



Rivar

REVISTA IBEROAMERICANA DE
VITICULTURA, AGROINDUSTRIA
Y RURALIDAD

Editada por el Instituto de Estudios Avanzados
Universidad de Santiago de Chile

EXTRACTOS VEGETALES BIOCIDAS EN LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA DE ARÁNDANOS (*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.)



*Biocidal plant extracts in the post-harvest preservation of blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.)*
*Extratos vegetais biocidas na conservação pós-colheita de mirtilos (*Vaccinium corymbosum* L.)*

Juan Sanchez Ramos
Universidad Nacional de Cañete
Lima, Perú
ORCID: [0009-0008-5328-2837](https://orcid.org/0009-0008-5328-2837)
2001080090@undc.edu.pe

Renzo Lozano Sandoval
Universidad Nacional de Cañete
Lima, Perú
ORCID [0009-0009-4697-1033](https://orcid.org/0009-0009-4697-1033)
2001080061@undc.edu.pe

Naomi De la Cruz Vilchez
Universidad Nacional de Cañete
Lima, Perú
ORCID [0009-0005-9538-037X](https://orcid.org/0009-0005-9538-037X)
2001080038@undc.edu.pe

Roberto Mañuico Mendoza
Universidad Nacional de Cañete
Lima, Perú
ORCID [0000-0002-2698-3741](https://orcid.org/0000-0002-2698-3741)
rmanuico@undc.edu.pe

Volumen 13, número 39, 196-209, abril 2026

ISSN 0719-4994

Artículo de investigación

<https://doi.org/10.35588/470v8v11>

Recibido

16 de mayo de 2025

Aceptado

30 de junio de 2025

Publicado

30 de abril de 2026

Cómo citar

Sanchez Ramos, J., Lozano Sandoval, R., De la Cruz Vilchez, N. y Mañuico Mendoza, R. (2026). Extractos vegetales biocidas en la conservación postcosecha de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.). *RIVAR*, 13(39), 196-209.

<https://doi.org/10.35588/470v8v11>

ABSTRACT

In the last decade, Latin America has established itself as a leader in blueberry exports. However, it faces losses in the postharvest stage, estimated at 70%, caused mainly by pathogens such as *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum sp.* and *Rhizopus sp.* The study evaluated the effect of biocidal plant extracts (garlic, *Allium sativum*; horsetail, *Equisetum arvense*; paico, *Dysphania ambrosioides*, and African milkvetch, *Euphorbia tirucalli*) on the incidence and postharvest shelf life of blueberries (*V. corymbosum*). Using a completely randomized design (CRD) with five treatments and three replicates, 150 fruits were stored at 7°C, taking 120 statistically representative fruits as a sample. The results of incidence and shelf life showed significant differences with Dunn's test, with horsetail (0,003*), paico (0,025*) and African milkman (0,003*), with the exception of the control with garlic (0,055). On average, the control showed a 50% incidence followed by garlic (16,67%) and African milk (12,5%), while horsetail and paico showed no incidence (0%). Finally, according to the Barnett and Hunter keys, the pathogen present in the investigation was identified as *B. cinerea*.

KEYWORDS

Fruit, quality control, agroindustry, ethnobotany.

RESUMEN

En la última década, América Latina se ha consolidado como líder en exportaciones de arándanos. Sin embargo, enfrenta pérdidas en la etapa postcosecha, estimadas en un 70%, causadas principalmente por patógenos como *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum sp.* y *Rhizopus sp.* El estudio evaluó el efecto de extractos vegetales biocidas (ajo, *Allium sativum*; cola de caballo, *Equisetum arvense*; paico, *Dysphania ambrosioides* y lechero africano, *Euphorbia tirucalli*) sobre la incidencia y la vida útil postcosecha de arándanos (*V. corymbosum*). Utilizando un diseño completamente al azar (DCA) con cinco tratamientos y tres repeticiones, se almacenaron 150 frutos a 7°C, tomando como muestra 120 frutos estadísticamente representativos. Los resultados de incidencia y vida útil demostraron diferencias significativas con el test de Dunn, siendo cola de caballo (0,003*), paico (0,025*) y lechero africano (0,003*), con excepción del testigo con el ajo (0,055). A nivel de promedio, el testigo presentó un 50% de incidencia seguido del ajo (16,67%) y leche africana (12,5%), mientras que en la cola de caballo y paico no se registró incidencia (0%). Finalmente, de acuerdo a las llaves de Barnett y Hunter, se identificó al patógeno presente en la investigación como *B. cinerea*.

PALABRAS CLAVE

Fruta, control de calidad, agroindustria, etnobotánica.

RESUMO

Na última década, a América Latina se consolidou como líder na exportação de mirtilo (Morales, 2022). Entretanto, apresenta perdas na fase pós-colheita, estimadas em 70%, causadas principalmente por patógenos como *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum sp.* e *Rhizopus sp.* O estudo avaliou o efeito de extratos vegetais biocidas (alho, *Allium sativum*; cavalinha *Equisetum arvense*; paico, *Chenopodium ambrosioides* e serralha africana, *Euphorbia tirucalli*) na incidência e na vida útil pós-colheita de mirtilos (*V. corymbosum*). Utilizando um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e três repetições, 150 frutos foram armazenados a 7°C, sendo 120 frutos estatisticamente representativos como amostra. Os resultados de incidência e vida útil apresentaram diferenças significativas com o teste de Dunn, sendo cavalinha (0,003*), paico (0,025*) e leite africano (0,003*), com exceção do controle com alho (0,055). Em média, a testemunha apresentou incidência de 50% seguida do alho (16,67%) e leite africano (12,5%), enquanto nenhuma incidência foi registrada na cavalinha e no paico (0%). Por fim, de acordo com as chaves de Barnett e Hunter, o patógeno presente na investigação foi identificado como *B. cinerea*.

PALAVRAS-CHAVE

Fruta, controle de qualidade, agroindústria, etnobotânica.

Introducción

El 2023 las exportaciones de arándano en América Latina alcanzaron más de 200 mil toneladas, siendo 100 mil toneladas menos que el año anterior. Teniendo cómo principales exportadores a los países de Perú y Chile (FAO, 2025). El Perú ha logrado ubicarse cómo uno de los principales exportadores de arándano en un contexto internacional, gracias a sus condiciones climáticas favorables y la calidad de sus productos, teniendo un crecimiento notable en su producción y exportación (Ramírez Rodríguez et al., 2024; El Peruano, 2024).

En el caso del mercado europeo se ha reportado que durante la campaña 2019/20, el proceso de reempaque evidenció mermas de hasta un 25%, principalmente debido a defectos como bayas reventadas, incidencia de pudrición y fruta blanda (Valderrama, 2022). Lo cual se vuelve un desafío para las grandes agroindustrias en el manejo postcosecha de esta baya.

Esto debido a que los frutos del arándano presentan una epidermis muy delgada, lo cual los hace propensos a un deterioro acelerado en comparación con otros frutos; así mismo, las enfermedades postcosecha de los frutos de arándanos como el moho gris (*B. cinerea*), la putrefacción del fruto (*Alternaria spp.*) y la antracnosis (*Colletotrichum spp.*) generan pérdidas económicas considerables (Ramos-Bell et al., 2021).

Tradicionalmente, el control de patógenos postcosecha se ha basado en el uso intensivo de agroquímicos, como fungicidas e insecticidas, que, si bien son efectivos, presentan desventajas significativas. Sin embargo, en la etapa postcosecha, existe una creciente preocupación por los posibles riesgos para la salud que representan los residuos de pesticidas en las superficies de los productos agrícolas. Estos productos no solo generan residuos tóxicos en los frutos, sino que también los residuos de plaguicidas pueden filtrarse al entorno, ingresar a la cadena alimentaria y, con una exposición prolongada provocar efectos adversos en la salud, como trastornos neurológicos (Freund et al., 2025). Además, su uso indiscriminado e incorrecto de estos agroquímicos incrementa los costos de producción, afecta el rendimiento y la sostenibilidad del cultivo (Vázquez et al., 2025). En este contexto, la creciente demanda de los consumidores orienta a la industria agrícola en la búsqueda de alternativas sostenibles e inocuas.

Estudios recientes han evidenciado la eficacia de la alicina presente en *A. sativum* (in vitro) contra *B. cinerea* y otros patógenos como *A. brassicicola* y *A. alternata* (Teixiera et al., 2023), el extracto de cola de caballo (*E. arvense*) ha sido estudiada y comprobada su eficacia ante la inhibición de *Alternaria sp* y *Aspergillus sp* (Hamidović et al., 2025), en caso de extracto de paico (*D. ambrosioides*) que contiene principalmente isómeros y ascaridol, también presenta hidrocarburos monoterpénicos α -terpineno y el p-cimeno, en conjunto representan sus propiedades antifúngicas (Ignacchiti, 2021), así mismo el extracto de lechero africano (*E. tirucalli*) tiene pocos estudios, aunque se registra que dentro de su género hay especies que producen nanopartículas de plata (agNPS) las cuales tienen propiedades antimicrobianas (George et al., 2024). Los extractos de plan-

tas biocidas se consideran una alternativa sostenible y respetuosa con el medio ambiente, ya que muchos fitoquímicos son metabolitos solubles en agua, incluidos ácidos orgánicos, quinonas, compuestos fenólicos, flavonoides, alcaloides, catequinas, terpenoides y coenzimas con capacidades antibióticas (Khamis et al., 2025).

Estos hallazgos resaltan la importancia de continuar investigando el uso de extractos vegetales como una alternativa sostenible a los fungicidas sintéticos. Además, el uso de estos extractos puede facilitar la transición desde una agricultura intensiva en insumos químicos hacia sistemas agroecológicos más sostenibles, lo cual es clave para reducir los residuos de pesticidas, la contaminación ambiental, la resistencia de plagas y los riesgos a la salud (Kamanga et al., 2025), además de asegurar los estándares de inocuidad y calidad exigidos por los mercados internacionales. El presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de extractos vegetales biocidas en la incidencia de patógenos y la vida útil de los arándanos en postcosecha, con el fin de generar alternativas efectivas y sostenibles para su conservación.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de Cañete, en Lima, Perú. El objetivo fue evaluar el efecto de extractos vegetales biocidas sobre la incidencia de patógenos y vida útil postcosecha del arándano (*V. corymbosum*); adicional se buscó identificar los patógenos que se llegaron a desarrollar. Se empleó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con cinco tratamientos T1: Testigo (sin aplicación de extracto); T2: Extracto de ajo (*A. sativum*); T3: Extracto de cola de caballo (*E. arvense*); T4: Extracto de paico (*D. ambrosioides*) y T5: Extracto de lechero africano (*S. grantii*), y tres repeticiones. Cada unidad experimental consistió en diez frutos, totalizando 150 frutos para el estudio. Los frutos seleccionados pertenecían a la variedad Biloxi, y se eligieron aquellos que presentaban firmeza adecuada, ausencia de daños mecánicos y libres de materia inerte.

Preparación de los extractos vegetales

Para el extracto de los vegetales, en el caso del ajo (*A. sativum*), se trituraron 20 g de ajo frescos y se maceraron en 100 ml de agua destilada durante 24 horas. Posteriormente, la mezcla se filtró para evitar grumos y obtener el extracto líquido. Para el extracto de cola de caballo (*E. arvense*), se macero 25 g entre tallos y hojas en 1 L de agua hervida, la mezcla se dejó reposar durante 24 horas y luego se filtró para eliminar impurezas. Para el extracto de paico (*D. ambrosioides*), se agregó 100 g de hojas y tallos de paico en un 1 L durante diez minutos de decocción, se dejó reposar durante 24 horas y se filtró antes de ser utilizado. Y para el extracto de lechero africano (*S. grantii*), se disolvieron 2-3 gotas de látex de lechero africano en 1 L de agua destilada, homogenizando la solución para su aplicación.

Aplicación de los extractos y almacenamiento, para ello los frutos de arándano fueron previamente seleccionados y posteriormente se desinfectó en las soluciones de los extractos vegetales a una concentración del 2% durante 1 minuto, permitiendo su secado a temperatura ambiente antes de ser almacenados en envases perforados a nivel de las tapas. Los frutos se almacenaron en condiciones controladas a 7°C y 80% de humedad relativa (HR), monitoreadas mediante sensores calibrados para asegurar la estabilidad de las condiciones experimentales.

Evaluación de parámetros, las evaluaciones se realizaron durante un periodo de 21 días, iniciando con la primera evaluación al sexto día, seguida de evaluaciones cada tres días. Se registraron los siguientes parámetros: la incidencia se determinó mediante observación visual, la identificación de los patógenos se utilizó las llaves de Barnett y Hunter del 1998 con la ayuda del microscopio y la vida útil se evaluó considerando, la presencia de signos de descomposición y el color de la epidermis.

Análisis estadísticos, los datos obtenidos se analizaron utilizando el software RStudio y Jamovi para un análisis descriptivo e inferencial. Se verificó la normalidad de los datos mediante las pruebas de Shapiro-Wilk, y la homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Bartlett. Dado que los datos no cumplieron con los supuestos del ANOVA, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, seguida del postest de comparaciones múltiples de Dunn para identificar diferencias significativas entre tratamientos. Se consideró un nivel de significancia del 5% ($p \leq 0,05$).

Materiales utilizados

- Arándanos frescos (variedad Biloxi).
- Extractos vegetales biocidas, se utilizó: ajo, cola de caballo, paico y lechero africano.
- Materiales: Jeringas, recipientes para maceración y cocción.
- Insumos de laboratorio: Agua destilada y azul de lactofenol.
- Equipos de laboratorio: refrigerador de laboratorio, vasos precipitados de 50 ml y 100 ml, microscopio, porta objetos, estereoscopio, sensores de temperatura y humedad.
- Envases de plásticos transparentes, para agrupación de tratamientos.

Resultados y discusión

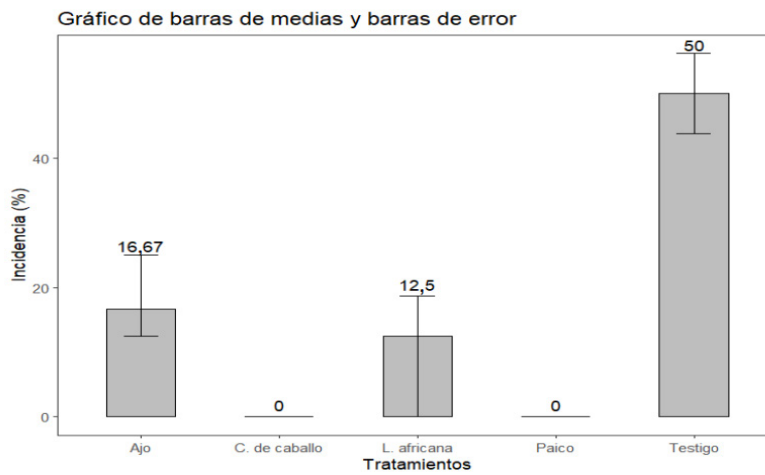
Incidencia de patógenos

El tratamiento testigo (T1) presentó una incidencia del 50%, lo que confirma la susceptibilidad de los arándanos a los patógenos en ausencia de tratamientos postcosecha. En contraste, los tratamientos con extractos vegetales mostraron una reducción notable en la incidencia de patógenos: el extracto de ajo (T2) presentó una incidencia del 16,67%, mientras que el extracto de lechero africa-

no (T5) mostró una incidencia del 12,5% (Tabla 1). Los tratamientos con extracto de cola de caballo (T3) y paico (T4) no presentaron incidencia de patógenos (0%), demostrando una inhibición total de los patógenos (Figura 1).

Figura 1. Comparación de medias de la incidencia de patógenos por tratamiento a los 21 días

Figure 1. Comparison of means of pathogen incidence by treatment at 21 days



Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Tabla 1. Estadística descriptiva de la comparación de medias de la incidencia de patógenos por tratamiento a los 21 días

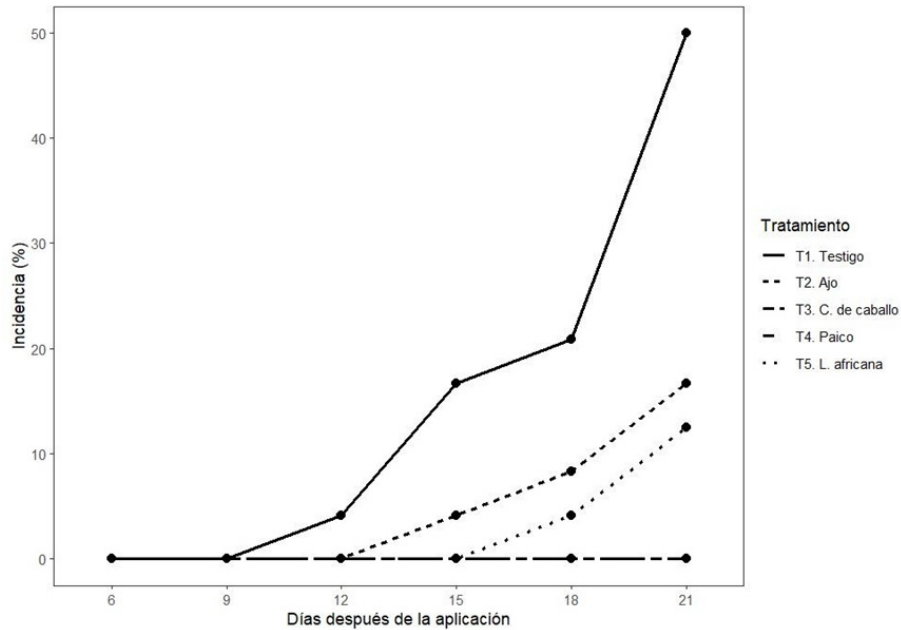
Table 1. Descriptive statistics comparing means of pathogen incidence by treatment at 21 days

Tratamiento	Incidencia (%)
T1 Testigo	50,00
T2 Ajo	16,67
T3 Cola de caballo	0,00
T4 Paico	0,00
T5 Leche africana	12,27

Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Asimismo, en la Figura 2 se muestra la tendencia de los patógenos durante los 21 días. Allí fue observada la presencia de los patógenos a partir de los días 12, 15 y 18 en los tratamientos testigo (T1), ajo (T2) y leche africana (T5), y una presencia nula en los tratamientos de cola de caballo (T3) y paico (T4).

Figura 2. La incidencia de patógenos en los tratamientos durante los 21 días
Figure 2. The incidence of pathogens in the treatments during the 21 days

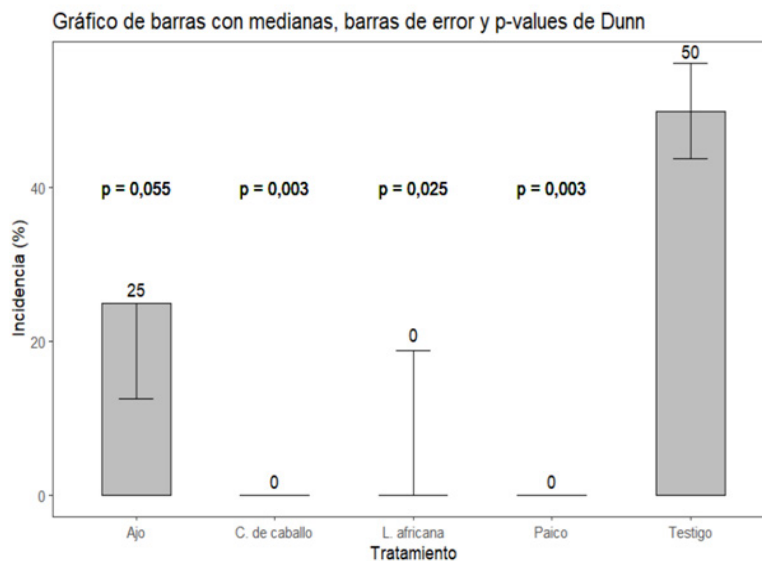


Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

La prueba de Dunn reveló diferencias significativas en la incidencia de patógenos entre el testigo (T1) y los tratamientos con cola de caballo (T3), paico (T4) y leche africana (T5) ($p \leq 0,05$), los cuales mostraron una reducción completa de la incidencia, evidenciando su potencial efecto fitosanitario sin embargo no se mostraron diferencias significativas entre el testigo (T1) y el ajo (T2) (Figura 3 y Tabla 2).

Figura 3. Comparación de la incidencia de patógenos entre tratamientos según la prueba de Dunn
Figure 3. Comparison of significance of pathogen incidence according to Dunn's test

Figure 3. Comparison of significance of pathogen incidence according to Dunn's test



Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Tabla 2. Comparación inferencial de la incidencia de patógenos entre tratamientos según la prueba de Dunn
Table 2. Inferential comparison of pathogen incidence between treatments according to Dunn's test

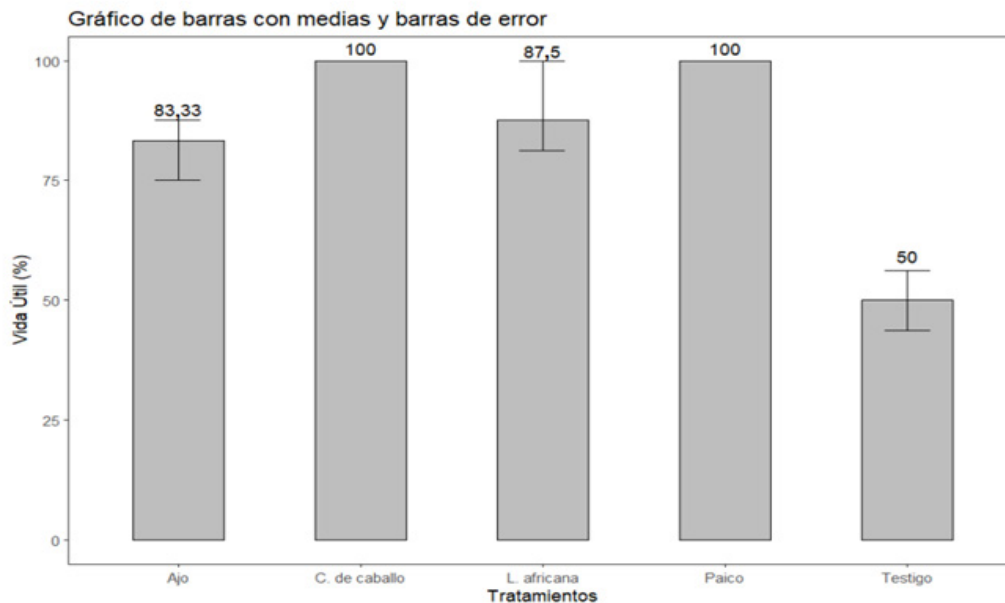
Comparación de tratamientos	Dunn ($p \leq 0.05$)
Testigo (T1) – Testigo (T1)	- a
Testigo (T1) – Ajo (T2)	0,055 a
Testigo (T1) – Cola de caballo (T3)	0,003* b
Testigo (T1) – Paico (T4)	0,025* b
Testigo (T1) – Leche africana (T5)	0,003* b

Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Vida útil

El tratamiento testigo (T1) presentó una vida útil del 50%, lo que confirma la susceptibilidad de los arándanos al deterioro en ausencia de tratamientos postcosecha. En contraste, los tratamientos con extractos vegetales de cola de caballo (T3) y paico (T4) conservaron el 100% frutos de arándano, y en menor proporción el extracto de leche africana (T5) con 87,50% y el ajo (T2) con 83,33% (Figura 4 y Tabla 3).

Figura 4. Comparación de medias de la vida útil por tratamiento a los 21 días
Figure 4. Comparison of mean lifespans by treatment at 21 days



Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Tabla 3. Estadística descriptiva de la comparación de medias de la vida útil por tratamiento a los 21 días

Table 3. Descriptive statistics of the comparison of mean lifespans by treatment at 21 days

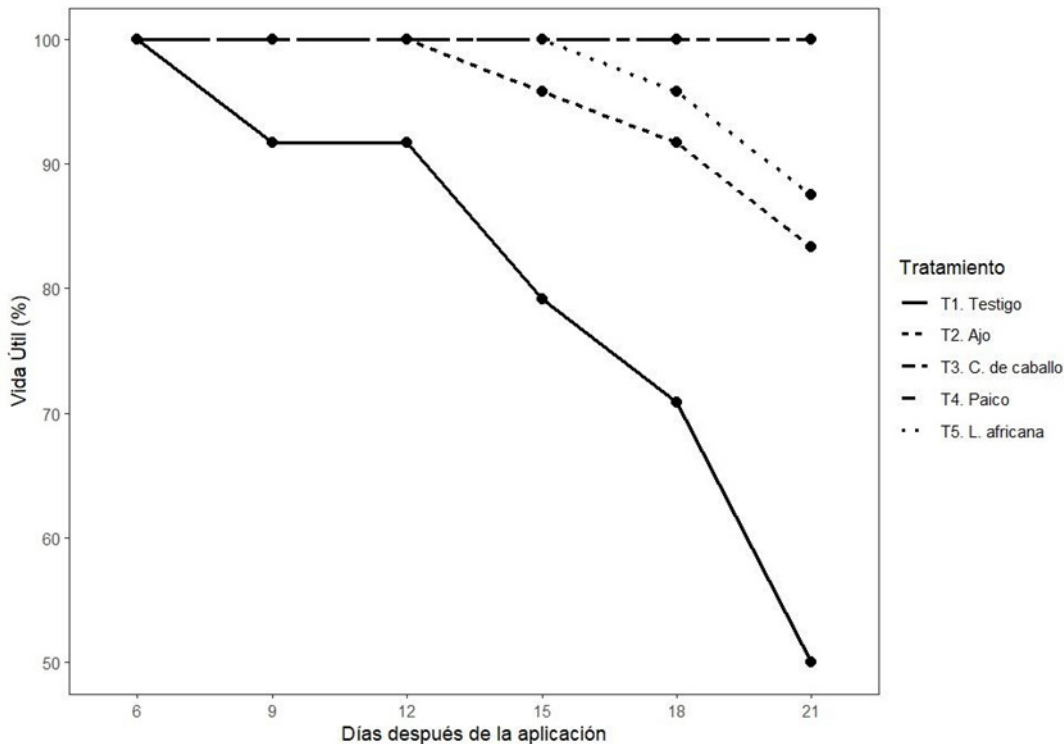
Tratamiento	Vida útil (%)
T1 Testigo	50,00
T2 Ajo	83,33
T3 Cola de caballo	100,00
T4 Paico	100,00
T5 Leche africana	87,50

Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Así mismo en la Figura 5, se muestra la tendencia de la vida útil durante los 21 días, se observó el deterioro a partir los días 9, 15 y 18 en los tratamientos testigo (T1), ajo (T2) y leche africana (T5), y una conservación del 100% en los tratamientos de cola de caballo (T3) y paico (T4).

Figura 5. La vida útil en los tratamientos durante los 21 días

Figure 5. Shelf life in treatments over 21 days

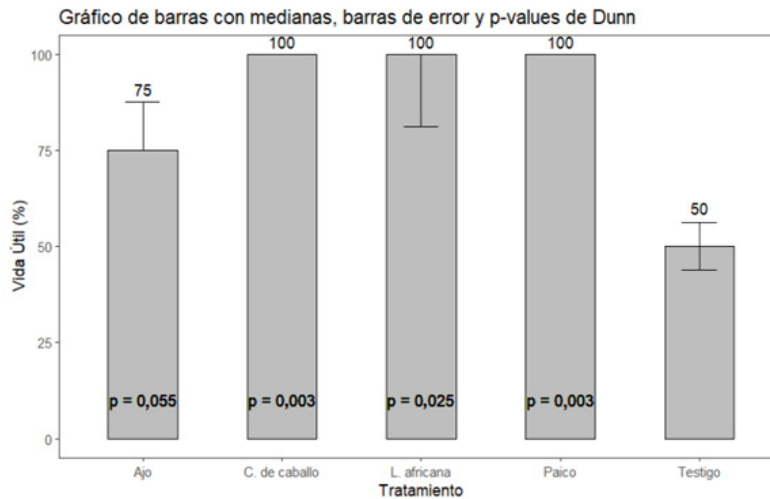


Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

La prueba de Dunn evidenció que los tratamientos con cola de caballo (T3), paico (T4) y leche africana (T5) prolongaron significativamente la vida útil del arándano respecto al testigo (T1) ($p \leq 0,05$), alcanzando un 100 % de conservación. Estos resultados destacan su eficacia como alternativas naturales para extender la vida postcosecha, superando al ajo (T2), cuyo efecto no fue estadísticamente

diferente al testigo (T1) ($p > 0,05$) (Figura 6 y Tabla 4).

Figura 6. Comparación de la vida útil entre tratamientos según la prueba de Dunn
Figure 6. Comparison of lifespan between treatments according to Dunn's test



Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Tabla 4. Comparación inferencial de la vida útil entre tratamientos según la prueba de Dunn

Table 4. Inferential comparison of lifespan between treatments according to Dunn's test

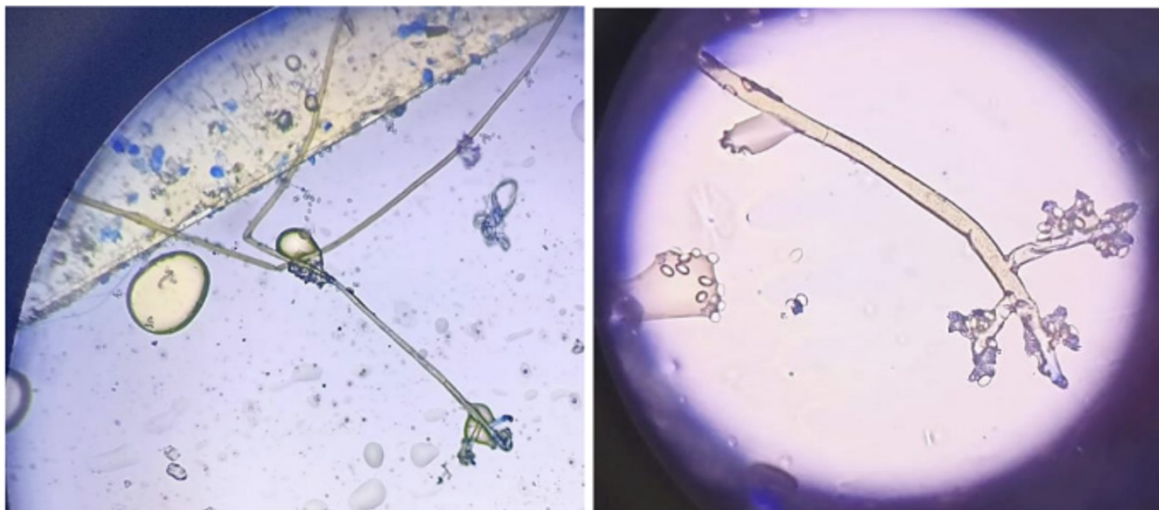
Comparación de tratamientos	Dunn ($p \leq 0,05$)
Testigo (T1) – Testigo (T1)	- a
Testigo (T1) – Ajo (T2)	0,055 a
Testigo (T1) – Cola de caballo (T3)	0,003* b
Testigo (T1) – Paico (T4)	0,025* b
Testigo (T1) – Leche africana (T5)	0,003* b

Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Identificación de patógenos

La identificación microscópica del patógeno se determinó de acuerdo a la descripción morfológica vigente por Barnett y Hunter (1998), identificándose la presencia de *B. cinerea* en los tratamientos con extracto de ajo (T2), lechero africano (T5) y testigo (T1) como se observa en la figura 7. Y la ausencia de *B. cinerea* en los tratamientos con cola de caballo (T3) y paico (T4) respalda la eficacia de estos extractos para controlar este patógeno.

Figura 7. Identificación microscópica del patógeno
Figure 7. Microscopic identification of the pathogen



Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio indican que los extractos vegetales de cola de caballo (*E. arvense*) y paico (*D. ambrosioides*) tienen una alta efectividad en la prevención de la incidencia del hongo *Botrytis cinerea* y en la prolongación de la vida útil de los frutos de arándano durante la etapa de postcosecha. Este hallazgo es consistente con investigaciones recientes que destacan el potencial de los extractos vegetales como alternativas ecológicas a los fungicidas sintéticos. En particular, el tratamiento con cola de caballo (T3) mostró una marcada reducción en la presencia de *B. cinerea*. Este resultado coincide con lo reportado por Hamidović et al. (2025), quienes señalan que el extracto de cola de caballo tiene una aplicación potencial en la inhibición del crecimiento fúngico. Además, Boukhari et al. (2025) atribuyen la eficacia antifúngica de *E. arvense* a la presencia de equisetonina, una saponina con efectos tóxicos sobre los hongos, así como al ácido silícico, que fortalece las paredes celulares de los tejidos vegetales y dificulta la penetración del patógeno. Esta doble acción podría explicar la significativa protección observada en los frutos tratados con este extracto.

Asimismo, en la identificación del patógeno (*B. cinerea*) se asemeja a lo mencionado por Bi et al. (2023) donde la infección se inicia predominantemente mediante conidios ovales de 50-75 μm^3 que se adhieren a la superficie del fruto y germinan en ella, tras el contacto inicial con el hospedador.

Estos hallazgos no solo respaldan la eficacia de los extractos naturales como herramientas de manejo postcosecha, sino que también promueven su uso como parte de una agricultura sostenible, al reducir la dependencia de productos químicos sintéticos.

Conclusión

Los resultados de este estudio demuestran que los extractos vegetales de cola de caballo (*E. arvense*) y paico (*D. ambrosioides*) son altamente efectivos para inhibir la incidencia de *B. cinerea* y prolongar la vida útil de los arándanos (*V. corymbosum*) en condiciones postcosecha. Estos extractos no solo mostraron una inhibición total del crecimiento del patógeno (0% de incidencia), sino que también mantuvieron el 100% de los frutos en condiciones óptimas para el consumo durante los 21 días de evaluación.

El extracto de ajo (*A. sativum*) y el de lechero africano (*S. grantii*) también mostraron una efectividad moderada, con una incidencia de patógenos del 16,67% y 12,5%, respectivamente, y una vida útil del 83,33% y 87,5%.

La identificación microscópica confirmó la presencia de *B. cinerea* en los tratamientos con ajo (T2), lechero africano (T5) y testigo (T1), así mismo la ausencia en los tratamientos con cola de caballo (T3) y paico (T4).

En conclusión, este estudio aporta evidencia sólida sobre el potencial de los extractos vegetales, destacando los de cola de caballo y paico, como alternativas viables y sostenibles para la conservación postcosecha de arándanos. Estos hallazgos no solo contribuyen a reducir las pérdidas postcosecha, sino que también promueven prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente, alineadas con los estándares de inocuidad alimentaria de los mercados internacionales.

Limitaciones y recomendaciones

Aunque los resultados son prometedores, es importante destacar algunas limitaciones del estudio. En primer lugar, la investigación se realizó en condiciones controladas de laboratorio, por lo que es necesario validar los resultados en condiciones de packing y a escala comercial. En segundo lugar, se recomienda explorar la optimización de las concentraciones y la combinación de diferentes extractos para maximizar su efectividad. Finalmente, futuros estudios deberían evaluar el impacto de estos tratamientos sobre otros patógenos postcosecha, como *Colletotrichum sp.* y *Rhizopus sp.*, que también afectan la calidad de los arándanos.

Respecto a consideraciones éticas y ambientales, el estudio se realizó bajo estrictos protocolos de bioseguridad y ética, asegurando el manejo adecuado de los residuos generados durante la investigación. Además, se priorizó el uso de recursos naturales y sostenibles, minimizando el impacto ambiental y promoviendo su cuidado.

Declaración de autoría

Juan Sánchez Ramos: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, recursos, software, visualización y redacción – borrador original.

Renzo Lozano Sandoval: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, recursos, visualización y redacción – borrador original.

Naomi De la Cruz Vilchez: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, recursos, visualización y redacción – borrador original.

Roberto Mañuico Mendoza: Conceptualización, análisis formal, administración del proyecto, supervisión, validación, visualización, redacción – borrador original y redacción – revisión y edición.

Referencias

- Barnett, H.L. y Hunter, B.B. (1998). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (4.^a ed.). APS Press.
- Boukhari, M., Asencio-Vicedo, R., Cerdán, M., Sánchez-Sánchez, A., Jordá, J.D. y Ferrández-Gómez, B. (2025). Foliar application of *Equisetum arvense* extract enhances growth, alleviates lipid peroxidation and reduces proline accumulation in tomato plants under salt stress. *Plants*, 14(3), 488. DOI [10.3390/plants14030488](https://doi.org/10.3390/plants14030488)
- Campa, P., Pérez, I.F., López, J.A. y Angulo, A. (2017). Reducción en la incidencia de la pudrición gris en uva de mesa por el efecto de volátiles de un extracto de ajo. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 35(3), 439-454. DOI [10.18781/r.mex.fit.1707-1](https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1707-1)
- FAO (2025). *FAOSTAT Cultivos y productos de ganadería*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Fox, J. y Weisberg, S. (2020). *Car: Companion to Applied Regression*. Paquete de R. <https://cran.r-project.org/package=car>
- Freund, L., Mossa, J. y Guo, H. (2025). Development of a portable SERS tool to evaluate the effectiveness of washing methods to remove pesticide residue from fruit surface. *Analytica Chimica Acta*, 1336, 343476. DOI [10.1016/j.aca.2024.343476](https://doi.org/10.1016/j.aca.2024.343476)
- George, N., Joy, J., Mathew, B. y Koshy, E.P. (2024). Green mediated synthesis of silver nanoparticle using *Euphorbia maculate* leaf extract and their catalytic reduction and antibacterial properties. *Materials Today: Proceedings*. DOI [10.1016/j.matpr.2024.01.013](https://doi.org/10.1016/j.matpr.2024.01.013)
- Hamidović, S., Imamović, B., Bašić, F., Bezdrob, M., Delić, M., Rakita, N. y Lalević, B. (2025). Suppression of phytopathogenic fungi using garlic, horsetail, and yarrow plant extracts. *Journal of Central European Agriculture*, 26(1), 108-113. DOI [10.5513/JCEA01/26.1.4266](https://doi.org/10.5513/JCEA01/26.1.4266)

- Ignacchiti, M.D.C., de Queiroz, V.T., Martins, I.V.F., Crico, K.B., Gonçalves, L.V., Fazolo, M.B. y Costa, A.V. (2021). Chemical composition and effect of *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants essential oil on *Biomphalaria tenagophila* (D'Orbigny, 1835). *Natural Product Research*, 36(10), 2595-2598. DOI [10.1080/14786419.2021.1910261](https://doi.org/10.1080/14786419.2021.1910261)
- Kamanga, R.M., Bhikha, S., Kamala, F.D., Mwale, V.M., Tembo, Y. y Ndakidemi, P.A. (2025). Neem and *Gliricidia* plant leaf extracts improve yield and quality of leaf mustard by managing insect pests' abundance without harming beneficial insects and some sensory attributes. *Insects*, 16(2), 156. DOI [10.3390/insects16020156](https://doi.org/10.3390/insects16020156)
- Khamis, E., Abd-El-Khalek, D.E., Fawzy, M., Essam, H.M., Abdel-Gaber, A.M. y Anwar, J.M. (2025). Enhancing the shelf life of natural scale inhibitors using bio preservatives. *Scientific Reports*, 15(1), 8115. DOI [10.1038/s41598-025-90831-5](https://doi.org/10.1038/s41598-025-90831-5)
- Lenth, R. (2020). *Emmeans: Estimated marginal means, aka least-squares means*. Paquete de R. <https://cran.r-project.org/package=emmeans>
- Ramírez Rodríguez, J.A., Mendoza Rivas, D.L. y Asnate Salazar, E.J. (2024). Competitividad de la industria agroexportadora del arándano en el Perú, 2015-2019. *Revista Alfa*, 8(22), 256-272. DOI [10.33996/revistaalfa.v8i22.263](https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i22.263)
- Ramos-Bell, S., Díaz-Cayetano, G., Hernández-Montiel, L.G., Velázquez-Estrada, R.M., Montalvo-González, E. y Gutiérrez-Martínez, P. (2024). Conservación fisicoquímica de arándanos tratados con quitosano y ácido salicílico en poscosecha. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15(5), e3391. DOI [10.29312/remexca.v15i5.3391](https://doi.org/10.29312/remexca.v15i5.3391)
- R Core Team. (2021). *R: A language and environment for statistical computing* (Versión 4.1) Software de computadora. <https://cran.r-project.org>
- Teixeira, A., Sánchez-Hernández, E., Noversa, J., Cunha, A., Cortez, I., Marques, G., Martín-Ramos, P. y Oliveira, R. (2023). Actividad antifúngica de los extractos de residuos vegetales contra hongos fitopatógenos: el extracto de cáscara de *Allium sativum* como un producto prometedor dirigido a la membrana plasmática fúngica y la pared celular. *Horticulturae*, 9(2), 136. DOI [10.3390/horticulturae9020136](https://doi.org/10.3390/horticulturae9020136)
- The Jamovi Project (2022). *Jamovi* (Versión 2.3). Software de computadora. <https://www.jamovi.org>
- Valderrama Cieza, C.A. (2022). *Propuesta de mejoras en los procesos de cosecha y postcosecha de arándano para reducir mermas en el reempaque para el mercado europeo de la empresa Camposol S.A.* Tesis de licenciatura. Universidad Privada Antenor Orrego. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/8753>
- Vázquez, D., Jiménez, G., Cuevas, M., Lara, D. y Castillo, G. (2025). Sustainability of maize cultivation in southern Veracruz, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 28(2), 1-11. DOI [10.56369/tsaes.6061](https://doi.org/10.56369/tsaes.6061)