



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), Noviembre-Diciembre 2025,
Volumen 9, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6

**EFFECTO ANTIMICROBIANO DE EXTRACTOS DE
EYSENHARDTIA POLYSTACHYA (ORT.) SARG.
FRENTE A SALMONELLA SPP. AISLADA DEL
EPICARPIO DE AGUACATE (PERSEA AMERICANA
MILL. VAR. HASS)**

ANTIMICROBIAL EFFECT OF EYSENHARDTIA
POLYSTACHYA (ORTEGA) SARG. EXTRACTS AGAINST
SALMONELLA SPP. ISOLATED FROM THE AVOCADO
EPICARP (PERSEA AMERICANA MILL. VAR. HASS)

Erick Gonzalo Maciel Ochoa

Instituto Politécnico Nacional CIIDIR Unidad Michoacan

Dioselina Alvarez Bernal

Instituto Politécnico Nacional CIIDIR Unidad Michoacan

Rebeca Flores Magallon

Instituto Politécnico Nacional CIIDIR Unidad Michoacan

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6.21886**Efecto antimicrobiano de extractos de *Eysenhardtia polystachya* (ort.) sarg. frente a *Salmonella* spp. aislada del epicarpio de aguacate (*Persea americana* mill. var. *Hass*)****Erick Gonzalo Maciel Ochoa¹**emacielo2400@ipn.mx<https://orcid.org/0009-0007-9272-213X>

Instituto Politecnico Nacional CIIDIR Unidad

Michoacan

Mexico, D.F.

Dioselina Alvarez Bernaldalvarezb@ipn.mx<https://orcid.org/0000-0002-5946-7292>**Rebeca Flores Magallon**rfloresma@ipn.mx<https://orcid.org/0000-0002-4474-762X>

Autor por correspondencia

RESUMEN

La presencia de *Salmonella* spp. en frutas frescas representa un riesgo importante de inocuidad debido a su capacidad de persistir en superficies vegetales y generar brotes asociados al consumo de productos mínimamente procesados. En este estudio se evaluó la actividad antimicrobiana de extractos de *Eysenhardtia polystachya* (palo dulce) obtenidos de hojas, albura y corteza, aplicados en concentraciones de 25, 50, 75 y 100 %. A partir del epicarpio de 150 frutos de aguacate (*Persea americana* var. *Hass*) se aislaron 10 cepas de *Salmonella* spp., de las cuales se seleccionaron cinco representativas (A17, A25, A29, A52 y A61) para las pruebas. Las infusiones se prepararon por ebullición y los extractos alcohólicos por maceración. El análisis estadístico permitió identificar diferencias significativas entre extractos y concentraciones. La infusión de albura y los extractos etanólico e isopropílico de hojas mostraron los mayores halos de inhibición (20.3-24.4 mm). En fruto, la infusión acuosa logró una disminución cercana a 3 log UFC/mL en 90 segundos, alcanzando una eficacia comparable a la de un desinfectante comercial. Estos resultados posicionan a *E. polystachya* como una alternativa natural y sustentable para reducir *Salmonella* spp. en el epicarpio del aguacate.

Palabras clave: *Salmonella* spp., inocuidad alimentaria, extractos vegetales.¹ Autor principalCorrespondencia: emacielo2400@ipn.mx

Antimicrobial effect of *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg. extracts against *Salmonella* spp. isolated from the avocado epicarp (*Persea americana* Mill. var. *Hass*)

ABSTRACT

The presence of *Salmonella* spp. in fresh fruits represents a significant food safety risk due to its ability to persist on plant surfaces and cause outbreaks associated with the consumption of minimally processed products. In this study, the antimicrobial activity of *Eysenhardtia polystachya* (palo dulce) extracts obtained from leaves, sapwood, and bark was evaluated at concentrations of 25, 50, 75 and 100%. From the epicarp of 150 avocado fruits (*Persea americana* var. *Hass*), ten *Salmonella* spp. strains were isolated, of which five representative strains (A17, A25, A29, A52 and A61) were selected for testing. Infusions were prepared by boiling, while alcoholic extracts were obtained by maceration. Statistical analysis revealed significant differences among extracts and concentrations. Sapwood infusion and ethanolic and isopropyl extracts from leaves showed the largest inhibition zones (20.3 – 24.2). On the fruit surface, the aqueous infusion achieved a reduction of nearly 3 log CFU/mL within 90 seconds, reaching an efficacy comparable to that of a commercial disinfectant. These results position *E. polystachya* as a natural and sustainable alternative for reducing *Salmonella* spp. on the avocado epicarp.

Keywords: *Salmonella* spp., food safety, plant extracts.

Artículo recibido 20 octubre 2025

Aceptado para publicación: 15 noviembre 2025



INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana* Mill. var. Hass) es uno de los cultivos de mayor importancia económica en México (Serenó, 2024). Además de su alto valor comercial, destaca por ser un fruto estratégico para la exportación debido a su demanda constante en mercados internacionales, particularmente en el estado de Michoacán, donde se concentra más del 70% de la producción nacional (Franco-Sánchez et al., 2018 ;SIAP, 2024; Cruz-López et al., 2025). Aunque la pulpa del aguacate se encuentra protegida por su epicarpio, este tejido externo puede contaminarse superficialmente con microorganismos patógenos capaces de transferirse durante el lavado, corte o preparación, representando un riesgo sanitario para el consumidor (García-Frutos et al., 2020). Entre los patógenos asociados a brotes transmitidos por alimentos frescos, *Salmonella* spp. destaca por su prevalencia, capacidad de supervivencia prolongada y habilidad para adherirse y formar biopelículas en superficies vegetales (Rodríguez-Campos et al., 2017). Estudios realizados en huertas han documentado la detección de *Salmonella* spp. tanto en los frutos aún en el campo como en diferentes áreas del ambiente donde se produce el aguacate (García et al., 2020) . Esto muestra que la contaminación puede iniciar desde las primeras etapas y mantenerse hasta que el fruto llega a los centros de empaque o a los mercados (Rodríguez-García, 2017; García-Frutos et al., 2023).

Frente a esta situación, los desinfectantes químicos siguen siendo la primera opción para controlar la contaminación en la industria agroalimentaria (Aryal & Muriana, 2019). Aun así, su efectividad puede disminuir debido a factores como la formación de biopelículas, la forma del fruto, la cantidad inicial de microorganismos o la resistencia natural que ciertas bacterias presentan ante algunos compuestos (Gil et al., 2009). Estas variaciones han impulsado el interés por buscar alternativas naturales que ayuden a complementar o, en algunos casos, sustituir a los desinfectantes convencionales. Esto es especialmente importante en el contexto de una agricultura más sostenible y de la preocupación creciente por los residuos químicos que pueden quedar en los productos frescos (Montaño-Arango et al., 2023).

Dentro de estas alternativas, los extractos vegetales han ganado atención por su potencial antimicrobiano. Diversas plantas contienen compuestos como flavonoides, taninos, terpenos y ácidos fenólicos que pueden inhibir el crecimiento de bacterias patógenas (Nakra et al., 2025). Además, su origen natural, bajo costo y disponibilidad regional los convierten en opciones atractivas para sistemas

agrícolas que buscan reducir el uso de desinfectantes sintéticos. La evidencia científica señala que, dependiendo de la especie y del método de extracción, estos extractos pueden mostrar efectos similares o incluso superiores a algunos agentes comerciales en pruebas *in vitro*.

Se plantea el uso de *Eysenhardtia polystachya*, conocida en Michoacán como palo dulce, aunque recibe distintos nombres según la región del país, es un árbol nativo que alcanza entre 6 y 9 metros de altura y que se ha utilizado desde hace mucho tiempo en la medicina tradicional, principalmente en forma de infusiones preparadas a partir de su corteza y duramen (madera interna) (Ramírez et al., 2023). Diversos estudios fitoquímicos han identificado en este árbol la presencia de flavonoides, chalconas y otros compuestos fenólicos con actividad biológica relevante, entre ellos efectos antimicrobianos demostrados *in vitro* (Perez-Gutierrez et al., 2016; Lorenzo et al., 2025). Además de su uso medicinal, el árbol posee relevancia en comunidades rurales donde su madera ligera y resistente se emplea para la fabricación de muebles, cercas y pequeñas artesanías, mientras que su fácil establecimiento lo convierte en una especie común en huertos familiares y áreas agrícolas como elemento de sombra y protección (Herrera-Cárdenas, 2024; Lorenzo et al., 2025). A pesar de su disponibilidad, versatilidad y valor cultural, la aplicación de extractos de *E. polystachya* para el control de patógenos asociados a frutas particularmente en el epicarpio del aguacate continúa siendo escasamente explorada. Esta falta de evidencia representa un vacío de conocimiento relevante, especialmente ante la necesidad de desarrollar alternativas naturales, seguras y compatibles con sistemas poscosecha de bajo impacto químico.

En este contexto, el objetivo de este estudio es evaluar la actividad antimicrobiana de extractos de *E. polystachya* frente a cepas de *Salmonella* spp. aisladas directamente de frutos recolectados en huertas de aguacate, y comparar su eficacia con un desinfectante comercial bajo condiciones controladas, con el fin de generar evidencia aplicada sobre alternativas naturales para la reducción microbiana en el fruto.

METODOLOGÍA

Las muestras de los frutos de aguacate (*Persea americana* Mill. var. *Hass*) fueron recolectados de una huerta convencional ubicada en las coordenadas 20°13'14''N101°25.217'0 en el municipio de Los Reyes, Michoacán, México. Los aguacates fueron colocados en bolsas de plástico estériles de acuerdo a la NOM-109-SSA1-1994 y posteriormente se transportaron al laboratorio de microbiología de los alimentos del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del



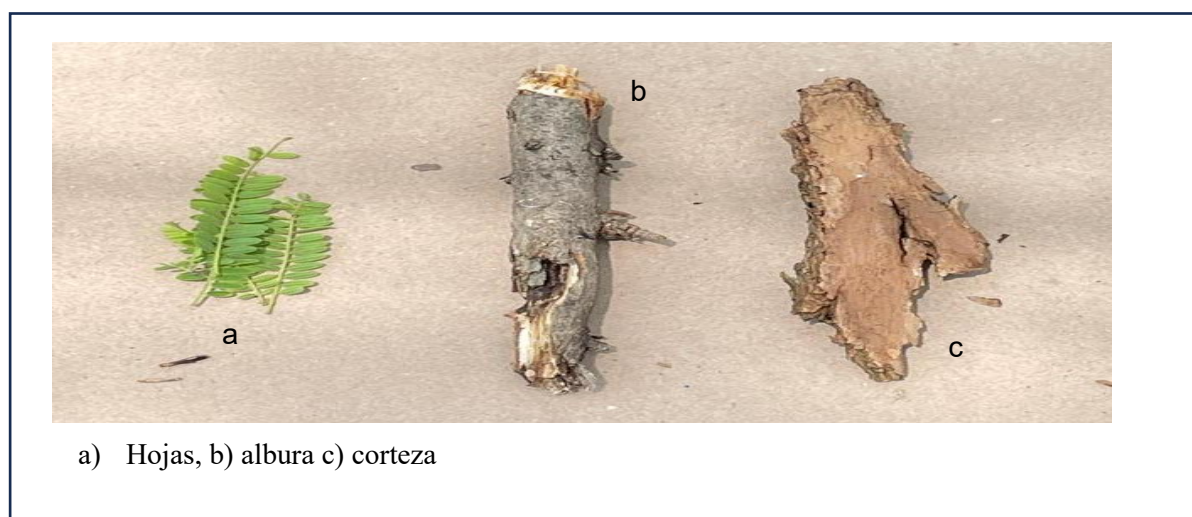
Instituto Politécnico Nacional Unidad Michoacán.

Para el aislamiento e identificación de *Salmonella* spp. se realizó conforme a los procedimientos descritos en la NOM-210-SSA1-2014.

Elaboración de extractos

El material vegetal como hojas, corteza y albura (Figura 1) se recolectaron de los municipios de Jiquilpan ($19^{\circ}59'18.11''\text{N}$ - $102^{\circ}27.609''$) y Chavinda ($20^{\circ}13'4''\text{N}$ $101^{\circ}25.217''$), Michoacán. Posteriormente, fueron lavados con agua destilada para eliminar impurezas, se separó según la parte del árbol destinada a cada tipo de extracto y se dejó secar a temperatura ambiente durante 15 días (Rodríguez-Ferradá et al., 2005). El secado se realizó evitando la exposición directa al sol con el fin de prevenir la pérdida de compuestos bioactivos sensibles a la luz y al calor (Thamkaew et al., 2021).

Figura 1. *Eysenhardtia Polystachya* (Ort.) sarg. a) hojas, b) albura, c) corteza.



El material vegetal previamente secado (hojas, corteza y albura) se fraccionó manualmente en pedazos pequeños para facilitar su manejo. La trituración se realizó mediante el uso de un molino manual para finalmente obtener partículas uniformes y adecuadas para la preparación de los extractos. Una vez obtenidos fueron depositados en frascos ámbar con la finalidad de protegerlos de la luz y humedad de acuerdo a lo citado por Molina et al., 2020.

Para la extracción de los compuestos bioactivos se utilizaron dos técnicas de extracción, por decocción y por maceración siguiendo las metodologías del manual de elaboración de extractos vegetales (INIFAP 2023).

La preparación de los extractos se realizó por la técnica de decocción, para lo cual se utilizaron 10 g de

cada una de las partes de *Eysenhardtia Polystachya* en estudio y posteriormente se homogeneizaron en 100 mL de agua destilada, llevando a ebullición a 100 °C. Los extractos de la albura se obtuvieron únicamente variando el tiempo de ebullición, elaborándose tres preparaciones independientes: 1, 2 y 3 minutos. En el caso de la corteza se elaboraron extractos diferentes preparando tres infusiones individuales mantenidas en ebullición durante 2, 4 y 6 minutos. Cada extracto fue preparado por separado, siguiendo la misma proporción de material vegetal y volumen de agua. Para los extractos de las hojas se obtuvieron mediante maceración, empleando etanol e isopropanol como solventes. Para cada solvente se utilizó la misma proporción de material vegetal y volumen, colocando 10 g de hojas en 100 mL del solvente correspondiente. Las mezclas se mantuvieron en reposo durante 24 h a temperatura ambiente, protegidas de la luz para evitar la degradación de compuestos sensibles.

La filtración de los extractos macerados fueron filtrados con papel Whatman No. 1 (Aiyegoro & Okoh, 2010). Finalmente cada extracto fue diluido utilizando su mismo solvente para ajustar las concentraciones finales al 25, 50, 75 y 100% (v/v), con el fin de evaluar la actividad antimicrobiana a diferentes niveles de concentración (Torres-Chatí et al., 2017).

Sensibilidad frente a patógenos

La actividad antimicrobiana in vitro se evaluó mediante la técnica de difusión en agar por pocillos, utilizando cinco cepas aisladas de *Salmonella* spp (A01, A16, A11, A22 y A31). Las cepas de *Salmonella* spp. se mantuvieron viables en caldo Brain Heart Infusión (BHI).

La sensibilidad bacteriana se realizó en placas de agar Mueller-Hinton, posteriormente se realizó la perforación del agar realizando cinco pocillos de 6 mm de diámetro por placa, la siembra de *Salmonella* spp fue por estria masiva, y fueron colocados 100 µL de cada extractos con las siguientes concentraciones: 25, 50, 75 y 100% , además se colocaron los controles positivos (Quinolonas) y negativos (Alcohol etanol) (Torres-Chatí et al., 2017; Villacrés-Vallejo & Barreto-Salcedo, 2022). las aplicaciones se realizaron por triplicado. Las cajas se incubaron a 37 °C por un lapso de 24 h. una vez transcurrido el tiempo, se procedió a la lectura de los halos de inhibición utilizando un vernier (Figura 2).

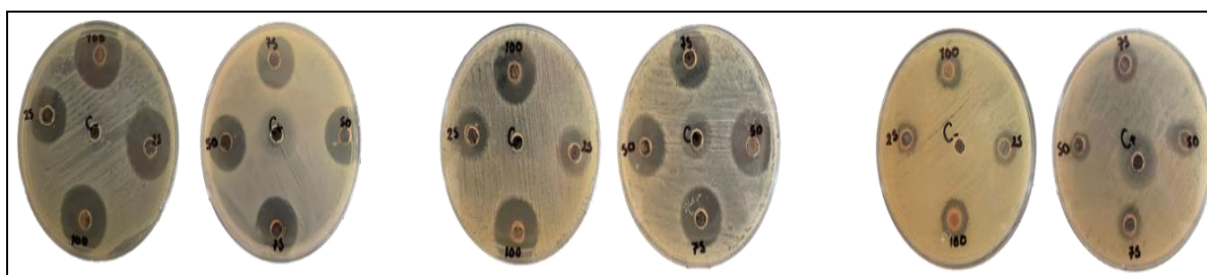
Extracto acuoso de albura

Extracto hojas (etanol 70%

Extracto hojas (alcohol isopropilico



Figura 1. Halos de inhibición generados por los extractos de *Eysenhardtia polystachya* (Ort.) sarg.



La interpretación de la actividad antimicrobiana se realizó según la escala de Duraffourd: ≤ 8 mm (nula), 9-14 mm (sensible), 15-20 mm (muy sensible) y ≥ 20 mm (sumamente sensible) (Villacrés-Vallejo & Barreto-Salcedo, 2022).

Evaluación de efectividad de los extractos

Para evaluar la efectividad de los extractos se inicio por la contaminación de los frutos de aguacate de acuerdo a la metodología establecida por Amaya-Acosta et al., (2016). El inóculo inicial en cada fruto de aguacate fue de 3.21×10^7 UFC/mL. Una vez que estos fueron contaminados se incubaron a 25°C por un lapso de 72 h para la adherencia bacteriana (García-Frutos et al., 2023). Una vez cumplido el tiempo de incubación estos fueron retirados para posteriormente aplicar los tratamientos de desinfección.

Los tratamientos aplicados en los frutos del aguacate fueron: control negativo (Agua destilada), control positivo (desinfectante comercial y extracto de *Eysenhardtia polystachya*).

Cada tratamiento se aplicó directamente sobre la superficie del fruto durante 30, 60 y 90 segundos, asegurando que el aguacate quedara completamente cubierto por la solución durante el tiempo correspondiente. Al finalizar cada exposición, se realizó un enjuague superficial con agua peptonada estéril para recuperar las bacterias desprendidas del epicarpio. El líquido recuperado se utilizó inmediatamente para realizar la técnica de vaciado en placa en agar cuenta estándar (ACE), permitiendo la cuantificación de UFC/mL y la comparación de la eficacia de cada tratamiento (Amaya-Acosta et al., 2016).

Diseño experimental

Los datos obtenidos de los diámetros de halo se procesaron utilizando el software estadístico R (versión 4.4.1). Para cada combinación de cepa, tratamiento y concentración, se calcularon los valores de media, desviación y error estándar. Antes de aplicar modelos inferenciales, se verificaron los supuestos de

normalidad de los residuales y homogeneidad de varianzas mediante pruebas gráficas y la prueba de Levene. Posteriormente, se aplicó un ANOVA multifactorial, considerando como factores el tipo de extracto, la concentración y la cepa bacteriana. Cuando el modelo mostró diferencias significativas ($p \leq 0.05$), se realizó una prueba post hoc de Tukey para identificar qué tratamientos presentaron variaciones estadísticas entre sí. Los resultados se expresaron con letras de significancia, asignando la letra *a* a los valores más altos y continuando en orden alfabético conforme disminuyó el efecto inhibitorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aislamiento de Salmonella spp

Se logró el aislamiento e identificación de *Salmonella* spp en 23 frutos de aguacate (*Persea americana* var *Hass*) de un total de 150 muestras. García-Sánchez, 2008 y Rodríguez-García et al., 2011., reportaron la presencia de *Salmonella* spp en el epicarpio del aguacate, los cuales fueron recolectados en fincas. Por otro lado, García-Frutos et al., 2020 reporta la presencia, pero en aguacates obtenidos de mercados minoristas. En el 2018 la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) reportó la presencia de *Salmonella* spp en aguacates enteros nacionales e importados durante la cadena de producción, así como, en aguacate procesado y guacamole.

Resulta alarmante la presencia de este patógeno en el epicarpio del aguacate, ya que puede ser transferido a la pulpa durante su corte (Strydom et al., 2013). Cabrera-Díaz et al., 2022 reporta la sobrevivencia de *Salmonella* spp en aguacate Hass almacenados a 5 y 25°C después de 48h en un lapso de 11 días.

Actividad antimicrobiana de los extractos

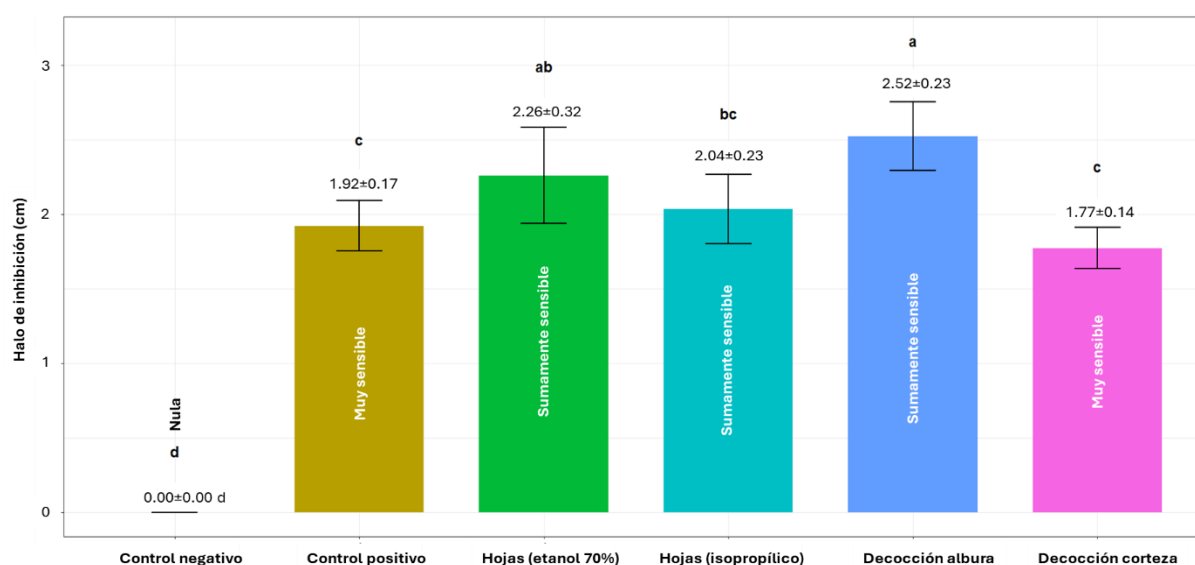
Los extractos de etanol al 70% (albura, corteza y hojas), así como, las hojas en isopropanol mostraron diferencias significativas entre sí ($p \leq 0.05$), de acuerdo con el ANOVA y la prueba de Tukey. El control negativo presentó ausencia total de inhibición (0.00 ± 0.00 mm), mientras que el control positivo presentó halos de 1.80 ± 0.10 mm, confirmando sensibilidad moderada. Respecto al extracto acuoso de albura este presentó la mayor actividad antimicrobiana (2.52 ± 0.23 mm), seguida por los extractos hidroalcohólicos de hojas (Figura 3).

En las pruebas *in vitro*, el extracto acuoso de albura fue el tratamiento más efectivo, mostrando halos de inhibición superiores a los de la corteza y a los extractos hidroalcohólicos concordando con resultados obtenidos por Lorenzo-Barrera (2024). El patrón creciente de actividad conforme aumentó la



concentración es consistente con estudios previos que señalan que una mayor disponibilidad de compuestos fenólicos incrementa el efecto antimicrobiano (Granja-Cabrera et al., 2025). En contraste, el extracto de corteza presentó halos menores, lo que sugiere una menor concentración o solubilidad de compuestos activos en esta parte del árbol.

Figura 2. Susceptibilidad antimicrobiana de *Eysenhardtia polystachya* frente a *Salmonella* spp.



Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que *Eysenhardtia polystachya* posee actividad antimicrobiana frente a las cepas de *Salmonella* spp aisladas del epicarpio de aguacate, tanto en condiciones *in vitro* como en pruebas aplicadas directamente sobre el fruto. La eficacia observada varió según la parte del árbol utilizada y el método de extracción, lo cual coincide con lo reportado en la literatura sobre el comportamiento diferencial de los metabolitos secundarios en función del solvente y las condiciones de procesamiento (Raghunath et al., 2023).

Los extractos etanólico e isopropílico de hojas generaron halos intermedios, lo que apoya la evidencia de que los solventes orgánicos extraen eficientemente flavonoides y terpenos con reconocida acción antimicrobiana (Ogbonna et al., 2021). Su desempeño, aunque inferior al de la albura, confirma que los compuestos presentes en las hojas también contribuyen a la actividad biológica de la especie.

Efecto por concentración

Los halos de inhibición aumentaron de manera consistente al incrementar la concentración del extracto (Tabla 1).

Tabla 1. Halos de inhibición generados por cada concentración.

Extracto	25%	50%	75%	100%
Albura	2.35 ± 0.15	2.45 ± 0.15	2.60 ± 0.17	2.69 ± 0.19
Corteza	1.59 ± 0.14	1.66 ± 0.16	1.78 ± 0.17	1.94 ± 0.19
Etanol 70%	2.05 ± 0.15	2.20 ± 0.17	2.34 ± 0.19	2.46 ± 0.19
Isopropílico	1.39 ± 0.15	1.94 ± 0.17	2.14 ± 0.18	2.70 ± 0.19
Control positivo	—	—	—	1.92 ± 0.10
Control negativo	—	—	—	0.00 ± 0.00

*Efecto del tiempo de preparación en extractos acuosos**Albura*

La actividad antimicrobiana disminuyó ligeramente conforme aumentó el tiempo de ebullición (1 a 3 min) como se muestra en la Tabla 2, manteniendo la tendencia: **1 min > 2 min > 3 min**.

Tabla 2. Halos de inhibición generados el extracto acuoso de albura.

Albura (tiempo)	25%	50%	75%	100%
1 min	2.60 ± 0.06	2.75 ± 0.06	2.83 ± 0.06	2.93 ± 0.07
2 min	2.33 ± 0.06	2.38 ± 0.06	2.56 ± 0.06	2.71 ± 0.07
3 min	2.13 ± 0.05	2.21 ± 0.05	2.42 ± 0.05	2.44 ± 0.06

Corteza

El efecto también disminuyó con tiempos prolongados, con la tendencia consistente: **2 min > 4 min > 6 min**, observándose los efectos en la tabla 3.

Tabla 3. Halos de inhibición generados el extracto acuoso de corteza.

Corteza (tiempo)	25%	50%	75%	100%
2 min	1.74 ± 0.06	1.83 ± 0.06	1.93 ± 0.06	2.06 ± 0.07
4 min	1.66 ± 0.06	1.74 ± 0.06	1.81 ± 0.06	1.99 ± 0.07
6 min	1.38 ± 0.05	1.40 ± 0.05	1.61 ± 0.05	1.78 ± 0.06

Estas tendencias indican que exposiciones más prolongadas al calor reducen ligeramente la bioactividad, probablemente por degradación parcial de compuestos activos (Fotakis et al., 2016; Annou et al., 2016). El análisis del efecto del tiempo de ebullición mostró que exposiciones térmicas más prolongadas reducen ligeramente la actividad antimicrobiana tanto en albura como en corteza, este comportamiento coincide con estudios que indican que el calor puede degradar compuestos fenólicos y limitar su capacidad inhibitoria (Basilio-Cortes et al., 2023). Por ello, tiempos cortos de extracción parecen más adecuados para preservar la actividad biológica en extractos acuosos de *E. polystachya*.

Reducción de células adheridas en fruto

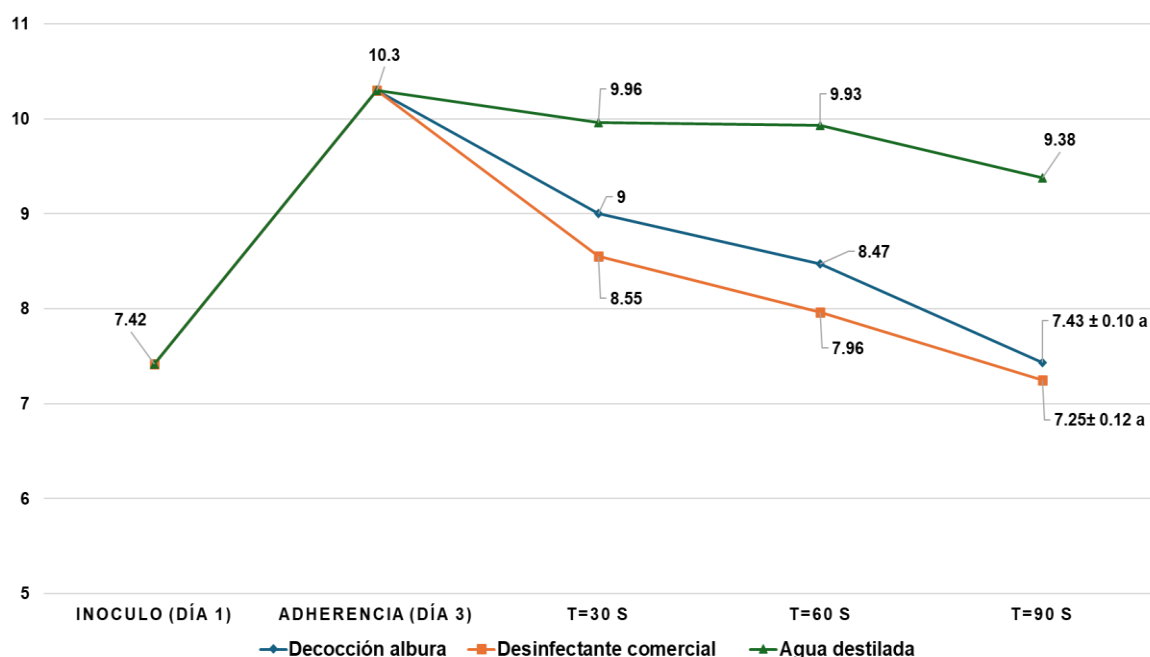
Para la etapa de desinfección aplicada directamente al fruto, se seleccionó únicamente el extracto acuoso de *E. polystachya*, debido a que los extractos etanólico e isopropílico, aunque mostraron actividad antimicrobiana *in vitro*, no son adecuados para aplicación directa sobre frutos destinados al consumo por la posible presencia de residuos de solventes, restricciones regulatorias, inflamabilidad y mayores costos de escalamiento. La infusión acuosa, en contraste, es segura, inocua, económica y compatible con los sistemas de lavado utilizados en la industria aguacatera, además de mostrar una eficacia comparable a la de los extractos obtenidos con solventes.

La reducción de células adheridas de *Salmonella* spp. en el epicarpio del aguacate mostró comportamientos diferenciados entre tratamientos. Todas las aplicaciones iniciaron con cargas bacterianas cercanas a 10.3 log, correspondientes al nivel de adherencia establecido antes de la intervención. El agua no produjo efecto antimicrobiano, manteniéndose prácticamente sin cambios entre 9.96 y 9.38 log durante los 90 segundos evaluados. En contraste, tanto el extracto acuoso de albura de *E. polystachya* como el desinfectante comercial generaron reducciones progresivas. La infusión disminuyó de 9.00 log a 8.12 y 7.43 log a los 30, 60 y 90 segundos, respectivamente; mientras que el desinfectante comercial redujo la carga de 8.55 a 7.89 y finalmente a 7.25 log en los mismos intervalos. Al término de los 90 segundos, ambos tratamientos presentaron niveles bacterianos similares (~7.3 - 7.4 log), lo que indica que el extracto acuoso de albura posee una eficacia comparable a la del desinfectante químico comercial para la remoción de células adheridas en el epicarpio del fruto. Estos resultados sugieren que sería necesario evaluar tiempos de contacto mayores a 90 segundos para determinar si es posible alcanzar una disminución adicional de la carga bacteriana adherida.



La actividad antimicrobiana de los extractos de *Eysenhardtia polystachya* frente a *Salmonella* spp. mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0.05$). Los halos de inhibición obtenidos para cada extracto y los controles se presentan en la Figura 4, y en conjunto respaldan que, además de la concentración empleada, el tiempo de contacto es un factor crítico para lograr reducciones más marcadas en la población bacteriana.

Figura 4. Reducción logarítmica de *Salmonella* spp. presentes en el aguacate



En la fase aplicada al fruto, el extracto acuoso de albura logró una reducción cercana a 3 log en 90 s, un efecto comparable al del desinfectante comercial. Este hallazgo es relevante porque demuestra que un extracto vegetal, obtenido mediante un método sencillo y seguro, puede disminuir significativamente las células adheridas de *Salmonella* spp. en una matriz alimentaria real. La necesidad de tiempos de contacto mayores para lograr reducciones adicionales ya ha sido mencionada en estudios de desinfección en superficies vegetales (Amaya-Acosta et al., 2016), lo que coincide con la tendencia observada en el presente trabajo.

En conjunto, estos resultados sugieren que *E. polystachya* constituye una alternativa natural viable para reducir la presencia de *Salmonella* spp. en el epicarpio del aguacate. Además, su origen regional, su bajo costo y su preparación sencilla lo convierten en una opción potencial para sistemas poscosecha de pequeña y mediana escala. No obstante, se recomienda explorar en estudios futuros la estandarización

del extracto, la identificación de los compuestos responsables de la actividad, la evaluación sensorial del fruto tratado y su posible aplicación a nivel industrial.

CONCLUSIONES

Eysenhardtia polystachya demostró que tiene un efecto antimicrobiano frente a microorganismos patógenos como *Salmonella* spp particularmente en forma de infusión acuosa de albura.

La obtención de halos de inhibición clasificados como “muy sensibles” y “sumamente sensibles”, proporcionaron una reducción a 3 log UFC/mL en fruto en solo 90 segundos con una eficacia comparable a la de un desinfectante comercial, confirmando su potencial como coadyuvante natural en prácticas de desinfección postcosecha.

Sin embargo, la reducción incompleta de la carga bacteriana y el efecto marcado del tiempo de exposición señalan la necesidad de ampliar los intervalos de contacto para alcanzar disminuciones más profundas. Asimismo, será indispensable desarrollar estudios futuros orientados a estandarizar los extractos, caracterizar sus compuestos activos, validar su inocuidad y evaluar su desempeño bajo condiciones reales de procesamiento, con el fin de determinar su aplicabilidad práctica en la industria aguacatera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aiyegoro, O.A., & Okoh, A.I. (2010) Use of bioactive plant products in combination with standard antibiotics: Implications in antimicrobial chemotherapy. *Journal of Medicinal Plants Research*. 4(13):1251-1257.
- Amaya-Acosta, M., Castro-Rosas, J., Gómez-Aldapa, C.A., Villagómez-Ibarra, J.R., Román-Gutiérrez, A.D., & Rangel-Vargas, E. (2016). Evaluation of sodium hypochlorite and acetic acid efficiency for disinfection of pathogenic microorganisms on avocado surface. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*. 8(2):123-134.
- Annou, A.M., Tano, K., Diomandé, S.E., & Koffi-Nevry, R. (2016). Assessment of microbiological quality of fresh fruits sold in Abidjan markets. *Journal of Food Safety*. 36(4):532-540.
- Aryal, M., & Muriana, P, M. (2019). Efficacy of commercial sanitizers used in food processing facilities for inactivation of *Listeria monocytogenes*, *E.coli* 0157H:7 and *Salmonella* Biofilms. *Food*. 8(2):639.



- Basilio-Cortés, U.A., Hernández-Rodríguez, C., Ramírez-Cruz, M., & Montaño-Aragon, J.M. (2023). Microbiological quality of avocado marketed in central Mexico. *Food Control*. 148.109684. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109684>.
- Cruz-López, J.A., Montaño-Aragon, J.M., Hernández-Rodríguez, C., & Ramírez-Cruz, M. (2025). Microbial contamination of Hass avocado associated with postharvest handling. *Journal of Food Protection*. 88(2):245-253.
- Cabrera-Díaz, E., Martínez-Chávez, L., Gutiérrez-González, P., Pérez-Montaño, J.A., Rodríguez-García, M.O., Martínez-González, N.E. (2022). Efecto de la temperatura y el tiempo de almacenamiento sobre el comportamiento de *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* y la microbiota de fondo en aguacates frescos enteros (Persea americana var Hass). *Revista Internacional de Microbiología de Alimentos*. 369.109614.
- Franco-Sánchez, M., Leos-Rodríguez, J., Salas-González, J., Acosta-Ramos, M., & García-Munguía, A. (2018). Análisis de costos y competitividad en la producción de aguacate en Michoacán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 9(2):391–403. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v9n2/2007-0934-remexca>.
- Fotakis, C., Tsigirmani, D., Lazaridis, K., & Zoumpoulakis, P. (2016). Metabolomic tools for quality and authenticity control of fruits. *Food Chemistry*. 194. 1029-1040.
- García, R., Martínez, L., Cabrera, E., Gutiérrez, P., Montañez, J., Varela, J., & Martínez, N. (2020). *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, and indicator microorganisms on hass avocados sold at retail markets in Guadalajara, Mexico. *Journal of Food Protection*. 83(1):75–81. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-19-273>
- García-Frutos, R., Martínez-Chávez, L., Cabrera-Díaz, E., Gutiérrez-González, P., Montañez-Soto, J., Varela-Hernández, J.J., & Martínez-Hernández, J.J., & Martínez-González, N.E. (2020). *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* and indicator microorganisms on Hass avocados sold at retail markets in Guadalajara, Mexico. *Journal of Food Protection*. 83(1):75-81. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-19-273>.



- García-Frutos, R., Martínez-González, N.E., Cabrera-Díaz, E., & Varela-Hernández, J.J. (2023). Microbiological risks associated with avocado production and commercialization. *Food Microbiology*. 110.104162.
- García-Sánchez, K.R. (2008). Contaminación por *Salmonella* y concentración de *Escherichia coli* en aguacate y muestras del ambiente en huertas exportadoras en Michoacán. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara.
- Gil, M., Selma, M., López, F., & Allende, A. (2009). Fresh-cut product sanitation and wash water disinfection: Problems and solutions. *International Journal of Food Microbiology*, 134:37–45. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.05.021>
- Granja-Cabrera, J., Timaná, R., Osorio, O., & Paredes, K. (2025). Efecto del secado en la concentración de compuestos bioactivos y la actividad antioxidante de plantas forrajeras. 1–17.
- Herrera-Cárdenas, M. (2024). Calidad microbiológica del aguacate Hass en mercados locales. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (2023). Manejo poscosecha del aguacate. INIFAP
- Lorezo-Barrera, C (2024). Evaluación microbiológica del aguacate Hass destinado a exportación. Tesis de maestría. Universidad de Guadalajara.
- Lorenzo-Barrera, C., Montañó-Aragón, J.M., & Hernández-Rodríguez, C. (2025) Postharvest factors affecting microbial load in avocado. *Postharvest Biology and Technology*. 205. 112507.
- Molina, F., Chávez, M., & Ramírez, L. (2020). Hygienic handling practices in fruit markets and microbial contamination. *Food Control*. 113.107176.
- Montañó-Aragón, J.M., Hernández-Rodríguez, C, & Ramírez-Cruz, M. (2023). Food safety risks in avocado supply chains. *Foods*. 12(9):1895.
- Nakra, A., Singh, R., & Sharma, P. (2025). Microbial hazards associated with fresh produce: A global review. *Food Reviews International*. 41(2):233-251.
- NOM-109-SSA1-1994. Bienes y servicios. Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.



- NOM-210-SSA1-2014. Productos y servicios. Métodos de pruebas microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos.
- Ogbonna, D.N., Sokari, T.G., & Lyenoma, J. (2021). Microbiological quality of fruits sold in open markets. *African Journal of Food Science*. 15(4):97-105.
- Perez-Gutierrez, R., García-Campoy, A., & Muñiz-Ramirez, A. (2016). Properties of Flavonoids Isolated from the Bark of *Eysenhardtia polystachya* and Their Effect on Oxidative Stress in Streptozotocin-Induced Diabetes Mellitus in Mice. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. <https://doi.org/10.1155/2016/9156510>
- Raghunath, P., Perumal, A., & Ramesh, S. (2023). Emerging foodborne pathogens linked to fresh produce. *Trends in Food Science & Technology*. 131. 176-185.
- Ramírez, M., Hernández, C., & Montaña-Arago, J.M. (2023). Microbial indicators in avocado production systems. *Journal of Food Safety*. 43(1):13006.
- Rodríguez-Campos, J., Escobedo-Reyes, A., & Lugo-Melchor, Y. (2017). Inocuidad en Aguacate. *Inocuidad y Trazabilidad En Los Alimentos Mexicanos*. 165–186.
- Rodríguez-Ferradá, C., Carballo-Guerra, C., Hechevarría-Sosa, I., & Luz, L. A. la. (2005). Ahorro de energía en el secado de plantas medicinales. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962005000100011
- Rodríguez-García, O. (2017). Contaminación microbiana durante la producción y cosecha de aguacate (*Persea americana* cv. Hass) y tratamientos de descontaminación del epicarpio. *Memorias del V Congreso Latinoamericano del Aguacate*. 198–211.
- Rodríguez-García M.O., González-Romero, V.M., Fernández-Escartín, E. (2011). Reduccion de *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* 0157H:7 y *Listeria monocytogenes* con agua oxidante electrolizada en aguacates Hass inoculados (*persea americana* var. Hass). *Revista de Protección de Alimentos*. 74(9):1552-1557.
- Sereno, H. C.A. (2024). Perspectivas ambientales sobre el cultivo de aguacate en Michoacán: Protección de la fauna y desarrollo sostenible. *Milenia, Ciencia y arte*. 13(23):1-4.



- Strydom, A. Bester, I.M., Cameron, M., Franz, C.M.AP., Withuhn, R.C. (2013). Subtipificación de *Listeria monocytogenes* aislada de una planta de procesamiento de aguacate de Sudáfrica mediante PCR-RFLP y PFGE. *Control de Alimentos*. 31(2):274-279.
- Thamkaew, G., Sjöholm, I., & Galindo, F.G. (2021). A review of drying methods for improving food safety and quality fruits. *Journal of Food Engineering*.291.110311.
- Torres-Chatí, J., León-Quispe, J., & Tomas-Chota, G. (2017). Antibacterial and antifungal activity from leaf extracts of *Luma chequen* (Molina) A. Gray “myrtle” against pathogens of clinical origin. *Revista de La Sociedad Venezolana de Microbiología*. 37: 10–16.
- Villacrés-Vallejo, J., & Barreto-Salcedo, M. (2022). Microbiological quality of fresh produce in Latin America. *Revista de Salud Publica*. 24(3):356-364.

