



Ácido peracético para el manejo de cenicilla (*Erysiphe vaccinii*) en arándano (*Vaccinium corymbosum*) en condición comercial de campo en Perú

Sebastian Iglesias-Osores^{1,2}, Luis A. Alvarez³. ¹Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n, Lima, Perú. ²Clenvi S.A.C., Jr. Arica 242. Lima, Perú, ³Departamento de Agronomía - Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cañete. Jr. San Agustín 124. San Vicente de Cañete. Cañete – Lima, Perú.

*Autor de correspondencia:
Sebastian Iglesias-Osores
sebasiglo@gmail.com

Sección:
Edición periódica

Recibido:
08 Diciembre, 2025
Aceptado:
08 Abril, 2026
Publicado:
23 Abril, 2026

Cita:
Iglesias-Osores S y Álvarez L.
2026. Ácido peracético para el
manejo de cenicilla (*Erysiphe
vaccinii*) en arándano
(*Vaccinium corymbosum*) en
condición comercial en Perú.
Revista Mexicana de
Fitopatología 44(2): 120.
<https://doi.org/10.18781/R.ME.X.FIT.2512-2>

RESUMEN

Antecedentes/Objetivo. El oídio del arándano, asociado a *Erysiphe vaccinii*, es una enfermedad foliar que puede provocar defoliación y afectar el desempeño del cultivo. En Perú, la información sobre el uso foliar de ácido peracético para su manejo en campo es limitada. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de aplicaciones foliares de ácido peracético al 15 % sobre la incidencia de oídio en arándano bajo condiciones de campo en Ica, Perú.

Desarrollo experimental. El ensayo se realizó en un cultivo comercial de arándano cv. Biloxi en Ica, Perú, bajo un diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos: testigo sin aplicación y ácido peracético al 15 % a 2, 4, 6 y 8 mL L⁻¹, con cuatro repeticiones. Los tratamientos se aplicaron por vía foliar en dos oportunidades separadas por siete días, con un volumen de 600 L ha⁻¹. La variable de respuesta fue la incidencia de hojas con síntomas de oídio (con inoculación natural), evaluada en siete fechas desde la primera aplicación. También se registró visualmente la presencia de síntomas de fitotoxidad.

Resultados. Antes de la primera aplicación no se detectaron diferencias entre tratamientos. Después de la primera aplicación, el ácido peracético redujo la incidencia de oídio respecto al testigo, con eficacias iniciales de hasta 67.7 %. Tras la segunda aplicación, las dosis de 4, 6 y 8 mL L⁻¹ mostraron la mejor respuesta, con eficacias máximas de 69.3, 78.0 y 79.7 %, respectivamente. La dosis de 2 mL L⁻¹ presentó un efecto menor. En ninguna de las dosis evaluadas se observaron síntomas visibles de fitotoxidad.

Conclusión. En las condiciones de este ensayo, el ácido peracético al 15 % redujo la incidencia foliar de oídio en arándano, con mejor respuesta en las dosis de 4, 6 y 8 mL L⁻¹ (69.3, 78.0 y 79.7 %). Estos resultados indican un efecto favorable del producto bajo condiciones de campo, aunque su validación requiere evaluaciones adicionales en más localidades o campañas.

Palabras clave: cv. Biloxi, Incidencia foliar, Fitotoxidad, Oxidante agrícola, Pulverización foliar



INTRODUCCIÓN

El arándano alto (*Vaccinium corymbosum*) se ha consolidado como uno de los cultivos frutícolas de mayor importancia exportadora en Perú, con crecimiento sostenido de la producción y de las exportaciones durante los últimos años (MIDAGRI, 2024; USDA-FAS, 2025). Para la campaña 2025/26, USDA-FAS (2025) proyectó una producción peruana de 355 000 t y exportaciones de 335 000 t, lo que refleja la magnitud actual del cultivo y la necesidad de sostener su sanidad en sistemas intensivos de producción (MIDAGRI, 2024; USDA-FAS, 2025).

Entre los problemas fitosanitarios del cultivo, el oídio ha cobrado interés por su capacidad de afectar el follaje y obligar a intervenciones repetidas de control (Bradshaw *et al.*, 2025). En particular, *Erysiphe vaccinii* ha sido descrito recientemente como una especie emergente de oídio que está impactando a la industria del arándano y expandiéndose rápidamente fuera de Norteamérica hacia otras regiones productoras, incluidas China, Marruecos, México y Estados Unidos (Bradshaw *et al.*, 2025). En Perú, aunque la literatura indexada disponible todavía es limitada, no se han publicado evaluaciones de campo para el manejo de oidiosis en arándano en Piura, Perú, lo que confirma la pertinencia local del problema y la necesidad de generar evidencia experimental bajo condiciones de producción peruanas (Alvarez Romero y Mattos Calderón, 2022).

El manejo del oídio en cultivos perennes suele basarse en fungicidas de acción específica; sin embargo, los hongos causantes de oídio presentan antecedentes bien documentados de reducción de sensibilidad, resistencia y fallas de control frente a grupos como los inhibidores de la desmetilación de esteroides (DMI), los inhibidores QoI y los inhibidores SDHI (Vielba-Fernández *et al.*, 2020). En concordancia con ello, el Comité de acción contra la resistencia a fungicidas (Por sus siglas en inglés Fungicide Resistance Action Committee-FRAC) indica que el manejo de la resistencia depende del riesgo intrínseco del fungicida, del riesgo del patógeno y del contexto agronómico, y recomienda evitar aplicaciones repetidas del mismo modo de acción en patógenos de alto riesgo; para situaciones con pulverizaciones reiteradas, como oídio en cultivos perennes, recomienda alternancia o mezclas con fungicidas efectivos sin resistencia cruzada (Fungicide Resistance Action Committee [FRAC], 2024a, 2024b). Por ello, resulta pertinente evaluar herramientas complementarias que puedan integrarse al manejo del oídio sin depender exclusivamente de fungicidas convencionales (FRAC, 2024a, 2024b; Vielba-Fernández *et al.*, 2020).

Dentro de esas herramientas, los compuestos peroxígeno, entre ellos el ácido peracético, se han utilizado en agricultura y horticultura durante aproximadamente 30 años como desinfectantes frente a patógenos de plantas (Copes y Ojiambo, 2023). En una revisión sistemática y metaanálisis de 95 estudios, Copes y Ojiambo (2023) reportaron un efecto global alto de estos compuestos frente a hongos fitopatógenos, pero también mostraron que la magnitud de la respuesta varía según el ingrediente activo y el material tratado, y que la eficacia tiende a ser menor en tejidos vegetales y frutos que en semillas. En consecuencia, su efecto como aplicación foliar sobre oídio en arándano no debe extrapolarse automáticamente desde otros cultivos o sistemas y requiere validación específica en campo (Copes y Ojiambo, 2023). Con base en ello, se planteó la hipótesis de que dos aplicaciones foliares de un formulado de ácido peracético al 15 % reducirían la incidencia de oídio sin causar fitotoxicidad visible. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de diferentes dosis de ácido peracético al 15 % sobre la incidencia foliar de oídio en arándano cv. Biloxi bajo condiciones de campo en Ica, Perú.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Sitio de estudio. El ensayo se realizó durante la campaña 2024 en un campo comercial de arándano alto (*Vaccinium corymbosum*) cv. Biloxi, ubicado en la zona agroecológica de Villacurí, distrito de Salas-Guadalupe, provincia y departamento de Ica, Perú. El cultivo correspondió a una plantación adulta en producción comercial, establecida bajo un sistema intensivo con una densidad aproximada de 7 000 plantas ha⁻¹. Durante el periodo de estudio se registraron temperaturas máximas entre 25.4 y 28.0 °C, mínimas entre 6.2 y 10.3 °C, humedades relativas máximas entre 73 y 79 %, y ausencia de precipitación.

Diagnóstico fitopatológico. La enfermedad se diagnosticó en campo por la presencia de áreas cloróticas a rojizas, abarquillamiento foliar y crecimiento micelial blanco pulverulento sobre la superficie de las hojas, síntomas y signos compatibles con oídio del arándano. En estados avanzados pueden presentarse defoliación y estructuras sexuales amarillas a negras sobre el tejido afectado. En correspondencia con estas descripciones y con la literatura reciente sobre el oídio del arándano, se asoció a *Erysiphe vaccinii* (Alvarez Romero y Mattos Calderón, 2022; Bradshaw *et al.*, 2025).

Diseño experimental y tratamientos. Se evaluó un formulado líquido de ácido peracético al 15 % de fabricación peruana, bajo un diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones: testigo sin aplicación y ácido peracético al 15 % a 2.0, 4.0, 6.0 y 8.0 mL L⁻¹. Cada unidad experimental estuvo conformada por dos hileras contiguas de 3.5 m de longitud, con un área útil aproximada de 7.0 m² por parcela. En total se establecieron 20 unidades experimentales. Los tratamientos se asignaron aleatoriamente dentro de cada bloque y se evitaron las hileras de borde como área de evaluación para reducir efectos de borde o deriva de pulverización.

Aplicación de los tratamientos. Las aplicaciones se efectuaron con una mochila de aplicación impulsada a motor equipada con boquilla cónica, ajustada para aplicar un volumen equivalente a 600 L ha⁻¹, con una descarga estimada entre 1.35 y 1.52 L min⁻¹, asegurando cobertura uniforme del follaje. Las soluciones se prepararon añadiendo inicialmente la mitad del volumen de agua al tanque de la mochila motorizada, incorporando luego la dosis correspondiente de ácido peracético al 15 % y completando posteriormente con el volumen restante de agua, manteniendo agitación constante antes y durante la aplicación. Se realizaron dos aplicaciones foliares: la primera el 31 de julio de 2024 y la segunda el 7 de agosto de 2024, cuando el cultivo presentaba infecciones iniciales de oídio. Durante el ensayo no se aplicaron otros fungicidas en las parcelas experimentales.

Evaluación de la enfermedad. La evolución de la enfermedad fue natural, con registros previos de su presencia en el cultivo. La variable de respuesta fue la incidencia foliar de oídio, definida como el porcentaje de hojas con signos y/o síntomas visibles de infección. Las evaluaciones se realizaron de manera visual y no destructiva. En cada unidad experimental se seleccionaron al azar 100 hojas del estrato medio y se clasificaron como “con oídio” o “sanas”, calculándose el porcentaje de hojas afectadas por tratamiento y fecha de evaluación. Se realizaron siete evaluaciones en total: una previa a la primera aplicación y seis posteriores, a los 3, 5 y 7 días después de la primera aplicación y a los 3, 5 y 7 días después de la segunda aplicación.

Fitotoxicidad y manejo experimental. En las mismas fechas de evaluación se registró de forma cualitativa la presencia o ausencia de síntomas visibles de fitotoxicidad en hojas y

frutos, tales como clorosis, necrosis, deformación o quemado. Durante todo el periodo experimental se mantuvo un manejo agronómico uniforme entre parcelas.

Análisis estadístico. Los datos de incidencia de oídio, expresados como porcentaje de hojas afectadas, se transformaron mediante la raíz cuadrada de $(x + 1)$ antes del análisis para estabilizar la varianza. Posteriormente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para un diseño de bloques completos al azar, con el fin de evaluar el efecto de los tratamientos en cada fecha de evaluación. Cuando se detectaron diferencias significativas ($p < 0.05$), las medias se compararon mediante la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$). La eficacia porcentual de cada tratamiento respecto al testigo se estimó mediante la fórmula de Abbott: Eficacia (%) = $[1 - (T/C)] \times 100$, donde T corresponde a la incidencia observada en el tratamiento y C a la incidencia observada en el testigo en la misma fecha de evaluación. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico Statgraphics Centurion XIX.

La incidencia inicial de oídio, registrada antes de la primera aplicación, fue baja y estadísticamente similar entre tratamientos, con valores entre 6.0 y 8.8 % en las parcelas tratadas y 6.5 % en el testigo absoluto (Cuadro 1). Esta condición inicial homogénea permite atribuir los cambios posteriores al efecto de los tratamientos. A los tres días después de la primera aplicación, las dosis de 4, 6 y 8 mL L⁻¹ redujeron la incidencia a 3.0, 2.8 y 2.5 %, respectivamente, frente a 7.8 % en el testigo, mientras que la dosis de 2.0 mL L⁻¹ mostró una respuesta intermedia (3.5 %) (Cuadro 1). A los cinco y siete días después de la primera aplicación se mantuvo una separación progresiva entre tratamientos, con menores niveles de enfermedad en las dosis iguales o superiores a 4.0 mL L⁻¹, lo que sugiere una respuesta dependiente de la dosis desde la primera intervención (Cuadro 1) (Iglesias-Osores y Figueroa-Palomino, 2026). Este patrón es coherente con la biología superficial de los oídios y con el comportamiento esperado de compuestos de peroxígeno de acción por contacto, cuya eficacia depende de la concentración aplicada, tiempo de exposición y cobertura lograda sobre el tejido tratado (Glawe, 2008; Carrasco y Urrestarazu, 2010; Copes y Ojiambo, 2023).

Después de la segunda aplicación, las diferencias entre tratamientos fueron más evidentes. El testigo absoluto alcanzó incidencias de 14.8, 17.0 y 18.8 % a los 3, 5 y 7 días después de la segunda aplicación, respectivamente, manteniéndose en todos los casos en el grupo estadístico de mayor incidencia (Cuadro 1). En contraste, la dosis de 2.0 mL L⁻¹ se ubicó consistentemente en un nivel intermedio, con valores entre 3.8 y 7.3 %, mientras que las dosis de 4, 6 y 8 mL L⁻¹ presentaron las incidencias más bajas, entre 3.0 y 5.8 %, agrupadas en el nivel estadístico inferior (Cuadro 1). En conjunto, estos resultados indican que, bajo las condiciones del ensayo, las dosis iguales o superiores a 4.0 mL L⁻¹ fueron las más consistentes para reducir la incidencia foliar del oídio. La mayor diferenciación observada tras la segunda aplicación es compatible con estudios donde el efecto de control con formulaciones basadas en peracético se incrementó al aumentar la dosis o con aplicaciones repetidas, como se ha descrito en oídio de okra (*Abelmoschus esculentus*) y girasol (*Helianthus annuus*), y en tratamientos pre-cosecha contra pudriciones fúngicas en fresa (*Fragaria* × *ananassa*) (Galal, 2017; Yang *et al.*, 2022).

Cuadro 1. Incidencia foliar de oídio en arándano tratada con ácido peracético al 15 % en siete fechas de evaluación.

Tratamiento	A.1ªA	3 DD 1ªA	5 DD 1ªA	7 DD 1ªA	3 DD 2ªA	5 DD 2ªA	7 DD 2ªA
Testigo absoluto	6.5 a	7.8 a	9.8 a	11.5 a	14.8 a	17.0 a	18.8 a
2 mL L ⁻¹	8.3 a	3.5 ab	4.5 ab	5.8 ab	3.8 b	5.0 b	7.3 b
4 mL L ⁻¹	8.8 a	3.0 b	4.0 bc	4.5 bc	3.5 c	4.5 c	5.8 c
6 mL L ⁻¹	6.0 a	2.8 b	3.8 bc	4.8 c	3.3 c	3.8 c	5.3 c
8 mL L ⁻¹	7.8 a	2.5 b	3.5 c	4.0 c	3.0 c	4.8 c	5.0 c

Letras iguales en la misma columna indican ausencia de diferencias significativas entre tratamientos (prueba de Duncan, $p < 0.05$).

El comportamiento observado en Ica puede contrastarse con antecedentes disponibles para oidiosis en arándano en Perú. Alvarez Romero y Mattos Calderón (2022), en un ensayo realizado en Piura, Perú sobre arándano orgánico, reportaron eficacias de 61.85 % con bicarbonato de potasio y 42.81 % con azufre sobre la incidencia, mientras que para severidad los mejores tratamientos alcanzaron 73.96, 56.7 y 54.82 %. En el presente estudio, el ácido peracético al 15 % alcanzó eficacias máximas de 69.3 a 79.7 % sobre incidencia tras la segunda aplicación (Cuadro 2), valores del mismo orden o superiores a varios tratamientos alternativos ya evaluados en el país. Sin embargo, deben de considerarse que los resultados pueden variar de acuerdo a localidad, ambiente, esquema de aplicación y variable de respuesta, ya que en Piura se evaluó también severidad (Alvarez Romero y Mattos Calderón, 2022). Caso similar se señala en otros oídios frutales: en manzano orgánico, las mejores respuestas con bicarbonatos se observaron al integrarlos con azufre mojable, mientras que en vid la eficacia de materiales alternativos frente a oídio resultó altamente variable entre campañas y cultivares (Holb y Kunz, 2016; Savocchia *et al.*, 2011).

Cuadro 2. Eficacia de control del oídio en arándano tratada con ácido peracético al 15 %, estimada mediante la fórmula de Abbott.

Tratamiento	3 DD 1ªA	5 DD 1ªA	7 DD 1ªA	3 DD 2ªA	5 DD 2ªA	7 DD 2ªA
2 mL L ⁻¹	35.5	33.3	30.4	57.6	51.5	44.0
4 mL L ⁻¹	61.3	59.0	60.9	76.3	73.5	69.3
6 mL L ⁻¹	64.5	61.5	58.7	78.0	77.9	72.0
8 mL L ⁻¹	67.7	64.1	65.2	79.7	72.1	73.3

² Eficacia calculada respecto al testigo absoluto mediante la fórmula de Abbott.

El porcentaje de control calculado mediante la fórmula de Abbott mostró que la eficacia del ácido peracético al 15 % se incrementó con la dosis y con la segunda aplicación. Después de la primera aplicación, los valores de control oscilaron entre 35.5 y 67.7 % a los tres días, con los porcentajes más altos en 6 y 8 mL L⁻¹ (Cuadro 2). A los siete días después de la primera aplicación, las eficacias se mantuvieron entre 30.4 y 65.2 %, nuevamente con mejores respuestas en las dosis de 4 a 8 mL L⁻¹ (Cuadro 2). Tras la segunda aplicación, el control aumentó en todos los tratamientos y alcanzó valores entre 57.6 y 79.7 % a los tres días, mientras que a los 5 y 7 días las dosis de 4, 6 y 8 mL L⁻¹ mantuvieron porcentajes de control superiores a 69.3 %, respectivamente (Cuadro 2). La dosis de 2 mL L⁻¹ presentó eficacias más moderadas, entre 44.0 y 57.6 % (Cuadro 2). Este patrón coincide con la revisión sistemática y metaanálisis de Copes y Ojiambo (2023), quienes encontraron un efecto global alto de los compuestos peróxigeno frente a hongos fitopatógenos, pero

también una heterogeneidad elevada entre estudios, asociada al ingrediente activo, el material tratado, la dosis y tiempo de contacto. Esa variabilidad también ha sido discutida por Carrasco y Urrestarazu (2010) para sistemas hortícolas protegidos y por Schöneberg *et al.* (2024) en mora (*Rubus* spp.), donde un sanitizante PAA-H₂O₂ mostró efectos de campo dependientes del contexto y de la presión del sistema.

La respuesta favorable observada en arándano no implica que los compuestos basados en peróxido y ácido peroxiacético sean uniformemente eficaces en todos los patosistemas. En tomate (*Solanum lycopersicum*), Egel *et al.* (2019) reportaron que un programa alternado con OxiDate 2.0 no redujo consistentemente los niveles de enfermedad frente al testigo en ensayos de campo e invernadero, lo que evidencia que el desempeño de este tipo de productos depende del hospedero, del patógeno y del esquema de aplicación. De manera concordante, en mora se ha informado que formulaciones PAA-H₂O₂ pueden reducir de forma ocasional la abundancia de hongos bajo presión baja, pero no generan necesariamente un control robusto y uniforme en todos los escenarios de campo (Schöneberg *et al.*, 2024). Por otro lado, PMRA (2018) señaló que formulaciones con peróxido de hidrógeno y ácido peroxiacético pueden constituir una alternativa que reduzca o retrase la necesidad de fungicidas convencionales bajo baja presión de enfermedad, aunque su valor se plantea como supresión parcial y no como reemplazo universal de fungicidas residuales. En conjunto, estos antecedentes respaldan una interpretación prudente de los resultados del presente estudio, en el que el ácido peracético al 15 % mostró actividad biológica en campo frente al oídio del arándano (Cuadros 1 y 2).

La relevancia de estos hallazgos aumenta al considerar que *Erysiphe vaccinii* ha sido reconocida recientemente como una especie emergente que está afectando a la industria del arándano y expandiéndose fuera de Norteamérica hacia otras regiones productoras (Bradshaw *et al.*, 2025). Al mismo tiempo, los oídios constituyen un grupo de patógenos con amplia capacidad adaptativa y con antecedentes de reducción de sensibilidad, resistencia y fallas de control frente a fungicidas de acción específica, incluidos DMI, QoI y SDHI (Glawe, 2008; Vielba-Fernández *et al.*, 2020; Kunova *et al.*, 2021). Por ello, el interés del ácido peracético en este estudio no radica en presentarlo como sustituto directo de los fungicidas convencionales, sino como una herramienta complementaria que podría contribuir a diversificar esquemas de manejo del oídio en arándano, especialmente en programas donde se busque disminuir la dependencia exclusiva de moléculas de sitio específico (FRAC, 2024; Vielba-Fernández *et al.*, 2020; Kunova *et al.*, 2021).

La interpretación de los resultados debe considerar que el presente estudio se realizó en una sola localidad y una sola campaña, con evaluación de incidencia foliar, pero sin mediciones de severidad, defoliación, rendimiento o comparación con fungicidas de uso comercial. En consecuencia, los resultados respaldan el potencial del ácido peracético al 15 % como herramienta complementaria en el manejo del oídio del arándano, pero requieren validación adicional en más ambientes y condiciones de uso.

Por otro lado, durante el periodo de evaluación no se observaron síntomas visibles de fitotoxicidad en hojas ni frutos en ninguno de los tratamientos, incluida la dosis más alta evaluada. La ausencia de clorosis, necrosis, deformación o quemado foliar sugiere tolerancia visual del cultivo al producto en las condiciones del ensayo; sin embargo, esta observación debe limitarse a daño visible, ya que no se cuantificaron variables fisiológicas ni productivas. Esto es importante porque la respuesta de tejidos vegetales a oxidantes puede variar con la concentración, la frecuencia y el estado fenológico, y se han

documentado umbrales de daño en otros cultivos expuestos a peróxido de hidrógeno (Eicher-Sodo *et al.*, 2019; Lau y Mattson, 2021).

CONCLUSIONES

En las condiciones de este ensayo de campo, el ácido peracético al 15 % redujo la incidencia foliar de oídio en arándano respecto al testigo absoluto, con una respuesta más consistente en las dosis de 4, 6 y 8 mL L⁻¹, que alcanzaron eficacias máximas de 69.3, 78.0 y 79.7 %, respectivamente, después de la segunda aplicación. La dosis de 2.0 mL L⁻¹ mostró un efecto menor y menos estable. Además, no se observaron síntomas visibles de fitotoxicidad en ninguna de las dosis evaluadas. Estos resultados indican que el ácido peracético al 15 % tiene potencial como herramienta complementaria para el manejo del oídio en arándano bajo condiciones de campo; sin embargo, su validación requiere estudios adicionales en más localidades, campañas y condiciones de manejo.

Limitaciones. El estudio presentó algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar sus resultados. Entre ellas destacan el periodo reducido de evaluación, que no permite extrapolar la eficacia del ácido peracético 15 % a todo el ciclo fenológico del arándano; la realización del ensayo en una sola localidad con condiciones ambientales específicas, lo que limita la generalización a otras zonas productoras; y el uso de un rango limitado de dosis y un único método de aplicación, sin analizar variaciones en volumen o frecuencia. Asimismo, la evaluación cualitativa y de corto plazo de efectos no objetivo no permitió determinar impactos detallados sobre fauna benéfica o microbiota asociada. Finalmente, la ausencia de un fungicida convencional como referencia impidió comparar directamente el desempeño del ácido peracético con alternativas comerciales de uso común.

Conflicto de interés. Uno de los autores estaba afiliado a Clenvi en el momento del estudio.

Financiamiento. El trabajo fue financiado por Clenvi SAC.

Agradecimientos. Los autores agradecen a Eduardo de la Puente Pflucker, gerente de CLENVI Sanidad S.A.C., por el respaldo brindado para el desarrollo de esta investigación.

Contribución de los autores. **Sebastian Iglesias-Osores:** Conceptualización, Metodología, Investigación, Curación de datos, Análisis formal, Redacción del borrador original, Revisión y edición. **Luis A. Alvarez:** Metodología, Validación, Análisis formal, Supervisión, Revisión y edición.

REFERENCIAS

- Alvarez Romero JA y Mattos Calderón L. 2022. Alternativa de control de la oidiosis en arándano (*Vaccinium corymbosum*) orgánico en Piura, Perú. *Agroindustrial Science* 12(3): 271–278. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2022.03.05>
- Bradshaw M, Ivors K, Broome JC, Carbone I, Braun U, *et al.* 2025. An emerging fungal disease is spreading across the globe and affecting the blueberry industry. *New Phytologist* 246(1): 103–112. <https://doi.org/10.1111/nph.20351>
- Carrasco G and Urrestarazu M. 2010. Green chemistry in protected horticulture: The use of peroxyacetic acid as a sustainable strategy. *International Journal of Molecular Sciences* 11(5): 1999–2009. <https://doi.org/10.3390/ijms11051999>
- Copes WE and Ojiambo PS. 2023. Efficacy of peroxygen disinfectants against fungal plant pathogens: A systematic review and meta-analysis. *Crop Protection* 164: 106143. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2022.106143>
- Egel DS, Hoagland L, Davis J, Marchino C and Bloomquist M. 2019. Efficacy of organic disease control products on common foliar diseases of tomato in field and greenhouse trials. *Crop Protection* 122: 90–97. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.04.022>

- Eicher-Sodo M, Gordon R and Zheng Y. 2019. Characterizing the phytotoxic effects of hydrogen peroxide on common microgreen species and lettuce cultivars. *HortTechnology* 29(3): 283–289. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04255-18>
- Fungicide Resistance Action Committee. 2024a. *FRAC* Code List 2024: Fungicides sorted by mode of action. <https://www.frac.info/media/kufnaceb/frac-code-list-2024.pdf>
- Fungicide Resistance Action Committee. 2024b. Minutes from WG meeting on January 19th and March 21st, 2024: Protocol of the discussions and recommendations of the SBI working group of the Fungicide Resistance Action Committee (FRAC). <https://www.frac.info/media/jvmdtori/minutes-of-the-2024-sbi-meeting-recommendations-for-2024-from-jan-19th-and-march-21st-2024.pdf>
- Galal AA. 2017. Suppression of powdery mildew in okra and sunflower plants under natural infection through peroxyacetic acid foliar application. *Egyptian Journal of Phytopathology* 45(2): 93–102. <https://doi.org/10.21608/ejp.2017.88586>
- Glawe DA. 2008. The powdery mildews: A review of the world's most familiar (yet poorly known) plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology* 46: 27–51. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.46.081407.104740>
- Health Canada, Pest Management Regulatory Agency. 2018. Proposed registration decision PRD2018-02: Hydrogen peroxide and peroxyacetic acid and OxiDate 2.0. Government of Canada. https://publications.gc.ca/collections/collection_2018/sc-hc/h113-9/H113-9-2018-2-eng.pdf
- Holb IJ and Kunz S. 2016. Integrated control of apple scab and powdery mildew in an organic apple orchard by combining potassium carbonates with wettable sulfur, pruning, and cultivar susceptibility. *Plant Disease* 100(9): 1894–1905. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-15-1416-RE>
- Iglesias-Osores S y Figueroa-Palomino C. 2026. Eficacia del ácido peracético en el control de enfermedades postcosecha y la conservación de la calidad del banano (*Musa* spp.). *Agroindustrial Science* 16(2): 227–222. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2026.02.05>
- Kunova A, Pizzatti C, Saracchi M, Pasquali M and Cortesi P. 2021. Grapevine powdery mildew: Fungicides for its management and advances in molecular detection of markers associated with resistance. *Microorganisms* 9(7): 1541. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9071541>
- Lau V and Mattson N. 2021. Effects of hydrogen peroxide on organically fertilized hydroponic lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Horticulturae* 7(5): 106. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7050106>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). 2024. El arándano es una de las principales exportaciones peruanas. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/1354335-midagri-peru-consolida-su-liderazgo-mundial-en-arandanos-y-supera-los-usd-2-400-millones-en-ventas-durante-el-2025>
- Savocchia S, Mandel R, Crisp P and Scott E. 2011. Evaluation of “alternative” materials to sulfur and synthetic fungicides for control of grapevine powdery mildew in a warm climate region of Australia. *Australasian Plant Pathology* 40(1): 20–27. <https://doi.org/10.1007/s13313-010-0009-7>
- Schöneberg T, Tewey M and Hamby KA. 2024. Peroxyacetic acid and hydrogen peroxide crop sanitizer efficacy against fungi and *Drosophila suzukii* in blackberries. *Crop Protection* 175, 106458. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106458>
- USDA Foreign Agricultural Service (USDA-FAS). 2025. Peru: Blueberry annual (Report No. PE2025-0010). https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Blueberry+Annual_Lima_Peru_PE2025-0010.pdf
- Vielba-Fernández A, Polonio Á, Ruiz-Jiménez L, de Vicente A, Pérez-García A and Fernández-Ortuño D. 2020. Fungicide resistance in powdery mildew fungi. *Microorganisms* 8(9): 1431. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091431>
- Yang U, Kang MK, Ham M, Wi SG, Lee BR and Lee SH. 2022. Effect of a preharvest peracetic acid treatment on the natural decay of strawberries during room-temperature storage. *Horticultural Science and Technology* 40(6): 689–702. <https://doi.org/10.7235/HORT.20220062>