



Eficacia del ácido peracético en el control de enfermedades postcosecha y la conservación de la calidad del banano (*Musa* spp.)

Efficacy of peracetic acid in postharvest disease control and quality preservation of banana (*Musa* spp.)

Sebastian Iglesias-Osores^{1, 2}; Cesar Figueroa-Palomino²

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n, Lima, Perú.

² Investigación, Registros y Desarrollo, Clenvi SAC, Jr. Arica 242, Miraflores, Perú.

ORCID de los autores:

S. Iglesias-Osores: <https://orcid.org/0000-0002-4984-4656>

C. Figueroa-Palomino: <https://orcid.org/0009-0006-9178-3662>

RESUMEN

El banano (*Musa* spp.) puede perder más del 20% en postcosecha por pudriciones fúngicas, por lo que se requieren alternativas de desinfección aplicables en packing. El objetivo fue determinar la eficacia del ácido peracético (PAA) para reducir la severidad de pudrición de corona y su efecto sobre la maduración en banano de Piura, Perú. Se aplicaron inmersiones de 10 min en 0 (control), 40, 80, 120 y 150 ppm de PAA; por cada concentración se trabajó con 32 frutos (8 por cada una de cuatro zonas). Las muestras se incubaron en cámaras húmedas (22 °C; 85% – 90% HR) y se registró severidad en una escala ordinal (1 – 5). Los datos se analizaron con Kruskal–Wallis y Dunn ($\alpha = 0,05$). Se observaron diferencias en severidad entre tratamientos ($\chi^2 = 75,42$, $df = 4$, $p < 0,001$): 80, 120 y 150 ppm redujeron significativamente la severidad frente a 0 y 40 ppm, sin diferencias entre 120 y 150 ppm. No se observaron síntomas de fitotoxicidad durante el seguimiento, y 150 ppm mostró el mayor retraso de maduración (frutos más verdes al final del periodo). En controles se aislaron *Fusarium oxysporum*, *Thielaviopsis musarum* y *Lasiodiplodia theobromae*. En conjunto, 120 – 150 ppm (especialmente 150 ppm) se perfilan como dosis operativas para disminuir pudriciones y extender la vida útil sin comprometer la apariencia del fruto.

Palabras clave: banano; *Musa*; enfermedades poscosecha; pudriciones; desinfección; vida útil; maduración; ácido peracético.

ABSTRACT

Banana (*Musa* spp.) can lose more than 20% postharvest due to fungal rots, creating a need for packing-friendly disinfection options. This study aimed to determine the efficacy of peracetic acid (PAA) to reduce crown-rot severity and its effect on ripening in bananas from Piura, Peru. Fruit was immersed for 10 min in 0 (control), 40, 80, 120, and 150 ppm PAA; for each concentration, 32 fruits were processed (8 from each of four sampling zones). Samples were incubated in humid chambers (22 °C; 85% – 90% RH) and disease severity was scored on an ordinal scale (1–5). Data were analyzed with Kruskal–Wallis and Dunn's multiple comparisons ($\alpha = 0.05$). Severity differed among treatments ($\chi^2 = 75.42$, $df = 4$, $p < 0.001$): 80, 120 and 150 ppm significantly reduced severity versus 0 and 40 ppm, with no difference between 120 and 150 ppm. No phytotoxicity symptoms were observed during storage, and 150 ppm showed the greatest ripening delay (greener fruit by the end of the evaluation period). *Fusarium oxysporum*, *Thielaviopsis musarum* and *Lasiodiplodia theobromae* were isolated from controls. Overall, 120 – 150 ppm (especially 150 ppm) appears as operational doses to reduce postharvest rots and extend shelf life without compromising fruit appearance.

Keywords: banana; *Musa*; postharvest diseases; rots; disinfection; shelf life; ripening; peracetic acid.

1. Introducción

El banano (*Musa* spp.) es una de las frutas más relevantes para mercados nacionales e internacionales, pero su desempeño comercial está fuertemente condicionado por la etapa poscosecha. En la cadena de exportación, las pérdidas de calidad se amplifican por la manipulación, las condiciones de humedad y temperatura, y la presencia de inóculo fúngico en racimos, coronas y material de empaque. En este contexto, la pudrición de corona (crown rot) es reconocida como una de las enfermedades poscosecha más dañinas del banano y puede manifestarse en destino tras periodos prolongados de transporte refrigerado, lo que dificulta su detección y control oportunos (Schouten et al., 2025).

La pudrición de corona no responde a un único agente causal, sino a un complejo fúngico cuya composición puede variar por región, prácticas de campo y manejo poscosecha. Evidencia reciente confirma la asociación de especies de *Lasiodiplodia* con pudrición de corona en banano y resalta su diversidad y patogenicidad, con implicancias directas en el diseño de estrategias de manejo (da Silva França et al., 2025). Además, se siguen documentando nuevos reportes etiológicos vinculados al complejo, lo que enfatiza la naturaleza dinámica del problema y la necesidad de medidas que funcionen bajo variabilidad biológica real (da Silva França et al., 2024). En la misma línea, se ha reportado *Lasiodiplodia theobromae* como agente de pudrición de corona en banano en Ecuador, reforzando la relevancia regional del género y su potencial impacto en cadenas de valor latinoamericanas (Jaramillo-Aguilar et al., 2024). Para Perú, trabajos recientes en Piura han caracterizado fuentes de inóculo y el contexto epidemiológico de la pudrición de corona en banano orgánico, aportando pertinencia local a la discusión técnica y a la necesidad de intervenciones adaptadas al entorno productivo (Aguilar-Ancocota et al., 2025).

En la práctica, el manejo poscosecha combina higiene, desinfección, reducción de cargas microbianas en superficies, y medidas para sostener calidad durante almacenamiento y transporte. Sin embargo, la presión por inocuidad, sostenibilidad y desempeño tecnológico bajo condiciones con carga orgánica (agua de proceso, superficies, cajas, coronas) obliga a optimizar desinfectantes y protocolos. En los últimos años,

la literatura en sanitización de productos frescos ha consolidado el interés por estrategias y tecnologías que reduzcan riesgos microbiológicos sin deteriorar atributos de calidad, incluyendo el rol de sanitizantes oxidantes y alternativas complementarias (Jin & Adhikari, 2025). En esta búsqueda, el ácido peracético (PAA) se considera atractivo por su uso extendido como desinfectante y por su aplicabilidad en sistemas de lavado e inmersión, aunque su desempeño depende de concentración efectiva, tiempo de contacto y condiciones del medio.

La evidencia reciente en matrices hortofrutícolas apoya que el PAA puede reducir carga microbiana manteniendo aceptabilidad sensorial, aunque los efectos dependen del sistema y del objetivo sanitario. En productos mínimamente procesados, por ejemplo, se ha documentado que tratamientos con PAA pueden contribuir a controlar carga microbiana y preservar calidad sensorial en lechuga fresca cortada, lo que respalda su uso como sanitizante poscosecha cuando se ajusta el proceso (Cuggino et al., 2023). Asimismo, en escenarios más complejos de "wash water" con materia orgánica simulada, se ha evaluado la eficiencia de desinfección de PAA en condiciones que se aproximan a retos operativos reales (p. ej., turbidez/carga orgánica), evidenciando que el contexto del agua de proceso puede condicionar la eficacia observada (Wang et al., 2024). Este punto es especialmente relevante para cadenas de banano, donde el control de pudriciones en corona depende no solo del patógeno y el fruto, sino también del desempeño del tratamiento en condiciones de planta (pH, materia orgánica, recambio de solución, y uniformidad de contacto).

Aunque buena parte de la literatura se ha concentrado en seguridad microbiológica y calidad en otras frutas y hortalizas, también existen aproximaciones que combinan PAA con tecnologías físicas para extender vida útil, mostrando el interés por integrar sanitización con preservación de calidad. En fresa, por ejemplo, se ha reportado que la combinación de UV-C y PAA puede extender vida útil en productos frescos y congelados bajo condiciones experimentales específicas, lo que ilustra el potencial del PAA dentro de esquemas poscosecha más amplios (Nicolau-Lapeña et al., 2024). Adicionalmente, en *Musa* (plátano verde mínimamente procesado), se ha comparado PAA con cloro como desinfectante, mostrando reducciones microbiológicas relevantes y señalando que el grado de subdivisión del

tejido influye en la efectividad del tratamiento (Fatjó-Barboza & Davidovich-Young, 2024). En conjunto, estos antecedentes sustentan que el PAA es una herramienta plausible, pero que su dosificación y condiciones de uso deben validarse por cultivo, patosistema y entorno operacional.

Pese al avance reciente, persisten brechas específicas para banano orientado a mercados que exigen estabilidad de calidad y control de pudriciones, particularmente en contextos locales donde el complejo causal y la presión de inóculo varían. En Piura, donde se han descrito condiciones y fuentes de inóculo asociadas a pudrición de corona en banano orgánico, se vuelve pertinente evaluar rangos de concentración y protocolos compatibles con prácticas poscosecha y requerimientos comerciales (Aguilar-Ancocota et al., 2025).

Por ello, el presente estudio se plantea evaluar la eficacia del ácido peracético (PAA) en un gradiente de concentraciones (0, 40, 80, 120 y 150 ppm) aplicado por inmersión (10 min) para el control de pudriciones poscosecha/pudrición de corona en banano, y su relación con severidad durante almacenamiento, con el fin de identificar un rango operativo con utilidad práctica para empacadoras bajo condiciones locales.

2. Metodología

Diseño del estudio y sitio de muestreo

Se realizó un ensayo poscosecha para evaluar el efecto de diferentes concentraciones de ácido peracético (PAA) sobre la severidad de pudriciones asociadas a la corona en banano orgánico (*Musa spp.*) en Huápalas, Piura (Perú). El muestreo se estructuró por cuatro zonas del campo de cultivo, denominadas válvulas 4, 9, 11 y 12, las cuales se trataron como bloques experimentales. Se evaluaron cinco tratamientos: 0 ppm (control) y 40, 80, 120 y 150 ppm de PAA, aplicados mediante inmersión durante 10 min.

La unidad experimental fue la mano de banano compuesta por cuatro frutos. Para cada tratamiento se trabajó con 32 frutos, equivalentes a 8 manos por tratamiento, distribuidas equitativamente por bloque (2 manos por válvula x 4 válvulas). El tratamiento control (0 ppm) tuvo el mismo tamaño muestral y distribución por bloque que los tratamientos con PAA. No se aplicó un proceso formal de aleatorización; la asignación de manos a tratamientos se realizó manteniendo el balance por bloque.

Material vegetal: origen y criterios de selección

Se seleccionaron manos de banano orgánico cv. Cavendish Williams provenientes de las cuatro válvulas del campo. Los frutos se trasladaron al laboratorio a las pocas horas de cosecha, en condición verde, y se incluyeron únicamente manos sin lesiones visibles y sin signos de pudrición. Los frutos correspondieron a calibre comercial de exportación (según clasificación del packing).

Producto y preparación de soluciones de PAA

Se utilizó PERIMAX® (ácido peracético 15%, formulación concentrado soluble, SL). Para cada concentración (40, 80, 120 y 150 ppm), se prepararon soluciones en recipientes plásticos independientes utilizando 20 L de agua de packing. La temperatura de trabajo de las soluciones fue 18 °C. En el agua base se verificó cloro residual = 0 mg/L mediante tiras reactivas, y el control (0 ppm) consistió en la inmersión en esa misma agua sin adición de PAA.

La concentración de PAA en cada solución se verificó con tiras colorimétricas MQuant® Peracetic Acid Test (Supelco; rango 0 – 500 mg/L), siguiendo la lectura indicada por el fabricante (inmersión breve de la tira, retiro y lectura por comparación de color después del tiempo de reacción). Durante la operación, la concentración se controló cada 30 min; cuando se detectó disminución respecto a la concentración objetivo, se reajustó mediante adición de PERIMAX® hasta recuperar el nivel de trabajo.

Aplicación de tratamientos (inmersión) y control de contaminación cruzada

Cada mano (4 frutos) se sumergió completamente en su solución correspondiente durante 10 min, utilizando canastillas para estandarizar el contacto. No se aplicó agitación durante la inmersión. Finalizado el tiempo de contacto, los frutos se retiraron del baño, se dejaron escurrir y se secaron al aire durante 30 min. Para minimizar contaminación cruzada y estandarizar la preparación de muestras, se utilizaron guantes durante la manipulación y el cuchillo de corte se desinfectó con alcohol entre muestreos/cortes. Asimismo, se mantuvieron recipientes y material plástico separados por tratamiento.

Obtención de coronas e incubación en cámara húmeda

Tras el secado, se extrajeron segmentos de corona de 10 cm a partir de las manos tratadas.

Cada segmento se incubó en una cámara húmeda individual usando táperes plásticos de 1 L con papel humedecido para mantener alta humedad. La incubación se realizó a 22 °C y 85% – 90% de humedad relativa durante 7 días. La temperatura y la humedad se registraron durante la incubación.

Evaluación de severidad de pudriciones en corona

La severidad de pudriciones se evaluó interdiario (cada 48 h) durante el periodo de incubación, mediante inspección visual del tejido de corona (presencia de micelio y extensión del daño), con soporte fotográfico. Se utilizó una escala ordinal de 1 a 5 basada en el porcentaje de corona afectada: 1 (0% – 5%), 2 (5% – 10%), 3 (11% – 30%), 4 (30 – 60%) y 5 (>60%). Los valores de severidad se registraron por unidad evaluada para análisis estadístico (Figura 1).

SEVERIDAD	AFECTACIONES
1	0 al 5% de Corona 
2	5 al 10 % de la Corona 
3	11 al 30 % de la Corona 
4	30 al 60 % de la Corona 
5	+ 60 % de la Corona 

Figura 1. Escala de severidad de la corona de banana.

Figure 1. Banana crown severity scale.

Identificación de microorganismos (morfología)

La identificación de *Lasiodiplodia theobromae*, *Fusarium oxysporum* y *Thielaviopsis musarum* se

realizó exclusivamente por criterios morfológicos a partir de muestras de tejido obtenidas de las válvulas 4, 9, 11 y 12. Se tomaron fragmentos de tejido con signos de pudrición y se desinfectaron superficialmente con hipoclorito de sodio al 1% durante 1 min, seguidos de tres lavados con agua destilada estéril. Los fragmentos se sembraron en placas con papa dextrosa agar (PDA) e incubaron a 25 °C durante 7 días, monitoreando el crecimiento micelial. Las colonias se subcultivaron para purificación y se identificaron por observación microscópica usando claves taxonómicas y rasgos morfológicos (por ejemplo, forma y tamaño de esporas).

Evaluación de fitotoxicidad

La fitotoxicidad se evaluó visualmente en los frutos tratados mediante la observación de síntomas en cáscara (p. ej., manchas aceitosas o daño superficial), documentando fotográficamente durante el periodo de seguimiento de 22 días.

Análisis estadístico

Dado el carácter ordinal de la variable severidad (escala 1 – 5), se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis para comparar tratamientos, con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$. Cuando se detectaron diferencias globales, se realizaron comparaciones múltiples mediante la prueba post hoc de Dunn con corrección por Bonferroni. El análisis se realizó en R (versión 4.5.2).

3. Resultados y discusión

Identificación de hongos fitopatógenos

En las muestras de los bananos testigos (sin tratamiento) se identificaron los siguientes hongos fitopatógenos: *Fusarium oxysporum*, *Thielaviopsis musarum* y *Lasiodiplodia theobromae* (Figura 2). La detección de *Fusarium oxysporum*, *Thielaviopsis musarum* y *Lasiodiplodia theobromae* es coherente con que la pudrición de corona en banana se comporte, en la práctica, como un complejo fúngico cuya composición y dominancia pueden variar según el origen de la fruta y las condiciones de manejo poscosecha, más que como una enfermedad atribuible a un único agente (Zakaria et al., 2023; Schouten et al., 2025). En particular, la presencia de *L. theobromae* encaja con la evidencia reciente que sigue situando a *Lasiodiplodia* entre los componentes relevantes del complejo de pudrición de corona: por ejemplo, trabajos actuales basados en caracterización multitécnica han reportado múltiples especies de *Lasiodiplodia*

asociadas a esta enfermedad e incluyen a *L. theobromae* dentro del espectro etiológico (da Silva França et al., 2025). En Latinoamérica se ha documentado su asociación directa con “fruit crown rot” en banano (Jaramillo-Aguilar et al., 2024). A su vez, *Fusarium* spp. (incluyendo *F. oxysporum*) participan en el complejo de pudrición de corona y pueden colonizar tejidos de la corona favorecidos por heridas y humedad, contribuyendo a la expresión del daño durante almacenamiento y comercialización (Zakaria et al., 2023; Schouten et al., 2025). Existe evidencia que describe a *T. musarum* como causante de pudrición poscosecha de corona y fruto en banano, por lo que su aislamiento apoya la interpretación de un escenario de inóculo mixto donde coexisten patógenos oportunistas y/o primarios desde el origen/corte de corona y se manifiestan bajo condiciones de alta humedad (de Melo et al., 2016).

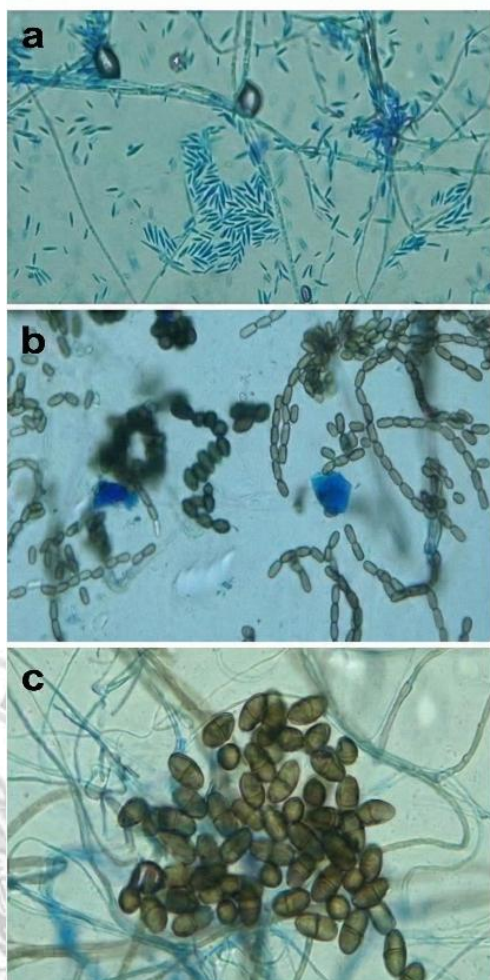


Figura 2. Morfología microscópica de (a) *Fusarium oxysporum*, (b) *Thielaviopsis musarum* y (c) *Lasiodiplodia theobromae*.

Figure 2. Microscopic morphology of (a) *Fusarium oxysporum*, (b) *Thielaviopsis musarum* and (c) *Lasiodiplodia theobromae*.

Fitotoxicidad

No se observaron síntomas severos de fitotoxicidad que comprometieran la calidad comercial de los frutos tratados con las diferentes concentraciones de ácido peracético evaluadas. Sin embargo, durante los 22 días del estudio se observaron manchas superficiales en la cáscara de algunos frutos (Figura 3), las cuales fueron documentadas fotográficamente. Las observaciones se realizaron visualmente y se documentaron fotográficamente.



Figura 3. Manchas aceitosas sobre los bananos tratados.
Figure 3. Oily spots on treated bananas.

El análisis no paramétrico confirmó un efecto dependiente de la concentración de ácido peracético (PAA) sobre la severidad de las pudriciones: la prueba de Kruskal–Wallis mostró diferencias significativas entre tratamientos ($\chi^2 = 75,42$, $df = 4$, $p < 0,001$) y, según el post hoc de Dunn (Figura 4), 80 ppm, 120 ppm y 150 ppm redujeron significativamente la severidad frente a 0 ppm y 40 ppm, mientras que 120 ppm y 150 ppm no difirieron entre sí. Este patrón es coherente con la literatura poscosecha que describe que el desempeño de sanitizantes/oxidantes como el PAA suele presentar umbrales operativos y mesetas de respuesta cuando se alcanza una exposición suficiente para limitar el establecimiento y/o el crecimiento superficial de hongos asociados a pudriciones, especialmente bajo escenarios de alta humedad (Feliziani et al., 2016; Jin & Adhikari, 2025). En banano, la pudrición de corona se reconoce como un problema multifactorial y frecuentemente

asociado a complejos fúngicos, por lo que una reducción consistente de severidad a 120 – 150 ppm bajo el protocolo de inmersión evaluado sugiere un rango funcional para disminuir el desarrollo del complejo de pudrición en condiciones poscosecha, sin implicar “control total” en todos los escenarios (Schouten et al., 2025; Jaramillo-Aguilar et al., 2024). La ausencia de diferencias significativas entre 120 ppm y 150 ppm (Figura 4) puede interpretarse como una aproximación a la concentración mínima eficaz en las condiciones del ensayo, mientras que 150 ppm podría sostenerse como concentración operativa por robustez ante variación típica de planta (p. ej., demanda oxidante y caídas de concentración en el baño), lo cual es consistente con reportes en otros frutos donde tratamientos con PAA reducen enfermedades poscosecha cuando se aplican con concentraciones y tiempos de contacto adecuados (Sisquella et al., 2013; Saito et al., 2021).

Un aspecto adicional relevante es la robustez operacional del ácido peracético (PAA) bajo condiciones de packing, dado que la eficacia observada con 80–150 ppm no depende únicamente de la dosis nominal, sino de mantener una concentración efectiva a lo largo del proceso.

En este estudio, la concentración del baño se verificó periódicamente y se reajustó cuando disminuía, lo cual es consistente con la evidencia que señala que sanitizantes oxidantes como el PAA pueden sufrir caídas por “demanda oxidante” y por el uso continuado, afectando la repetibilidad del control si no se gestionan como variables de proceso. En ese marco, el mejor desempeño de 120–150 ppm puede interpretarse como un rango más “estable” frente a variabilidad operativa, especialmente cuando el objetivo es reducir el avance de pudriciones en corona bajo incubación húmeda, donde diferencias pequeñas en exposición pueden amplificarse. Además, considerando que la pudrición de corona corresponde a un complejo fúngico y no a un patógeno único, la respuesta al PAA puede reflejar tanto la reducción del inóculo superficial como diferencias de tolerancia entre géneros, lo que refuerza la pertinencia de intervenciones de amplio espectro y la necesidad de estandarizar variables críticas (tiempo de contacto, temperatura del baño, control/renovación de la solución) para lograr resultados consistentes a escala comercial (Feliziani et al., 2016; Jin & Adhikari, 2025; Wang et al., 2024).

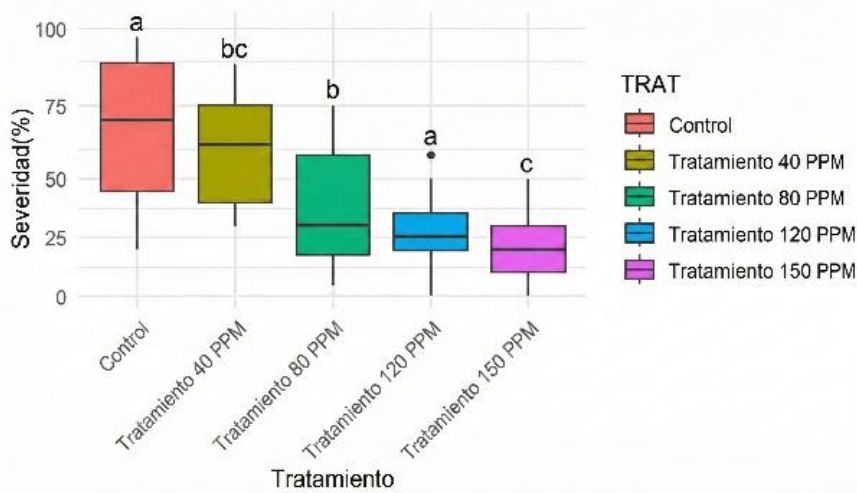


Figura 4. Diagrama de cajas por cada tratamiento de ácido peracético.

Figure 4. Box plot for each peracetic acid treatment.

4. Conclusiones

Las concentraciones de ácido peracético de 80 ppm, 120 ppm y 150 ppm fueron significativamente más efectivas para reducir la severidad de las pudriciones en los bananos en comparación con los tratamientos de 0 ppm (control) y 40 ppm. Las concentraciones de 120 ppm y 150 ppm mostraron los mejores resultados, con una

baja severidad y mayor consistencia en los ensayos, destacándose especialmente la concentración de 150 ppm como la más eficaz. Aunque 40 ppm mostró una reducción moderada en la severidad, su efectividad fue menos consistente, sugiriendo que esta dosis no es suficiente para controlar adecuadamente los patógenos en los bananos. Los hongos

fitopatógenos *Fusarium oxysporum*, *Thielaviopsis musarum* y *Lasiodiplodia theobromae* fueron los principales hongos asociados a las pudriciones observadas, y su severidad fue mayor en los tratamientos con las concentraciones más bajas de ácido peracético.

El tratamiento con 150 ppm también fue el más efectivo para retrasar la maduración de los bananos, manteniéndolos en un estado más verde durante el período de evaluación, lo que indica que el ácido peracético tiene un efecto conservador sobre la calidad de la fruta.

Considerando la reducción de la severidad de las pudriciones asociadas y el retraso en la maduración, la concentración de 150 ppm de ácido peracético se perfila como la opción operativa más conveniente, bajo las condiciones del presente ensayo, para prolongar la vida útil de los bananos y reducir las pérdidas postcosecha sin comprometer la calidad de los frutos.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores tienen vínculo laboral con Clenvi SAC, ambos pertenecen al equipo de Investigación, Registros y Desarrollo (IRD Clenvi).

Financiamiento: Clenvi SAC.

Referencias bibliográficas

- Aguilar-Ancotta, R., Rafael-Rutte, R., Pasiche-Abad, L., Calle-Cheje, Y. H., Silupú-Masías, J. A., Alva, J., & Maldonado, E. (2025). Hongos asociados con la pudrición de la corona en frutos de banano orgánico: Fuentes de inóculo, monitoreo de conidias, e impacto del ozono en el control de la enfermedad. *Manglar*, 22(1), 33–41. <https://doi.org/10.57188/manglar.2025.004>
- Cuggino, A., et al. (2023). Effects of peroxyacetic acid treatment on microbial load and sensorial quality of fresh-cut lettuce. *Food Research International*, 167, 112451. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112451>
- da Silva França, K. R., et al. (2024). First report of *Lasiodiplodia hormozganensis* and *Lasiodiplodia laeliocattleyae* causing crown rot disease in banana fruits in Brazil. *Crop Protection*, 184, 106784. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2024.106784>
- da Silva França, K. R., et al. (2025). Diversity and pathogenicity of *Lasiodiplodia* species associated with banana crown rot in Northern and Northeastern Brazil. *Scientific Reports*, 15, 38802. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-22739-z>
- de Melo, M. P., Matos, K. S., & Pereira, O. L. (2016). *Thielaviopsis musarum* causes postharvest crown and fruit rot of banana in Northeastern Brazil. *Tropical Plant Pathology*, 41(4), 258–263. <https://doi.org/10.1007/s40858-016-0094-4>
- Fatjó-Barboza, E., & Davidovich-Young, G. (2024). Efectividad del cloro y ácido peracético en la desinfección de repollo (*Brassica oleracea*) y plátano verde (*Musa AAB*) mínimamente procesado. *Agronomía Mesoamericana*, 35(Especial), Art. 59984.
- Feliziani, E., Lichter, A., Smilanick, J. L., & Ippolito, A. (2016). Disinfecting agents for controlling fruit and vegetable diseases after harvest. *Postharvest Biology and Technology*, 122, 53–69. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.04.016>
- Jaramillo-Aguilar, E. E., Peña-Zúñiga, E., Barriga-Medina, N., Rodríguez-González, D. A., Mattos-Calderón, L., León-Reyes, A., & Garcés-Fiallos, F. R. (2024). First report of *Lasiodiplodia theobromae* causing fruit crown rot on banana in Ecuador. *Plant Disease*, 108(11), 3410. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-24-1370-PDN>
- Jin, Y., & Adhikari, A. (2025). Emerging and innovative technologies for the sanitization of fresh produce: Advances, mechanisms, and applications for enhancing food safety and quality. *Foods*, 14(11), 1924. <https://doi.org/10.3390/foods14111924>
- Nicolau-Lapeña, I., Ortiz, J., Viñas, I., Abadias, M., Bobo, G., & Aguiló-Aguayo, I. (2024). Ultraviolet-C light and peracetic acid extend the shelf life of fresh and frozen strawberries. *Horticulturae*, 10(5), 452. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10050452>
- Saito, S., Wang, F., Obenland, D., & Xiao, C.-L. (2021). Effects of peroxyacetic acid on postharvest diseases and quality of blueberries. *Plant Disease*, 105(10), 3231–3237. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-20-2310-RE>
- Schouten, R. E., Tijssens, L. M. M., Guo, X., van der Waal, J. W. H., & Lukasse, L. J. S. (2025). Estimating crown rot risk in reefer transported banana fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 230, 113764. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2025.113764>
- Sisquella, M., Casals, C., Viñas, I., Teixidó, N., & Usall, J. (2013). Combination of peracetic acid and hot water treatment to control postharvest brown rot on peaches and nectarines. *Postharvest Biology and Technology*, 83, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.03.003>
- Wang, Z., Yeo, D., Kwon, H., Zhang, Y., Yoon, D., Jung, S., Hossain, M. I., Jeong, M.-I., & Choi, C. (2024). Disinfection efficiency of chlorine dioxide and peracetic acid against MNV-1 and HAV in simulated soil-rich wash water. *Food Research International*, 175, 113772. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113772>
- Zakaria, L. (2023). *Fusarium* species associated with diseases of major tropical fruit crops. *Horticulturae*, 9(3), 322. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9030322>

