales junto con alternativas asistidas.

En términos generales, predominó la maceración hidroalcohólica, por su simplicidad y afinidad con fenoles, flavonoides y taninos (Hernández-Leyva *et al.*, 2025). En matrices más complejas se recurrió a técnicas térmicas como Soxhlet o reflujo, orientadas a una extracción más exhaustiva, aunque con mayor consumo energético y riesgo de degradación de compuestos termolábiles (Espinoza *et al.*, 2021; Valarezo, Gaona-Granda, *et al.*, 2021). Como alternativa, la extracción asistida por ultrasonido se reportó como opción ecoeficiente para mejorar rendimiento sin elevar en exceso la temperatura, lo que favorece la conservación de compuestos sensibles (Chemat *et al.*, 2017). Para especies aromáticas, la obtención de aceites esenciales se concentró en la destilación por arrastre de vapor, consistente con el carácter volátil de terpenos y con la necesidad de preservar el perfil funcional (Espinoza *et al.*, 2021; Hernández-Leyva *et al.*, 2025).

Tabla 3. Métodos de extracción aplicados a las especies vegetales revisadas

Nombre científico	Nombre común	Parte utilizada	Técnica de extracción	Solvente empleado	Referencias
<i>Annona muricata</i>	Guanábana	Hojas y frutos	Maceración	Etanol 70 %	Párraga <i>et al.</i> (2024); Zhapan Revilla <i>et al.</i> (2021)
<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca blanca	Partes aéreas	Reflujo térmico	Metanol	Bayas-Morejón <i>et al.</i> (2020)
<i>Bursera graveolens</i>	Palo santo	Madera	Destilación por arrastre de vapor	No aplica	Espinoza <i>et al.</i> (2021)
<i>Clinopodium brownei</i>	Menta silvestre	Hojas	Maceración dinámica	Etanol 80 %	Noriega <i>et al.</i> (2023)
<i>Croton ferrugineus</i>	Mosquerillo	Hojas	Reflujo térmico	Etanol 95 %	(Valarezo, Gaona-Granda, <i>et al.</i> , 2021)

<i>Croton lechleri</i>	Sangre de drago	Látex	Extracción directa	No aplica	Tualombo Masabanda & Castillo Hidalgo (2023)
<i>Cymbopogon citratus</i>	Hierba luisa	Partes aéreas	Ultrasonido	Etanol 80 %	Guerrini <i>et al.</i> (2023); Revelo (2023)
<i>Dacryodes olivifera</i>	Copal o sangregado	Frutos	Soxhlet	Etanol absoluto	Valarezo <i>et al.</i> (2020); Sosa <i>et al.</i> (2023)
<i>Ilex guayusa</i>	Guayusa	Hojas	Maceración con agitación	Etanol 70 %	Meneses <i>et al.</i> (2024)
<i>Lippia alba</i>	Cedrón	Hojas	Destilación y maceración	Etanol 80 % y vapor	Hernández-Leyva <i>et al.</i> (2025); Chica-Mendoza <i>et al.</i> (2025)
<i>Ocimum campechianum</i>	Albahaca silvestre	Parte aérea	Agitación orbital	Etanol 80 %	Tacchini <i>et al.</i> (2020); Guerrini <i>et al.</i> (2023)
<i>Piper carpunya</i>	Guaviduca	Hojas	Ultrasonido	Etanol 70 %	Guamán-Balcázar <i>et al.</i> (2025); Valarezo, Rivera, <i>et al.</i> (2021)
<i>Ruta graveolens</i>	Ruda	Hojas y flores	Maceración	Etanol 80 %	Montero <i>et al.</i> (2025)
<i>Simira ecuadorensis</i>	Guápala	Hojas	Maceración	Etanol 70 %	Guamán-Balcázar <i>et al.</i> (2025)
<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	Hojas y flores	Maceración	Etanol 70 %	Moncayo Rivera <i>et al.</i> (2022)
<i>Theobroma cacao</i>	Cacao fino de aroma	Cáscara y mucílago	Extracción sólido líquido	Etanol y agua 80 a 20	Llerena <i>et al.</i> (2023); Villarroel-Bastidas <i>et al.</i> (2024)

En especies frutales dominó la extracción sólido líquido y la maceración con solventes hidroalcohólicos, en concordancia con la recuperación de antocianinas y otros fenoles relativamente polares, generalmente bajo condiciones moderadas de temperatura (Baenas *et al.*, 2020; Duarte-Casar *et al.*, 2024). No obstante, también se describió el uso puntual de ultrasonido o reflujo térmico, sobre todo en cáscaras o matrices estructuralmente más complejas (Donoso *et al.*, 2024; Jantapaso & Mittraparp-arthorn, 2022).

Tabla 4. Métodos de extracción aplicados a las especies frutales revisadas

Nombre científico	Nombre común	Parte utilizada	Técnica de extracción	Solvente empleado	Referencias
<i>Passiflora tripartita</i> var. <i>mollissima</i>	Taxo	Cáscara verde y madura	Maceración	Etanol 70 %	Justil-Guerrero <i>et al.</i> (2024)
<i>Selenicereus megalanthus</i>	Pitahaya amarilla	Fruto	Maceración	Etanol 70 %	Pesantes-Gallardo <i>et al.</i> (2024)
<i>Vaccinium floribundum</i>	Mortiño	Frutos	Extracción acuosa y etanólica	Agua y etanol 80 %	Baenas <i>et al.</i> (2020)

<i>Eugenia stipitata</i>	Arazá	Pulpa y semillas	Maceración	Etanol y agua 70 a 30	Duarte-Casar <i>et al.</i> (2024)
<i>Bactris gasipaes</i>	Chonta	Fruto y semillas	Maceración	Etanol 70 %	Duarte-Casar <i>et al.</i> (2024)
<i>Carica papaya</i>	Papaya	Cáscara y semillas	Maceración	Etanol 70 %	Lozano Delgado <i>et al.</i> (2024)
<i>Persea americana</i>	Aguacate	Cáscara	Ultrasonido	Etanol 80 %	Donoso <i>et al.</i> (2024)
<i>Mangifera indica</i>	Mango	Hojas	Soxhlet	Metanol	Carrillo-Tomalá & Díaz-Torres (2020)
<i>Inga edulis</i>	Guaba	Pulpa	Maceración	Etanol 70 %	Coyago-Cruz <i>et al.</i> (2023)
<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano o guineo	Cáscara	Maceración	Etanol 80 %	Rivadeneira Barcia <i>et al.</i> (2025)
<i>Nephelium lappaceum</i>	Achotillo o rambután	Cáscara	Reflujo térmico	Etanol 80 %	Jantapaso & Mittraparp-arthorn (2022)
<i>Physalis peruviana</i>	Uvilla	Fruto y cáliz	Maceración	Etanol 70 %	Añibarro-Ortega <i>et al.</i> (2025)
<i>Solanum betaceum</i>	Tomate de árbol	Pulpa y cáscara	Maceración	Etanol 70 %	Diep <i>et al.</i> (2021)
<i>Solanum quitoense</i>	Naranjilla	Pulpa y semillas	Maceración	Etanol 80 %	Añibarro-Ortega <i>et al.</i> (2025)
<i>Vasconcellea pubescens</i>	Babaco	Pulpa	Maceración	Etanol 80 %	Fuentes <i>et al.</i> (2023)
<i>Annona muricata</i>	Guanábana	Pulpa	Maceración	Etanol 70 %	Párraga <i>et al.</i> (2024)

En conjunto, las Tablas 3 y 4 reflejan que la maceración hidroalcohólica fue el estándar más común, mientras los aceites esenciales se obtuvieron principalmente por destilación. Esta diversidad metodológica es relevante al interpretar diferencias entre publicaciones, ya que variaciones en solvente, tiempo y técnica influyen en el perfil químico y, por ende, en la magnitud de los efectos antioxidantes y antimicrobianos reportados (Azmir *et al.*, 2013; Chemat *et al.*, 2017).

3.2. Actividad antioxidante, ensayos aplicados

La caracterización antioxidante se utilizó para estimar la capacidad de los extractos de neutralizar radicales o reducir especies reactivas, mediante ensayos basados en transferencia de electrones o de átomo de hidrógeno, cuantificados por espectrofotometría (Prior *et al.*, 2005). En la evidencia revisada, se observó que la combinación de ensayos mejoró la lectura comparativa, debido a que una misma matriz puede responder de forma diferente según su composición y su fracción química.

DPPH y ABTS fueron recurrentes por su simplicidad y por facilitar comparaciones cuando las condiciones metodológicas fueron similares, mientras FRAP aportó información del poder reductor y ORAC se aplicó de manera más selectiva en frutas pigmentadas, al integrar la respuesta frente a radicales peroxilo (Benzie & Strain, 1996; Brand-Williams *et al.*, 1995; Prior *et al.*, 2005; Re *et al.*, 1999).

Tabla 5. Ensayos de actividad antioxidante aplicados y parámetros reportados

Nombre científico	Nombre común	Tipo de extracto	Ensayos aplicados	Parámetros evaluados o resultados reportados	Referencias
<i>Annona muricata</i>	Guanábana	Etanólico 70 %	DPPH, ABTS, TPC	Alta capacidad antioxidante, IC ₅₀ menor a 200 µg/mL, correlación con polifenoles totales	Párraga <i>et al.</i> (2024); Zapan <i>et al.</i> (2021)
<i>Lippia alba</i>	Cedrón o prontoalivio	Etanólico 80 %	DPPH, ABTS, FRAP, TPC, TFC	Actividad radicalaria mayor a 85 %, contenido fenólico mayor a 80 mg GAE/g y flavonoides mayor a 30 mg QE/g	Hernández-Leyva <i>et al.</i> (2025); Chica-Mendoza <i>et al.</i> (2025)
<i>Cymbopogon citratus</i>	Hierba luisa	Etanólico 80 %	DPPH, FRAP, TFC	Poder reductor mayor a 400 µmol Fe ²⁺ /g y alta capacidad donadora de H	Guerrini <i>et al.</i> (2023); Revelo Motta (2023)
<i>Croton lechleri</i>	Sangre de drago	Látex natural	DPPH, ABTS, TPC	Alta inhibición mayor a 90 %, asociada a proantocianidinas y taninos	Tualombo & Castillo (2023)
<i>Piper carpunya</i>	Guaviduca	Etanólico 70 %	DPPH, ABTS, FRAP	Actividad moderada a alta entre 65 y 80 %, correlación con flavonoides y terpenos	Guamán-Balcázar <i>et al.</i> (2025); Valarezo, Rivera, <i>et al.</i> (2021)
<i>Ruta graveolens</i>	Ruda	Etanólico 80 %	DPPH, TPC	Actividad moderada asociada a rutina y furocumárinas	Montero Recalde <i>et al.</i> (2025)
<i>Theobroma cacao</i>	Cacao fino de aroma	Etanol y agua 80 a 20	DPPH, FRAP, TPC, TFC	Alta capacidad reducida y contenido fenólico mayor a 100 mg GAE/g en cáscara y semilla	Llerena <i>et al.</i> (2023); Villarroel-Bastidas <i>et al.</i> (2024)
<i>Passiflora tripartita</i> var. <i>mollissima</i>	Taxo	Etanólico 70 %	DPPH, FRAP, TPC	Alta capacidad reducida en cáscara verde y madura	Justil-Guerrero <i>et al.</i> (2024)
<i>Vaccinium floribundum</i>	Mortiño	Acuoso y etanólico 80 %	DPPH, ABTS, FRAP, ORAC, TPC, TFC	Actividad superior, ORAC mayor a 120 µmol TE/g, alto contenido de antocianinas y flavonoles	Bañas <i>et al.</i> (2020)
<i>Eugenia stipitata</i>	Arazá	Etanólico 70 a 30	DPPH, FRAP, ORAC, TPC	Alta capacidad antioxidante asociada a ácido gálico y catequinas	Duarte-Casar <i>et al.</i> (2024)

<i>Persea americana</i>	Aguacate	Etanólico 80 %	DPPH, ABTS, TPC	Extractos de cáscara con potencial antioxidante, IC ₅₀ cercano a 150 µg/mL	Donoso <i>et al.</i> (2024)
<i>Selenicereus megalanthus</i>	Pitahaya amarilla	Etanólico 70 %	DPPH, FRAP, TPC	Alta actividad asociada a betalaínas y polifenoles	Pesantes-Gallardo <i>et al.</i> (2024)
<i>Carica papaya</i>	Papaya	Etanólico 70 %	DPPH, FRAP, TPC, TFC	Actividad moderada en cáscara y semillas, contenido fenólico mayor a 60 mg GAE/g	Lozano <i>et al.</i> (2024)
<i>Solanum betaceum</i>	Tomate de árbol	Etanólico 70 %	DPPH, FRAP, TPC	Alta capacidad reductora y contenido de antocianinas	Diep <i>et al.</i> (2021)

Nota: GAE, equivalentes de ácido gálico; QE, equivalentes de quercetina; TE, equivalentes de Trolox; IC₅₀, concentración inhibitoria media.

De manera consistente, se observó correspondencia entre mayores valores de TPC o TFC y mayores respuestas en DPPH o ABTS, especialmente en especies aromáticas y frutas ricas en pigmentos, lo que respalda la relación positiva entre fenoles y capacidad antioxidante (Prior *et al.*, 2005).

3.3. Actividad antimicrobiana, ensayos aplicados

La evaluación antimicrobiana se orientó a determinar la inhibición de microorganismos de relevancia clínica y alimentaria mediante métodos de difusión y dilución frente a bacterias y hongos de referencia, como *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa* o *C. albicans* (Balouiri *et al.*, 2016). En los estudios revisados, predominó la difusión en disco y en pozo como aproximación inicial, aunque su lectura se fortaleció cuando se complementó con microdilución para estimar MIC y, cuando estuvo disponible, MBC, debido a que la difusión puede verse afectada por la viscosidad del extracto, el agar y el solvente residual (Balouiri *et al.*, 2016).

Los patrones sugieren mayor sensibilidad de Gram positivas frente a aceites esenciales y extractos etanólicos de plantas aromáticas, un comportamiento coherente con la acción de terpenos y fenoles volátiles sobre membranas, mientras especies con taninos, cumarinas o alcaloides mostraron respuestas variables según la fracción química y el protocolo (Guerrini *et al.*, 2023; Hernández-Leyva *et al.*, 2025; Tacchini *et al.*, 2020).

Tabla 6. Ensayos de actividad antimicrobiana aplicados y resultados reportados

Nombre científico	Nombre común	Tipo de extracto	Microorganismos evaluados	Método aplicado	Resultados u observaciones	Referencias
<i>Lippia alba</i>	Cedrón o prontoalívío	Etanólico 80 %	<i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>C. albicans</i>	Difusión en disco, MIC	Halos de 12 a 18 mm, MIC cercana a 0,5 mg/mL frente a <i>S. aureus</i> , acción bactericida reportada	Hernández-Leyva <i>et al.</i> (2025)
<i>Ocimum campechianum</i>	Albahaca silvestre	Aceite esencial y etanólico	<i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i>	Difusión en disco y pozo	Halos de 10 a 15 mm, mejor inhibición en Gram positivas, efecto vinculado con terpenos	Tacchini <i>et al.</i> (2020)
<i>Cymbopogon citratus</i>	Hierba luisa	Etanólico 80 % y aceite esencial	<i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>P. aeruginosa</i>	MIC y difusión en disco	MIC entre 0,25 y 1 mg/mL, halos iguales o mayores a 14 mm, efecto dependiente de concentración	Guerrini <i>et al.</i> (2023)
<i>Bursera graveolens</i>	Palo santo	Aceite esencial	<i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Salmonella</i> spp.	Difusión en disco	Halos de 10 a 16 mm, actividad moderada a fuerte frente a <i>S. aureus</i>	Espinosa <i>et al.</i> (2021)
<i>Piper carpunya</i>	Guaviduca	Etanólico 70 %	<i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i>	Difusión en pozo	Halos de 13 a 19 mm, inhibición completa reportada a 100 mg/mL, efecto bacteriostático	Guamán-Balcázar <i>et al.</i> (2025)
<i>Croton lechleri</i>	Sangre de drago	Látex natural	<i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>C. albicans</i>	Difusión en pozo	Halos iguales o mayores a 20 mm e inhibición fúngica alta reportada, asociada a proantocianidina	Valarezo, Gaona-Granda, <i>et al.</i> (2021)
<i>Croton ferrugineus</i>	Mosquerillo	Etanólico 95 %	<i>C. albicans</i> , <i>Aspergillus niger</i>	Difusión en pozo	Inhibición micelial mayor a 70 %, sensibilidad variable según concentración	Valarezo, Gaona-Granda, <i>et al.</i> (2021)
<i>Ruta graveolens</i>	Ruda	Etanólico 80 %	<i>C. albicans</i> , <i>S. aureus</i>	Difusión en disco y MIC	MIC cercana a 1 mg/mL, halos de 10 a 12 mm, inhibición fúngica destacable	Montero <i>et al.</i> (2025)

<i>Theobroma cacao</i>	Cacao fino de aroma	Hidroetanólico 80 a 20	<i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>B. subtilis</i>	Difusión en pozo	Halos de 11 a 14 mm, mayor actividad en extractos de cáscara	Llerena <i>et al.</i> (2023)
<i>Lippia citriodora / L. alba</i>	Cedrón	Aceite esencial	<i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i>	MIC	MIC de 0,25 mg/mL; actividad comparable a antibióticos de referencia	Hernández-Leyva <i>et al.</i> (2025)
<i>Eugenia stipitata</i>	Arazá	Etanólico 70 %	<i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i>	Difusión en pozo	Halos de 10 a 15 mm, asociación con contenido fenólico y condiciones del extracto	Duarte-Casar <i>et al.</i> (2024)
<i>Vaccinium floribundum</i>	Mortiño	Acuoso y etanólico	<i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i>	MIC y difusión	MIC cercana a 1 mg/mL, halo alrededor de 12 mm, respuesta mayor en extractos etanólicos	Bañas <i>et al.</i> (2020)
<i>Persea americana</i>	Aguacate	Etanólico 80 %	<i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>C. albicans</i>	Difusión en disco	Halos de 9 a 16 mm, respuesta bacteriostática de extracto de cáscara	Donoso <i>et al.</i> (2024)
<i>Cymbopogon citratus</i>	Hierba luisa	Aceite esencial	<i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i> sp.	MIC y difusión	MIC ≈ 0,5 mg/mL; halos > 15 mm; acción sinérgica de citral y geraniol	Guerrini <i>et al.</i> (2023)

En síntesis, difusión y MIC fueron los indicadores más repetidos, con mejor desempeño en especies de Lamiaceae, Verbenaceae, Burseraceae y Euphorbiaceae, compatible con la presencia de volátiles activos sobre membranas. A la vez, la variación entre estudios de una misma especie reafirma la necesidad de estandarización metodológica para sostener comparaciones más robustas (Espinoza *et al.*, 2021).

3.4. Composición química y compuestos bioactivos asociados a las actividades antioxidante y antimicrobiana

Los extractos exhibieron perfiles dominados por polifenoles, flavonoides, terpenos, taninos y alcaloides, metabolitos vinculados con actividades antioxidante y antimicrobiana por mecanismos como donación de electrones, quelación de metales, alteración de membranas e inhibición enzimática, con variaciones dependientes de matriz, solvente y técnica (Chemat *et al.*, 2017; Prior *et al.*, 2005).

Tabla 7. Grupos de compuestos bioactivos identificados y efectos biológicos asociados

Grupo de compuestos	Principales moléculas identificadas	Mecanismo de acción	Actividad biológica asociada	Especies representativas	Referencias
Polifenoles	Ácido gálico, ácido clorogénico, ácido ferúlico	Donación de electrones e hidrógenos, neutralización de radicales	Antioxidante, antimicrobiano leve	<i>Theobroma cacao, Vaccinium floribundum</i>	Hernández-Leyva <i>et al.</i> (2025); Llerena <i>et al.</i> (2023); Bañas <i>et al.</i> (2020)
Flavonoides	Quercetina, luteolina, apigenina, catequina, kaempferol	Quelación de metales, modulación enzimática, interacción con membranas	Antioxidante potente, inhibición bacteriana	<i>Lippia alba, Piper carpunya, Passiflora tripudita</i>	Hernández-Leyva <i>et al.</i> (2025); Guamán-Balcázar <i>et al.</i> (2025)
Taninos condensados	Proantocianidinas, taspina	Precipitación de proteínas microbianas, complejación enzimática	Antifúngico, cicatrizante	<i>Croton lechleri, Croton ferrugineus</i>	Valarezo, Gaona-Granda, <i>et al.</i> (2021); Tualombo & Castillo (2023)
Terpenos y aceites esenciales	Citral, geraniol, linalol, beta cariofileno, limoneno	Desorganización de membranas, fuga de iones, desnaturización proteica	Antibacteriano y antifúngico	<i>Lippia alba, Cymbopogon citratus, Bursera graveolens, Ocimum campechianum</i>	Guerrini <i>et al.</i> (2023); Tacchini <i>et al.</i> (2020); Espinoza <i>et al.</i> (2021)
Alcaloides	Rutamina, graveolina, amidas de piperidina	Inhibición de síntesis proteica, bloqueo enzimático	Antibacteriano y antifúngico	<i>Ruta graveolens, Piper carpunya</i>	Montero <i>et al.</i> (2025); Guamán-Balcázar <i>et al.</i> (2025)
Antocianinas y pigmentos fenólicos	Cianidina, delphinidina, malvidina	Donación de electrones e hidrógeno,	Antioxidante y protector celular	<i>Vaccinium floribundum, Eugenia stipitata,</i>	Bañas <i>et al.</i> (2020);

estabilización de especies reactivas	<i>Solanum betaceum</i>	Duarte-Casar <i>et al.</i> (2024)
--------------------------------------	-------------------------	-----------------------------------

La identificación y cuantificación de estos metabolitos se apoyó en técnicas espectroscópicas y cromatográficas, que permiten relacionar composición y actividad y, cuando se reportan de forma consistente, fortalecen comparaciones entre especies y fracciones.

Tabla 8. Técnicas analíticas aplicadas y especies representativas

Técnica analítica	Principio o aplicación	Compuestos identificados	Especies representativas	Referencias
Espectrofotometría ultravioleta visible	Cuantificación de fenoles totales y flavonoides	TPC y TFC	<i>Lippia alba</i> , <i>Vaccinium floribundum</i>	Hernández-Leyva <i>et al.</i> (2025); Baenas <i>et al.</i> (2020)
Cromatografía líquida de alta eficiencia con detectores	Separación y cuantificación de ácidos fenólicos, flavonoides y antocianinas	Ácido gálico, catequina, queracetina, cianidina	<i>Theobroma cacao</i> , <i>Eugenia stipitata</i> , <i>Passiflora tripartita</i>	Duarte-Casar <i>et al.</i> (2024); Llerena <i>et al.</i> (2023)
Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas	Identificación de compuestos volátiles y aceites esenciales	Citral, geraniol, limoneno, beta cariofileno	<i>Cymbopogon citratus</i> , <i>Bursera graveolens</i> , <i>Ocimum campechianum</i>	Guerrini <i>et al.</i> (2023); Espinoza <i>et al.</i> (2021)
Infrarrojo por transformada de Fourier	Identificación de grupos funcionales	Indicadores de polifenoles y terpenos	<i>Piper carpunya</i> , <i>Croton lechleri</i>	Guamán-Balcázar <i>et al.</i> (2025); Valarezo, Gaona-Granda, <i>et al.</i> (2021)
Cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas	Caracterización estructural avanzada y metabolitos en trazas	Proantocianidinas, tasrina, flavonas metoxiladas	<i>Croton lechleri</i> , <i>Vaccinium floribundum</i>	Tualombo Masabanda & Castillo Hidalgo (2023); Baenas <i>et al.</i> (2020)

En términos interpretativos, los fenólicos se asociaron principalmente con capacidad reductora y neutralización radicalaria, mientras los terpenos y volátiles se vincularon con efectos antimicrobianos por alteración de membranas. Esta complementariedad respalda que la discusión no se limite a cada especie, sino que considere la fracción química y el método, debido a que extractos etanólicos y aceites esenciales tienden a expresar perfiles funcionales distintos (Chemat *et al.*, 2017; Prior *et al.*, 2005).

Tabla 9. Comparación regional de especies ecuatorianas con estudios latinoamericanos

Especie ecuatoriana	Compuestos bioactivos predominantes	Actividades biológicas observadas	Especies o estudios comparativos latinoamericanos	Coincidencias o diferencias destacables	Referencias
<i>Lippia alba</i>	Citral, geraniol, flavonoides	Antioxidante y antibacteriana frente a <i>S. aureus</i> y <i>E. coli</i>	<i>Lippia origanoides</i> en Colombia con halos mayores a 15 mm y MIC menor a 1 mg/mL	Coincidencia en terpenos oxigenados y efecto bactericida	Hernández-Leyva <i>et al.</i> (2025); Martínez <i>et al.</i> (2023)
<i>Cymbopogon citratus</i>	Citral, limoneno, geraniol	Antioxidante y bioconservante	Reportes en Brasil y México con actividad similar frente a <i>S. aureus</i> y <i>P. aeruginosa</i>	Concordancia en perfiles y halos mayores a 14 mm	Guerrini <i>et al.</i> (2023); Dos Santos <i>et al.</i> (2021)
<i>Ocimum campechianum</i>	Linalol, eugenol	Antifúngica y antibacteriana	<i>Ocimum basilicum</i> en México con MIC cercana a 0,5 mg/mL y alta actividad antifúngica	Coincidencia en eugenol y mecanismo sobre membranas	Tacchini <i>et al.</i> (2020); Ortega-Lozano <i>et al.</i> (2023)
<i>Croton lechleri</i>	Proantocianidinas, tasrina	Antifúngica y antioxidante	<i>Croton draco</i> en Perú con MIC entre 1 y 2 mg/mL frente a Candida	Coincidencia en látex fenólico, variación por concentración y protocolo	Tualombo Masabanda & Castillo Hidalgo (2023); Morales-Ubaldo <i>et al.</i> (2020)
<i>Vaccinium floribundum</i>	Antocianinas, quercetina	Antioxidante y colorante natural	<i>V. meridionale</i> en Colombia y <i>V. corymbosum</i> en Chile con ORAC alto	Concordancia en perfil fenólico y aplicaciones funcionales	Bañas <i>et al.</i> (2020)
<i>Eugenia stipitata</i>	Ácido gálico, antocianinas	Antioxidante y potencial nutracéutico	<i>E. uniflora</i> en Brasil con alto contenido fenólico reportado	Coincidencia en actividad antioxidante y potencial funcional	Duarte-Casar <i>et al.</i> (2024)
<i>Physalis peruviana</i>	Ácido clorogénico, quercetina	Antioxidante y antimicrobiana	<i>Physalis</i> en Colombia con respuestas similares en DPPH y ORAC	Coincidencia en fenoles totales y tendencia antioxidante	Añíbarro-Ortega <i>et al.</i> (2025)
<i>Ruta graveolens</i>	Rutamina, graveolina	Antifúngica y antibacteriana	<i>Ruta chalepensis</i> en Perú con MIC cercana a 1 mg/mL frente a Candida	Coincidencia en alcaloides y efecto antifúngico	Montero Recalde <i>et al.</i> (2025)
<i>Cymbopogon citratus</i> y <i>Lippia alba</i> en mezclas	Citral, geraniol, limoneno	Bioconservante y antioxidante	Ensayos en México y Brasil en recubrimientos activos	Coincidencia en eficacia y estabilidad en películas comestibles	Guerrini <i>et al.</i> (2023); Dos Santos <i>et al.</i> (2021)

4. Conclusiones

La evidencia publicada entre 2020 y 2025 permitió identificar 32 especies vegetales y frutales estudiadas en Ecuador por su potencial bioactivo, lo que confirma la relevancia de su biodiversidad como fuente de metabolitos secundarios con interés alimentario y biotecnológico. En general, los perfiles fitoquímicos reportados estuvieron dominados por polifenoles, flavonoides, terpenos, taninos y antocianinas, asociados de manera recurrente con actividad antioxidante y, en varios casos, con actividad antimicrobiana evaluada principalmente mediante ensayos *in vitro*.

A nivel metodológico, predominó la maceración hidroalcohólica, mientras la destilación por arrastre de vapor fue más frecuente para aceites esenciales. Las variaciones en solventes, tiempos, concentraciones y protocolos explican parte de la heterogeneidad entre estudios, por lo que la comparación de resultados debe interpretarse considerando la fracción química y el método aplicado. En este marco, especies como *Lippia alba*, *Cymbopogon citratus*, *Theobroma cacao* y *Vaccinium floribundum* resaltan por reportes consistentes de bioactividad.

En términos de aplicación, los extractos revisados muestran potencial como ingredientes funcionales o agentes de bioconservación y abren oportunidades para la valorización de subproductos. No obstante, la evidencia disponible aún requiere estandarización metodológica y validaciones en matrices alimentarias reales, además de estudios de estabilidad e inocuidad, para sustentar con mayor solidez su transferencia tecnológica.

5. Referencias bibliográficas

1. Añibarro-Ortega, M., Dias, M. I., Petrović, J., Mandim, F., Núñez, S., Soković, M., López, V., Barros, L., & Pinela, J. (2025). Nutrients, Phytochemicals, and In Vitro

- Biological Activities of Goldenberry (*Physalis peruviana* L.) Fruit and Calyx. *Plants*, 14(3), 327. <https://doi.org/10.3390/plants14030327>
2. Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., Jahurul, M. H. A., Ghafoor, K., Norulaini, N. A. N., & Omar, A. K. M. (2013). Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering*, 117(4), 426–436. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014>
3. Baenas, N., Ruales, J., Moreno, D. A., Barrio, D. A., Stinco, C. M., Martínez-Cifuentes, G., Meléndez-Martínez, A. J., & García-Ruiz, A. (2020). Characterization of Andean Blueberry in Bioactive Compounds, Evaluation of Biological Properties, and In Vitro Bioaccessibility. *Foods*, 9(10), 1483. <https://doi.org/10.3390/foods9101483>
4. Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibnsouda, S. K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>
5. Bayas-Morejón, F., Ramón, R., García-Pazmiño, M., & Mite-Cárdenas, G. (2020). Antibacterial and antioxidant effect of natural extracts from *Baccharis latifolia* (chilca). *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 18(5), 489–493. <https://doi.org/https://doi.org/10.22124/cjes.2020.4476>
6. Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70–76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>

7. Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
8. Carrillo-Tomalá, C., & Díaz-Torres, R. (2020). Actividad antimicrobiana de extractos hidroalcohólicos de hojas de dos variedades de *Mangifera indica* L. *Revista Ciencia Unemi*, 13(32), 69–77. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=582661898007>
9. Chemat, F., Rombaut, N., Sicaire, A.-G., Meullemiestre, A., Fabiano-Tixier, A.-S., & Abert-Vian, M. (2017). Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 540–560. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.06.035>
10. Chica-Mendoza, J. X., Muñoz-Ríos, C. M., & Zambrano-Vélez, M. I. (2025). Caracterización de compuestos bioactivos, actividad antioxidante y toxicidad de los extractos de *Lippia alba*. *MQRInvestigar*, 9(2), e705. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.2.2025.e705>
11. Cornejal, N., Pollack, E., Kaur, R., Persaud, A., Plagianos, M., Juliani, H. R., Simon, J. E., Zorde, M., Priano, C., Koroch, A., & Fernández Romero, J. A. (2023). Antimicrobial and Antioxidant Properties of *Theobroma cacao*, Bourreria huanita, Eriobotrya japonica, and Elettaria cardamomum - Traditional Plants Used in Central America. *Journal of Medicinally Active Plants*, 12(1), 1–17. <https://doi.org/10.7275/wets-9869>
12. Coyago-Cruz, E., Guachamin, A., Villacís, M., Rivera, J., Neto, M., Méndez, G., Heredia-Moya, J., & Vera, E. (2023). Evaluation of Bioactive Compounds and

- Antioxidant Activity in 51 Minor Tropical Fruits of Ecuador. *Foods*, 12(24), 4439. <https://doi.org/10.3390/foods12244439>
13. de Meyer, A. P. R. R., Ortega-Andrade, H. M., & Moulatlet, G. M. (2022). Assessing the conservation of eastern Ecuadorian cloud forests in climate change scenarios. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 20(2), 159–167. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2022.01.001>
14. Diep, T. T., Yoo, M. J. Y., Pook, C., Sadooghy-Saraby, S., Gite, A., & Rush, E. (2021). Volatile Components and Preliminary Antibacterial Activity of Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.). *Foods*, 10(9), 2212. <https://doi.org/10.3390/foods10092212>
15. Donoso, C., Raluca, M. A., Chávez-Jinez, S., & Vera, E. (2024). Hass Avocado (*Persea americana* Mill) Peel Extract Reveals Antimicrobial and Antioxidant Properties against *Verticillium theobromae*, *Colletotrichum musae*, and *Aspergillus niger* Pathogens Affecting *Musa acuminata* Colla Species, in Ecuador. *Microorganisms*, 12(9), 1929. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12091929>
16. Dos Santos, D. I., Sousa Júnior, D. L. de, Monteiro, M. de F. G., De Aquino, P. E. A., Saraiva, C. R. N., Silva Leandro, M. K. do N., Da Silva, R. O. M., & Leandro, L. M. G. (2021). PERFIL FITOQUÍMICO E ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DO EXTRATO ETANÓLICO E DO ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS DE *Cymbopogon citratus*. *Revista Uningá*, 58, eUJ3406. <https://doi.org/10.46311/2318-0579.58.eUJ3406>
17. Duarte-Casar, R., González-Jaramillo, N., Bailon-Moscoso, N., Rojas-Le-Fort, M., & Romero-Benavides, J. C. (2024). Five Underutilized Ecuadorian Fruits and Their

- Bioactive Potential as Functional Foods and in Metabolic Syndrome: A Review.
Molecules, 29(12), 2904. <https://doi.org/10.3390/molecules29122904>
18. Espinoza, L. C., Sosa, L., Granda, P. C., Bozal, N., Díaz-Garrido, N., Chulca-Torres, B., & Calpena, A. C. (2021). Development of a Topical Amphotericin B and Bursera graveolens Essential Oil-Loaded Gel for the Treatment of Dermal Candidiasis. *Pharmaceuticals*, 14(10), 1033. <https://doi.org/10.3390/ph14101033>
19. Fuentes, Y., Giovagnoli-Vicuña, C., Faúndez, M., & Giordano, A. (2023). Microencapsulation of Chilean Papaya Waste Extract and Its Impact on Physicochemical and Bioactive Properties. *Antioxidants*, 12(10), 1900. <https://doi.org/10.3390/antiox12101900>
20. Guamán-Balcázar, M. del C., Hualpa, D., Infante, G., Luzuriaga, L., Riofrío, J. L., Jarro, A., Lopez, E., Salas-Gomez, V., Salazar, R., Reyes, J. F., & Meneses, M. A. (2025). Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activity of *Piper carpunya* and *Simira ecuadorensis*: A Comparative Study of Four Extraction Methods. *Plants*, 14(16), 2526. <https://doi.org/10.3390/plants14162526>
21. Guerrini, A., Tacchini, M., Chiocchio, I., Grandini, A., Radice, M., Maresca, I., Paganetto, G., & Sacchetti, G. (2023). A Comparative Study on Chemical Compositions and Biological Activities of Four Amazonian Ecuador Essential Oils: *Curcuma longa* L. (Zingiberaceae), *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf, (Poaceae), *Ocimum campechianum* Mill. (Lamiaceae), and *Zingiber officinale* Roscoe (Zingiberaceae). *Antibiotics*, 12(1), 177. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12010177>
22. Hernández-Leyva, S. R., Carrillo-Torres, J. A., Nava-Pérez, E., Martínez- Álvarez, I. G., González-Márquez, L. C., Vázquez-Montoya, E. L., & Perea Domínguez, X. P.

- (2025). EN PRENSA “Aceite esencial de *Lippia alba*: bioactividad, quimiotipos e importancia de sus componentes en la terapéutica médica” EN PRENSA. *Revista Bio Ciencias*. <https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1897>
23. Jantapaso, H., & Mittraparp-arthorn, P. (2022). Phytochemical Composition and Bioactivities of Aqueous Extract of Rambutan (*Nephelium lappaceum* L. cv. Rong Rian) Peel. *Antioxidants*, 11(5), 956. <https://doi.org/10.3390/antiox11050956>
24. Justil-Guerrero, H. J., Arroyo-Acevedo, J. L., Rojas-Armas, J. P., García-Bustamante, C. O., Palomino-Pacheco, M., Almonacid-Román, R. D., & Calva Torres, J. W. (2024). Evaluation of Bioactive Compounds, Antioxidant Capacity, and Anti-Inflammatory Effects of Lipophilic and Hydrophilic Extracts of the Pericarp of *Passiflora tripartita* var. mollissima at Two Stages of Ripening. *Molecules*, 29(20), 4964. <https://doi.org/10.3390/molecules29204964>
25. Latham, M. C. (2002). Mejoramiento de la calidad y seguridad de los alimentos. En Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (Ed.), *Nutrición humana en el mundo en desarrollo* (Número 29, Vol. 1, p. 508). Colección FAO: Alimentación y nutrición. <https://www.fao.org/4/w0073s/w0073s00.htm#Contents>
26. Llerena, W., Samaniego, I., Vallejo, C., Arreaga, A., Zhunio, B., Coronel, Z., Quiroz, J., Angós, I., & Carrillo, W. (2023). Profile of Bioactive Components of Cocoa (*Theobroma cacao* L.) By-Products from Ecuador and Evaluation of Their Antioxidant Activity. *Foods*, 12(13), 2583. <https://doi.org/10.3390/foods12132583>
27. Lozano Delgado, M. D., Navarrete Cuenca, L. E., García Montes, Y. M., Castro García, M. R., López Zambrano, C. F., & Bello Moreira, I. P. (2024). Application of

- Phenolic Compounds Extracted from the Peel and Seed of Papaya (*Carica papaya*) in an Edible Gelatin-Based Coating to Increase its Useful Life. *Multidisciplinary & Health Education Journal*, 6(1), 859–871.
<https://journalmhe.org/ojs3/index.php/jmhe/article/view/119>
28. Martínez, A., Stashenko, E. E., Sáez, R. T., Zafra, G., & Ortiz, C. (2023). Effect of Essential Oil from Lippia origanoides on the Transcriptional Expression of Genes Related to Quorum Sensing, Biofilm Formation, and Virulence of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Antibiotics*, 12(5), 845.
<https://doi.org/10.3390/antibiotics12050845>
29. Meneses, M. Á., Guzmán, J., Cabrera, J., Magallanes, J., Valarezo, E., & Guamán-Balcázar, M. del C. (2024). Green Processing of *Ilex guayusa*: Antioxidant Concentration and Caffeine Reduction Using Encapsulation by Supercritical Antisolvent Process. *Molecules*, 29(22), 5309.
<https://doi.org/10.3390/molecules29225309>
30. Moncayo Rivera, C. M., Garzón Idrovo, G. B., Bernal Calle, J. A., González Ortiz, J. P., & Gómez Chacón, D. E. (2022). Caracterización fitoquímica y actividad antimicrobiana del aceite esencial de diente de león (*Taraxacum Officinale*) frente a microorganismos patógenos. *ConcienciaDigital*, 5(2.1), 69–79.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i2.1.2155>
31. Montero Recalde, M. A., Aroca Tirado, C. E., Aroca Tirado, Á. J., Chuquimarpa Chuquimarpa, M. A., Pujos Anda, J. C., & Guevara Minaca, E. S. (2025). Efecto del aceite esencial de *Ruta graveolens* (Ruda) en altas concentraciones sobre

- Staphylococcus aureus subesp aureus cepa ATCC® 25904. *Ciencia y Tecnología*, 18(1), 1–7. <https://doi.org/10.18779/cyt.v18i1.790>
32. Morales-Ubaldo, A., Hernández-Alvarado, J., Valladares-Carranza, B., Velázquez-Ordoñez, V., Delgadillo-Ruiz, L., Rosenfeld-Miranda, C., Rivero-Pérez, N., & Zaragoza-Bastida, A. (2020). Actividad antibacteriana del extracto hidroalcohólico *Croton draco* sobre bacterias de importancia sanitaria. *Abanico Veterinario*, 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.21929/abavet2020.2>
33. Murcia Artunduaga, K. S., & Castañeda, M. del R. (2022). Evaluación del contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante de extractos etanólicos de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 13(2), 53–66. <https://doi.org/10.22490/21456453.4717>
34. Noriega, P., Calderón, L., Ojeda, A., & Paredes, E. (2023). Chemical Composition, Antimicrobial and Antioxidant Bioautography Activity of Essential Oil from Leaves of Amazon Plant *Clinopodium brownei* (Sw.). *Molecules*, 28(4), 1741. <https://doi.org/10.3390/molecules28041741>
35. Ortega-Lozano, A. J., Hernández-Cruz, E. Y., Gómez-Sierra, T., & Pedraza-Chaverri, J. (2023). Antimicrobial Activity of Spices Popularly Used in Mexico against Urinary Tract Infections. *Antibiotics*, 12(2), 325. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12020325>
36. Párraga, C., Rincón-Acosta, F., Barre-Zambrano, R., Vera-Cedeño, J., Vargas, P., & Mendoza, F. (2024). Bioactive compounds and antioxidant activity of *Annona muricata* L. fruits located in Manabí, Ecuador. *Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia*, 41(1), e244107. <https://doi.org/10.47280/RevFacAgron.v41.n1.07>

37. Pesantes-Gallardo, M. G., Reyna-Gonzales, K., Huaman-Grandez, E. O., Valdivia-Culqui, J. E., Paredes-Tarillo, F. A., Raymundo-Vasquez, P. A., Medina-Mendoza, M., Cayo-Colca, I. S., Castro-Alayo, E. M., & Balcazar-Zumaeta, C. R. (2024). Changes in the physicochemical properties of yellow pitahaya (*Hylocereus megalanthus*) during storage. *Food Research*, 8(6), 18–27.
[https://doi.org/10.26656/fr.2017.8\(6\).283](https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(6).283)
38. Prior, R. L., Wu, X., & Schaich, K. (2005). Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10), 4290–4302.
<https://doi.org/10.1021/jf0502698>
39. Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9–10), 1231–1237.
[https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
40. Revelo Motta, G. E. (2023). Evaluación del aceite de hierbaluisa ecuatoriana como inhibidor de algunos patógenos orales. *Revista Cubana de Estomatología*, 60(1), e4125. <https://revestomatologia.sld.cu/index.php/est/article/view/4125>
41. Rivadeneira Barcia, C. S., Sánchez Moreira, F. E., Hernández León, A., Vásquez Cortez, L. H., Plua Montiel, J. A., López Salvatierra, L. S., Sanyi Lorena, R. C., & Soto Calderón, D. B. (2025). Efecto de un recubrimiento comestible a base de harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) y ácido cítrico aplicado en piña (*Ananas comosus*) mínimamente procesada. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 45(2).
<https://doi.org/10.12873/452rivadeneira>

42. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (2025). *Ecuador - Country Profile*. Convention on Biological Diversity.
- <https://www.cbd.int/countries/profile?country=ec>
43. Sosa, L., Espinoza, L. C., Valarezo, E., Bozal, N., Calpena, A., Fábrega, M.-J., Baldomà, L., Rincón, M., & Mallandrich, M. (2023). Therapeutic Applications of Essential Oils from Native and Cultivated Ecuadorian Plants: Cutaneous Candidiasis and Dermal Anti-Inflammatory Activity. *Molecules*, 28(15), 5903.
- <https://doi.org/10.3390/molecules28155903>
44. Tacchini, M., Echeverria Guevara, M. P., Grandini, A., Maresca, I., Radice, M., Angioletta, L., & Guerrini, A. (2020). *Ocimum campechianum* Mill. from Amazonian Ecuador: Chemical Composition and Biological Activities of Extracts and Their Main Constituents (Eugenol and Rosmarinic Acid). *Molecules*, 26(1), 84.
- <https://doi.org/10.3390/molecules26010084>
45. Tapia, C., Zambrano, E., & Monteros, Á. (2008). *Informe Nacional sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura en Ecuador*.
- <https://www.fao.org/4/i1500e/ecuador.pdf>
46. Tualombo Masabanda, V. Á., & Castillo Hidalgo, E. P. (2023). Efecto antibacteriano de la sangre de drago en cultivos in vitro en cepas bacterianas ATCC. *Anatomía Digital*, 6(1), 104–124. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i1.2491>
47. Urrialde, R., Gómez-Cifuentes, A., Pintos, B., Gómez-Garay, M. A., & Cifuentes, B. (2022). Bioactive compounds from plants. Development of new or novel food. *Nutrición Hospitalaria*, 39(spe3), 8–11. <https://doi.org/10.20960/nh.04302>

48. Valarezo, E., Gaona-Granda, G., Morocho, V., Cartuche, L., Calva, J., & Meneses, M. A. (2021). Chemical Constituents of the Essential Oil from Ecuadorian Endemic Species *Croton ferrugineus* and Its Antimicrobial, Antioxidant and α -Glucosidase Inhibitory Activity. *Molecules*, 26(15), 4608. <https://doi.org/10.3390/molecules26154608>
49. Valarezo, E., Ojeda-Riascos, S., Cartuche, L., Andrade-González, N., González-Sánchez, I., & Meneses, M. A. (2020). Extraction and Study of the Essential Oil of Copal (*Dacryodes peruviana*), an Amazonian Fruit with the Highest Yield Worldwide. *Plants*, 9(12), 1658. <https://doi.org/10.3390/plants9121658>
50. Valarezo, E., Rivera, J. X., Coronel, E., Barzallo, M. A., Calva, J., Cartuche, L., & Meneses, M. A. (2021). Study of Volatile Secondary Metabolites Present in *Piper carpunya* Leaves and in the Traditional Ecuadorian Beverage Guaviduca. *Plants*, 10(2), 338. <https://doi.org/10.3390/plants10020338>
51. Villarroel-Bastidas, J., Argüello-Rivadeneira, J. G., Mendoza-Zambrano, J., Córdoba, M. de G., Rodríguez, A., & Hernández, A. (2024). Efecto del mucílago de cacao en la bioconservación de carnes. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 120(3), 269–287. <https://doi.org/https://doi.org/10.12706/itea.2024.006>
52. Zhapan Revilla, M. X., Lima Morales, K., Bernal Pita Da Veiga, M. de los Á., & Moreno Herrera, A. (2021). Potencial antioxidante de hojas de guanábana (*Annona muricata* L.) para sistemas productivos de banano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(1), 35–40. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/444>