



Prospección y alternativas de manejo de enfermedades fúngicas asociadas en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.)

Prospecting and management alternatives of fungal diseases associated in the blueberry crop (*Vaccinium corymbosum* L.)

René Aguilar-Ancocota^{1*}; Miguel Á. Imán-Castillo¹; José A. Silupú-Masías¹; Robert Rafael-Rutte²; Yuri H. Calle-Cheje³; Ivis Andrei Campos e Silva⁴; Arturo Morales-Pizarro¹; Edgar Maldonado Duque¹; Javier Javier Alva¹

¹ Universidad Nacional de Piura, Campus Universitario s/n. Urb. Miraflores, Piura, Perú.

² Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Sector 3 Grupo 1A 03, Av. Central y Av. Bolívar, Villa El Salvador, Lima, Perú.

³ Universidad Católica Sedes Sapientiae, Campus Km 159 Panamericana Norte - Mazo Huaura. Lima, Perú.

⁴ Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos - CEP: 52171-900 - Recife/PE, Pernambuco, Brasil.

ORCID de los autores

R. Aguilar-Ancocota: <https://orcid.org/0000-0002-3965-6096>

J. A. Silupú-Masías: <https://orcid.org/0009-0001-0477-5933>

I. A. Campos e Silva: <https://orcid.org/0000-0002-9555-4238>

A. Morales-Pizarro: <https://orcid.org/0000-0003-3966-6689>

J. J. Alva: <https://orcid.org/0000-0002-4953-8165>

M. Á. Imán-Castillo: <https://orcid.org/0009-0003-2873-9683>

R. Rafael-Rutte: <http://orcid.org/0000-0003-2411-0223>

Y. H. Calle-Cheje: <https://orcid.org/0000-0001-5802-1101>

E. Maldonado Duque: <https://orcid.org/0000-0003-0030-3960>

RESUMEN

El cultivo de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) tiene un crecimiento significativo a nivel mundial por su valor nutricional, la creciente demanda global y su potencial económico. En el Perú la producción de este cultivo está destinado principalmente a la exportación, siendo una de las principales zonas productoras la provincia de Trujillo. El objetivo del estudio fue caracterizar y describir los síntomas de los patógenos causantes de enfermedades fúngicas en el cultivo de arándanos. Se tomaron muestras de plantas que presentaban estrías necróticas en el tallo, hojas y frutos, para su análisis microbiológico en laboratorio. Las muestras se procesaron por observación directa de síntomas y presencia de signos, mediante cámara húmeda para promover la esporulación y medio de cultivo PDA para los aislamientos fúngicos. Se identificaron a *Pestalotia* sp. causando manchas foliares y tizón en tallos, a *Thekopsora minima* ocasionando roya en hojas, a *Botrytis cinerea* produciendo moho gris en flores y frutos y a *Lasiodiplodia theobromae* causando muerte regresiva. Para corroborar su identificación, se hicieron pruebas de patogenicidad. Para el control de estas enfermedades, se recomienda implementar un plan de manejo integrado que reduzca las condiciones de desarrollo del patógeno, y con ello evitar pérdidas económicas a corto, mediano y largo plazo.

Palabras clave: *Vaccinium corymbosum* L.; *Pestalotia* sp.; *Lasiodiplodia theobromae*; *Thekopsora minima*; *Botrytis cinerea*

ABSTRACT

The cultivation area of blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) has a significant growth worldwide due to its nutritional value, the growing global demand and its economic potential. In Peru, the production of this crop is mainly for export and one of the main producing areas is the province of Trujillo. The objective of the study was to characterize and describe the symptoms of pathogens causing fungal diseases in the blueberry crop. Samples were taken from plants showing necrotic streaks on the stem, leaves and fruit for microbiological analysis in the laboratory. Samples were processed by direct observation of symptoms and presence of signs, using a humid chamber to promote sporulation and PDA culture medium for fungal isolates. *Pestalotia* sp. causing leaf spot and stem blight, *Thekopsora minima* causing leaf rust, *Botrytis cinerea* causing gray mold on flowers and fruit, and *Lasiodiplodia theobromae* causing dieback were identified. To corroborate their identification, pathogenicity tests were performed. For the control of these diseases, it is recommended that an integrated management plan be implemented to reduce the conditions for pathogen development, thus avoiding short-, medium- and long-term economic losses in the blueberry crop.

Keywords: *Vaccinium corymbosum* L.; *Pestalotia* sp.; *Lasiodiplodia theobromae*; *Thekopsora minima*; *Botrytis cinerea*

1. Introducción

El cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) durante las últimas décadas ha ganado un crecimiento significativo a nivel mundial por su alto valor nutricional, por los grandes beneficios para la salud, la creciente demanda global y su potencial económico (Carrier et al., 2021; Liu et al., 2020; Orga, 2021; Silva et al., 2020; Stefănescu et al., 2020; Wang et al., 2023), factores que han llevado a un aumento en la demanda y producción de esta fruta. En el Perú la principal región productora de arándano es la Libertad que lidera el 90% de la producción nacional, siendo: Virú, Chepén y Ascope, las principales zonas productoras de la región. En el 2019, el Perú se convirtió en el primer exportador mundial de arándano con 134,000 toneladas de fruta fresca, con un valor de US\$ 890 millones (Ghezzi et al., 2021; Proarándanos, 2023). En la campaña 2021-2022, Perú exportó 220,000 toneladas ubicándolo nuevamente como el primer exportador mundial (Amézquita, 2022; Proarándanos, 2023). El incremento en área y producción de este cultivo ha generado a la vez el aumento de fitopatógenos que reducen su producción y causan la mortandad de plantas en campo (Amézquita, 2022). Son más de 50 los agentes patógenos que afectan a este cultivo, reduciendo drásticamente la cantidad y calidad de la producción (Caruso & Ramsdell, 1995). Así, en el distrito de Chao, ubicado en la provincia de Virú, región La Libertad, el arándano ha sido afectado seriamente por hongos fitopatógenos que terminan disminuyendo considerablemente la producción. Estos patógenos se presentan en cualquier etapa del desarrollo del cultivo, lo que se asocia a factores de edad, temperatura, estrés y un mal manejo agronómico (Fang et al., 2020). En áreas nuevas el cultivo de arándano se comporta como susceptibles al ataque de plagas y enfermedades, por lo tanto, es necesario realizar estudios de prospección, caracterización e identificación de patógenos asociados al cultivo de arándano para su manejo eficaz. El objetivo del estudio fue caracterizar, describir los síntomas e identificar a los patógenos causantes de enfermedades fúngicas en el cultivo de arándano y proponer algunas medidas de manejo de las enfermedades.

2. Material y métodos

2.1 Área de estudio

El estudio de investigación se realizó en tres fundos de la empresa HORTIFRUT PERU S.A.C., ubicada el distrito de Chao, provincia de Virú y

Región de La Libertad a una altitud de 82 m.s.n.m., con coordenadas geográficas 8°32'28" de latitud sur y 78°40'33" longitud oeste. Los fundos fueron el Tumi (8°32'42" S, 78°35'31" W), Esperanza 2 (8°32'02" S, 78°35'33" W,) y Esperanza 3 (8°36'14"S, 78°35'31" W) (Figura 1).



Figura 1. Ubicación de los fundos en estudio en la empresa HORTIFRUT en el Valle de Chao, Virú, La Libertad, Perú.

2.2 Muestreo y aislamiento de patógenos

Se colectaron muestras de hojas, tallos, ramas, flores y frutos de plantas con síntomas y signos característicos de enfermedades fúngicas, las cuales fueron descritas in situ, fotografiadas y codificadas. Las muestras se almacenaron en envases plásticos sobre papel toalla y se trasladaron al laboratorio de la empresa agrícola Hortifrut, las enfermedades se agruparon según el agente causal y sintomatología que ocasionan considerando la categorización de Caruso & Ramsdell (1995).

Manchas foliares, necrosis en ramas y muerte regresiva. Las muestras de hojas con manchas necróticas y ramas con necrosis fueron desinfectadas con NaClO al 2,5% durante 2 minutos, se realizó enjuagues con agua destilada estéril tres veces y luego, se colocó sobre papel absorbente (Gonza, 2013). Para el crecimiento y desarrollo del hongo, se cortaron pequeños segmentos de 0.5 cm de tamaño, estos trozos se colocaron en placas de Petri con PDA y se incubaron a 28 °C durante siete días en oscuridad. Posteriormente, se purificó mediante la técnica de cultivo monohifales, y se colocó en tubos inclinados con medio PDA, después de su desarrollo se ubicó a 5 °C para su conservación (Gonza, 2013).

Hongos que causan pudrición de flores y frutos. Las muestras se colocaron en cámara húmeda el desarrollo del signo característico (Moho gris) sobre flores y frutos afectados (Figura 6A).

Hongos que causan roya. Se colectaron muestras de hojas con pústulas, mediante la ayuda de un pincel se recogieron las uredosporas, siendo posteriormente conservados en papel aluminio a 4 °C.

2.3 Caracterización cultural y microscópica

Se describieron las características culturales y morfológicas de las colonias de los patógenos. Se determinó la forma de la colonia, las dimensiones de las estructuras propagativas y de fructificación. Para cada aislamiento de hongos en estudio, se realizó las determinaciones morfológicas de las estructuras reproductivas (conidias) (Gonza, 2013). Para la identificación taxonómica de los patógenos, se emplearon las claves propuestas por Barnett & Hunter (1998) y Sutton (1980).

2.4 Pruebas de patogenicidad

Se realizó de cumpliendo con los postulados de Koch. Para la muerte regresiva y tizón en tallos se utilizaron plantas de arándano con cuatro a cinco meses de edad, se inoculó con los diferentes aislados en el laboratorio, colocándose sobre las hojas sanas de los plantones, discos de 0.5 mm de diámetro de PDA con desarrollo micelial, luego, se colocaron en condiciones de alta humedad relativa (Gonza, 2013). Desde las plantas inoculadas que mostraban síntomas similares se obtuvieron aislados con la finalidad de comparar las características morfológicas del patógeno desarrollado en medio PDA.

2.5 Alternativas de manejo integrado de las enfermedades

Se realizó una revisión y análisis de proyectos de investigación, artículos científicos sobre el control y manejo de enfermedades del cultivo de arándano (*V. corymbosum* L.)

3. Resultados y discusión

3.1. Sintomatología y caracterización morfológica y morfométrica

Roya

Sintomatología, se observaron pequeñas manchas cloróticas circulares en el haz de las hojas, menor a 1 mm de diámetro, que más tarde en el mismo lugar desarrollaron centros necróticos. Pero, en el envés desarrollaron pústulas de color canela de forma circular (Figura 2) que se disponen de forma individual o en grupos (Figura 3A). Las pústulas son rodeadas de un halo clorótico, que contrastó con la coloración verde normal de las hojas. En los últimos estados del

desarrollo de las plantas, las pústulas se tomaron de color negro, tanto sobre hojas y tallos (a menudo de mayor tamaño, formadas por el conjunto de uredosporas.) distribuidas en círculos o irregularmente, que llegaron a confluir unas con otras, las pústulas se encuentran en el centro de un halo clorótico presentes en el haz y envés de las hojas (Rebollar et al., 2011).



Figura 2. Pústulas redondeadas de color canela en el envés de las hojas del cultivo de arándano.

Mctaggart et al. (2013), informan que a medida que la enfermedad avanza como infecciones severas, las hojas se marchitan y caen, produciendo una defoliación de la planta. Estas observaciones concuerdan con lo descrito por Keith et al. (2008). La penetración en el tejido del hongo *Thekopsora minima*, se produce a través de las estomas y dentro de las células parénquima del mesófilo de la hoja introduce una estructura denominada haustorio (Lorrain et al., 2019) para luego producir los síntomas.



Figura 3. Pústulas en el envés de las hojas de arándano. A) de color canela, de formas circulares a irregulares, individuales o en grupos de dos, B) defoliaciones por el ataque severo de las royas.

Características morfológicas y biométricas. Se hicieron observaciones microscópicas con aumento del 10x y 40x, se observaron uredosporas subglobosas, elipsoidales a obovoides, pediceladas de color amarillo (Figura 4), con un tamaño de 22 μm – 28 μm x 19 μm – 22 μm , estas carac-

terísticas también fueron reportados por McTaggart et al. (2013). Además, formó teleutosporas de color marrón, que forman la estructura primaria de supervivencia del hongo entre las temporadas de cultivo, debido a que son resistentes a condiciones adversas (Latham et al., 2022).

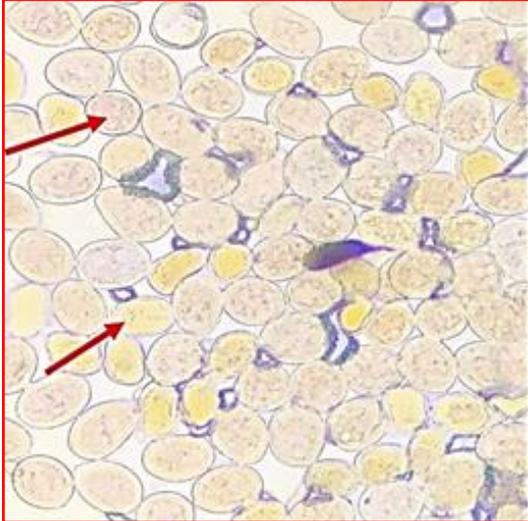


Figura 4. Uredosporas de color amarillo con teleutosporas de color marrón de *Thekopsora minima*.

Huarhwa et al. (2020) determinaron mediante amplificación y secuenciación de las subunidades 5.8S, 28S y región ITS-2, que el agente causal de la roya de arándano en plantaciones de Chavimochic es la especie *Thekopsora minima*. Los resultados de este trabajo coinciden con los mismos síntomas reportados. Según las características encontradas en las observaciones microscópicas y por los signos y síntomas típicos de la enfermedad se concluye que se trata de la misma especie *T. minima*.

Moho gris

Sintomatología. En flores se observó un atizonamiento, presentando inicialmente manchas de color café y de aspecto húmedo sobre los pétalos. Después la enfermedad se propagó sobre los pedúnculos florales, cambiando su color del verde al violeta, avanzando sobre todo el ramillete e incluso sobre la ramilla, las que llegaron a tener una coloración más oscura. Estas observaciones concuerdan con Rebellato-Urtizberea (2011) para *Botrytis cinerea*.

En frutos provocó pérdida de la turgencia y peso, que pueden ser causadas por la degradación del tejido de la epidermis del fruto durante el proceso de infección del patógeno (Jiang et al., 2022). Una de las características observadas en campo fue la presencia de ramilletes florales atizonados

prendidos a la rama (Figura 5A), esta descripción es clave, porque coincide con lo descrito para esta enfermedad. La presencia de los órganos afectados constituye una fuente de inóculo (Figura 5B y C) para la siguiente temporada, por lo que se recomienda su eliminación durante la poda como medida de control para esta enfermedad (García, 2010).



Figura 5. A) Atizonamiento de ramilletes florales adheridos a la rama, característica común encontrada en campo. B) Frutos de arándano con síntomas y signo del moho gris C) Flor con presencia del signo de la enfermedad del moho gris.

Características morfológicas y microscópicas. Mediante la técnica de cámara húmeda se indujo el crecimiento y aparición de signos (micelio, conidios y conidióforos) de la enfermedad del moho gris (Figura 6A). Los conidióforos fueron alargados, delgados, hialinos y con ramificaciones dicotómicas en los ápices (Figura 6B), que juntamente con el grupo de conidios formaron estructuras semejantes a un racimo de uvas (Figura 6C), el cual fue reportado anteriormente. Las células apicales alargadas de los conidióforos presentaron masas de conidios sobre pequeños denticulos cortos (Figura 6C). Los conidios en forma individual eran hialinos; sin embargo, en forma agrupada, eran de color gris cenizo, unicelulares y de forma oval, características que también fue descrita por Barnett & Hunter (1998) para *Botrytis cinerea*.

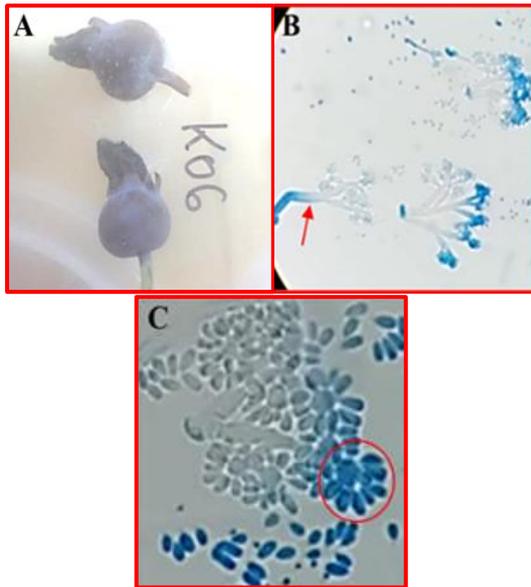


Figura 6. A) Órganos afectados con *Botrytis cinerea* en cámara húmeda. B) Conidióforos largos. C) Conidios insertados en racimos sobre esterigmas cortos.

Además, estos mismos resultados fueron descritos por Estacio (2019) e Isaza et al. (2019) por lo que podemos concluir que se trata de *B. cinerea*.

Pestalotiopsis

Sintomatología, la característica de los síntomas observados en plantas enfermas de arándano fueron amarillamiento de hojas y necrosis de ramas (Figura 7A y C). En hojas maduras se observó manchas circulares, con centros de color gris y bordes de color rojizo, observándose unos puntos negros que corresponden a los acérvulos, característica de esta enfermedad. En la superficie de los tallos, también, se observaron numerosos acérvulos (Figura 7B) que son las estructuras reproductivas en forma de “cojín”, que remueven la corteza para liberar gran cantidad de conidias con coloración oscura. Estas observaciones concuerdan los resultados de Rebellato (2011). La infección por *Pestalotia* sp. en el cultivo de arándano se manifiesta en mayor grado en tallos jóvenes que terminan necrosándose.

Características culturales y microscópicas. En medio PDA el desarrollo micelial fue de color blanco algodónoso, denso, con crecimiento en roseta, con hifas hialinas y septadas. A medida que pasaron los días, el micelio se tornó de color crema, sobre el cual se desarrollaron los acérvulos de color negro (Figura 8A).

Los conidios tenían la forma fusoide, septadas y conformadas por cinco células, de las cuales las

tres células centrales fueron un color marrón oscuro y los extremos hialinos (Figura 8B).



Figura 7. A) Decoloración y amarillamiento de hojas. B) Formación de canchros en el tallo de la planta. C) Clorosis de las hojas y necrosis de ramas.

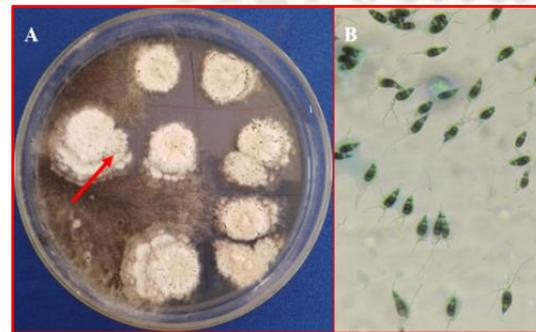


Figura 8. A) Micelio de color blanco algodónoso con acérvulos negros. B) Conidias septadas de *Pestalotia* sp. con cinco células, tres centrales de color marrón oscuro y dos extremas de color hialino, con dos o más apéndices.

Los conidios en sus extremos presentaron apéndices o pelos apicales, por un lado, de dos a cuatro apéndices largos que parecían extensiones tubulares y por el otro, un solo apéndice más pequeño. La descripción realizada coincide con varios autores (Sutton, 1980 y Morales et al., 2019) por lo que se concluye que se trata de *Pestalotia* sp., sin embargo, es necesario realizar caracterizaciones moleculares para mayor precisión.

Muerte regresiva

Sintomatología. Los síntomas observados en arándano fueron marchitez general y muerte. A la altura del cuello de la planta se observó heridas necróticas, con bordes de color marrón oscuro y pudrición de tejidos. En los tejidos necróticos se observó la presencia de picnidios oscuros, simples o en grupos (Sathya et al., 2017). Estos daños se presentaron tanto en plantas jóvenes como adultas, produciendo infección en las áreas que se encuentren en contacto con el suelo (Figura 9).



Figura 9. Ramas con tejidos necrosados y con picnidios oscuros en el cuello de la planta.

Mohali et al. (2005) reportaron que el patógeno puede infectar tejidos vegetales sanos sin que se presenten síntomas de la enfermedad, comportándose como un endófito. Sin embargo, si la planta entra en estado de stress, por algún factor externo, los síntomas se pueden hacer visibles (Sathya et al., 2017).

Características culturales y microscópicas. En medio PDA se observó colonias de color grisáceo a negras, vellosas con abundante micelio aéreo y rastrero, observaciones que coinciden con lo descrito por Sathya et al. (2017) y Barnett & Hunter (1998) para *Lasiodiplodia theobromae*. Sus conidias maduras tenían una sola septa de color gris oscuro y presentaron estrías longitudinales que son acumulaciones internas de melanina (Figura 9B) (Rodríguez et al., 2020). También, en el tejido infectado en condiciones de luz solar y alta humedad relativa, se observó la presencia de picnidios que contenían las esporas en su interior (Figura 10A). Las conidias se formaron a partir de conidióforos cortos, en su estado inmaduro se observó que fueron elípticos, hialinos y unicelulares, y posteriormente adquirieron color marrón oscuro tal como indica Barnett & Hunter (1998) y Sutton (1980) para *Lasiodiplodia theobromae*.

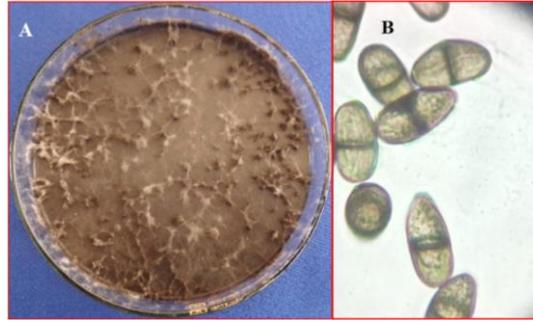


Figura 10. A. Formación de picnidios de *Lasiodiplodia theobromae*. B. Conidias maduras oscuras con una septa de color canela y con estrías longitudinales que son acumulaciones internas de melanina.

3.2. Pruebas de patogenicidad

Las pruebas de patogenicidad se realizaron para *L. theobromae* y *Pestalotia* sp. En relación *L. theobromae* en las plántulas de arándano de cuatro meses de edad, a los tres días después de la inoculación, se observó mancha necrótica de 1.5 cm de diámetro en el lugar de la inoculación y a los 15 días, la enfermedad avanzó y cubrió aproximadamente el 50% de la longitud del tallo. Los síntomas fueron en marchitez y muerte regresiva, respectivamente (Figura 11A, B, C y D).



Figura 11. A) Plántula de arándano sana. B) Plántula a los 3 ddi. C) Plántula a los 9 ddi. D) Plántula a los 15 ddi. (ddi: días después de la inoculación con *L. theobromae*).

Con respecto al cultivo de *Pestalotia* sp., ocho días después de la inoculación ocasionó necrosis en el tejido inoculado con trozos de medio de cultivo y micelio (0,8 mm diámetro), a los 14 días se incrementó la necrosis y a los 42 días cubrió el 10% de toda la planta. La infección comenzó por la rama que se inoculó y este continuó avanzando lentamente.



Figura 12. A) Planta de arándano sana. B) 14 días después de la inoculación. C) 42 días después de la inoculación con *Pestalotia* sp.

3.3 Medidas de control integrado de las enfermedades

Moho gris (*Botrytis cinerea*)

Se debe realizar un manejo integrado que minimice las condiciones que predisponen al ataque del hongo. Como manejo cultural se recomienda la eliminación de restos de plantas infectadas, ventilación adecuada, tanto de plantas como de sus productos, disminución de la humedad foliar para evitar la formación de películas de agua sobre los órganos aéreos, evitando excesos en la fertilización nitrogenada (Bautista, 2020). Los métodos previos a la cosecha incluyen a los agentes biológicos (Huang

et al., 2021), entre ellos destaca *Trichoderma harzianum* y *T. asperellum* como agentes biocontroladores considerados eficientes para *B. cinerea* en producciones comerciales (Bello et al., 2022; Yao et al., 2023). También, algunas levaduras como *Metschnikowia fructicola* han sido identificadas como controladoras eficaces (Kurtzman & Droby, 2001). En Israel en el 2005 fueron liberadas formulaciones comerciales para controlar otros patógenos además de *B. cinerea*, como son *Penicillium digitatum*, *P. italicum*, *P. expansum* y *Rhizopus stolonifer* (Walters, 2009).

Muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*)

L. theobromae es favorecido por el estrés de la planta, se ha determinado que el éxito de su control en un 85 a 90%, dependen de las medidas que eviten el estrés y favorezcan al vigor de la planta. Por lo tanto, es importante que los volúmenes de riego sean adecuados, el recalce de plantas con la raíz torcida, porque no generan buena masa radicular y se estresan fácilmente por falta de agua (Apaza, 2021). Otro aspecto crítico durante la poda, es el contenido de sales alrededor de las raíces, porque el corte del follaje interrumpe el proceso de transpiración, haciendo que estos se acumulen en el sistema radicular, lo que causa estrés; por lo que antes de la poda se debe suspender la fertilización, se debe incluir programa de lavado de sales (Apaza, 2021). Si el cultivo no ha desarrollado buena masa radicular, se recomienda dejar brotes jóvenes, vigorosos y sanos como alimentadores, los cuales, luego del brotamiento de las ramas podadas deben eliminarse (Apaza, 2021). Durante los primeros síntomas en tallos o ramas afectadas, realizar poda fitosanitaria con tijeras de podar previamente desinfectadas con hipoclorito de calcio, retirar los restos de la poda leñosos y proteger las heridas pulverizando fungicidas biológicos o sintéticos, inmediatamente después de efectuado los cortes (Stephanescu et al., 2020). Se debe eliminar del campo restos de ramas y plantas enfermas permanentemente durante la campaña, si estos quedan expuestos a humedad constituyen fuentes de inóculo para la siguiente campaña. También, se recomienda realizar aplicaciones de *Trichoderma* sp. o *Bacillus subtilis* en el sistema radicular, para favorecer el crecimiento y buen desarrollo de la planta, así reducir vulnerabilidad al ataque de esta enfermedad. Se puede aplicar antagonistas en las heridas después de la poda (Apaza, 2021; Bello et al., 2022; Li et al., 2022; Yao et al., 2023).

Pestalotiopsis (*Pestalotia* sp.)

La infección por *Pestalotia* se incrementa por la presencia de heridas en las hojas de plantas tiernas, los cuales son ocasionadas por vientos fuertes. El control cultural se realiza eliminando los restos de las plantas, para evitar que sea una reserva constante de inóculo. También se recomienda la poda sanitaria para eliminar los tejidos infectados y no queden en el fondo (García, 2010). Fungicidas aplicados al tallo ayudan a disminuir la esporulación del hongo (ANE BERRIES, 2016).

Roya (*Thekopsora minima*)

Al ser un patógeno obligado, el control se debe con variedades resistentes. Se recomienda también, realizar limpieza de hojarasca y poda fitosanitaria a inicios de la infección. Pero, cuando la enfermedad ya se estableció en el cultivo es imprescindible cuidar los nuevos brotes aplicando fungicidas químicos hasta inicios del periodo de floración. En la fase de cuajado y cosecha solo está permitido la aplicación de fungicidas biológicos y productos con riesgo mínimo de generar residuos (Apaza, 2021).

4. Conclusiones

Las enfermedades identificadas en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum*), según las condiciones climáticas del valle de Chao, Trujillo, fueron las manchas foliares y tizón en tallos (*Pestalotia* sp.), pústulas-royas en hojas (*Thekopsora minima*), moho gris en flores y frutos (*Botrytis cinerea*) y muerte regresiva (*Lasioidiplodia theobromae*). Esto ayudará a los productores en la toma de decisiones para el manejo del cultivo.

Agradecimientos

A la empresa HORTIFRUT PERU S.A.C por el apoyo logístico para llevar a cabo este trabajo de investigación.

Descargos de responsabilidad

No hay conflictos de interés en este trabajo de investigación según manifiestan los autores.

Referencias bibliográficas

Amézquita, Z. G. (2022). Manejo integrado de plagas en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) bajo condiciones del valle de Huarney Áncash. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5574>
 ANEBERRIES. Asociación Nacional de Exportadores de Berries. Lista de plaguicidas autorizados 2016. [Consultado el 23 de julio de 2023]. Disponible en: <https://berriesdemexico.com/>
 Apaza, W. (2021). Manejo Integrado de *Lasioidiplodia theobromae* en arándanos en la irrigación de Chavimochic. Boletín técnico N° 5. Junta de usuarios de riego presurizado del Distrito de riego

Moche Virú y Chao. 11 p. <http://funnels.novagro-ag.com/Ind-lasioidiplodia-en-arandano/>
 Barnett, H. L. & Hunter, B. B. (1998). Illustrated genera of imperfect fungi. McMillan Publishing Company. 4, th Ed. New York. 218 p.
 Bautista, M. J. I. (2020). Descripción del manejo agronómico del cultivo de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) variedades biloxy, legacy en el municipio de Mutiscua Departamento de Norte de Santander. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/2107>
 Bello, F., Montironi, I. D., Medina, M. B., Munitz, M. S., Ferreira, F. V., Williman, C., Vázquez, D., Cariddi, L. N., & Musumeci, M. A. (2022). Mycofumigation of postharvest blueberries with volatile compounds from *Trichoderma atroviride* IC-11 is a promising tool to control rots caused by *Botrytis cinerea*. *Food Microbiology*, 106, 104040. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2022.104040>
 Carrier, E., Cabrera, C., & Zapata, L. M. (2021). Mineral composition of blueberries (*Vaccinium corymbosum*) cultivated in the northeast region of Argentina. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 22(1). <https://www.redalyc.org/journal/813/81367929007/81367929007.pdf>
 Caruso, F. L. & Ramsdell, D. C. (1995). Compendium of Blueberry and Cranberry Diseases. St. Paul, MN, APS. 87 p. https://books.google.com.pe/books/about/Compendium_of_Blueberry_and_Cranberry_Di.html?id=EpOimwEACAAJ&redir_esc=y
 Estacio-Yalan, C. I. (2019). Identificación de especies fúngicas asociadas al decaimiento de plantas en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en la Región Ica y el valle de Cañete. <https://hdl.handle.net/20.500.13028/3171>
 Fang, Y., Nunez, G., Silva, M., et al. (2020). A review for southern highbush blueberry alternative production systems. *Agronomy*, 10(1531), 1-15. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101531>
 García, G. 2010. Guía de cultivo orientaciones para el cultivo del arándano. Proyecto de cooperación "Nuevos Horizontes". Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. España. pp. 32
 Ghezzi, P. & Stein, E. H. (2021). Los arándanos en el Perú. Banco Iberoamericano de Desarrollo, NY. 35 pp.
 Gonza, M. E. (2013). Prospección de las principales enfermedades fungosas en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.), en el distrito de Canchaque-Alto Piura. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. Repositorio de tesis digitales UNP. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3637>
 Huang, X., Ren, J., Li, P., Feng, S., Dong, P. & Ren, M. (2021). Potential of microbial endophytes to enhance the resistance to postharvest diseases of fruit and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(5), 1744-1757. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1082>
 Huarhua, M., Acuña, R., Aragón, L., Soto, J., Landeo, S., Martínez de la Parte, E., & Apaza, W. (2020). First report of blueberry leaf rust caused by *Thekopsora minima* on *Vaccinium corymbosum* in Peru. *Plant Disease*, 104(11), 3077-3077. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-20-0585-PDN>
 Isaza, L., Zuluaga, Y. P. & Marulanda, M. L. (2019). Morphological, pathogenic and genetic diversity of *Botrytis cinerea* Pers. in blackberry cultivations in Colombia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 41. <https://doi.org/10.1590/0100-2945201949>
 Jiang, B., Liu, R., Fang, X., Wu, W., Han, Y., Chen, H., ... & Gao, H. (2022). *Botrytis cinerea* infection affects wax composition, content and gene expression in blueberry fruit. *Postharvest biology and technology*, 192, 112020. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2022.112020>

- Keith, L., Sugiyama, L., Strauss, A., Kai, R., Zee, F., Hamasaki, R., ... & Nakamoto, S. (2008). First report of leaf rust of blueberry caused by *Pucciniastrum vaccinii* in Hawaii. *Plant Disease*, 92(11), 1590-1590. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-11-1590A>
- Kurtzman, C. P. & Droby, S. (2001) *Metschnikowia fructicola*, a new ascospore yeast with potential for biocontrol of postharvest fruits rot. *Syst. Appl. Microbiol.*, 24, 395-399. <https://pubag.nal.usda.gov/download/24599/pdf>
- Latham, R. L., Beal, E. J., Clarkson, J. P. & Nellist, C. F. (2022) First report of *Pucciniastrum minimum* (syn. *Thekopsora minima*) causing leaf rust on *Vaccinium corymbosum* (blueberry) in the United Kingdom and pathogenicity on *Vaccinium myrtillus* (bilberry). *New Dis Rep.*, 45(1): e12057. <https://doi.org/10.1002/ndr2.12057>
- Li, X., Leng, J., Yu, L., Bai, H., Li, X., Wisniewski, M., Liu, J., & Sui, Y. (2022). Efficacy of the biocontrol agent *Trichoderma hamatum* against *Lasiodiplodia theobromae* on macadamia. *Frontiers in microbiology*, 13, 994422. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.994422>
- Liu, B., Hu, T. & Yan, W. (2020). Authentication of the bilberry extracts by an HPLC fingerprint method combining reference standard extracts. *Molecules*, 25, 2514. <https://doi.org/10.3390%2Fmolecules25112514>
- Lorrain, C., Gonçalves Dos Santos, K. C., Germain, H., et al. (2019). Advances in understanding obligate biotrophy in rust fungi. *New Phytologist*, 222(3), 1190-1206. <https://doi.org/10.1111/nph.15641>
- Mctaggart, A. R., Geering, A. D. W., & Shivas, R. G. (2013). *Thekopsora minima* causes blueberry rust in south-eastern Queensland and northern New South Wales. *Australasian Plant Disease Notes*, 8, 81-83. <https://doi.org/10.1007/s13314-013-0101-2>
- Mohali, S., Burgess, T. I., & Wingfield, M. J. (2005). Diversity and host association of the tropical tree endophyte *Lasiodiplodia theobromae* revealed using simple sequence repeat markers. *Forest Pathology*, 35(6), 385-396. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.2005.00418.x>
- Morales, L. A., Martínez, S. J., Mavd, I., et al. (2019). First report of leaf spot and anthracnosis caused by *Pestalotiopsis* spp. on strawberry in Puebla, México. *Plant Dis.*, 103, 2668-2671 <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-19-1010-PDN>
- Orga, P. J. (2021). Manejo agronómico del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en contenedores en Villacurí, Ica <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4981>
- Proarándanos (2023). Asociación de productores de arándanos del Perú. Disponible en: [http://Exportaciones_proarandanos\(proarandanos.org\)](http://Exportaciones_proarandanos(proarandanos.org)) [accesado el 30 de mayo de 2023]
- Rebellato-Urtizberea, M. J. (2011). Prospección de enfermedades en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en la zona norte y sur del Uruguay y su relación con variables meteorológicas. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/9689>
- Rebollar, A., Minnis, A. M, Dixon, L. J., et al. (2011). First report of leaf rust of blueberry caused by *Thekopsora minima* in Mexico. *Plant Dis*, 95, 772-772 <https://doi.org/10.1094/pdis-12-10-0885>
- Rodríguez-Gálvez, E., Hilário, S., Lopes, A., & Alves, A. (2020). Diversity and pathogenicity of *Lasiodiplodia* and *Neopestalotiopsis* species associated with stem blight and dieback of blueberry plants in Peru. *European Journal of Plant Pathology*, 157(1), 89-102. <https://doi.org/10.1007/s10658-020-01983-1>
- Sathya, K., Parthasarathy, S., Thiribhuvanamala, G., & Prabakar, K. (2017). Morphological and molecular variability of *Lasiodiplodia theobromae* causing stem end rot of mango Tamil Nadu, India. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, 5(6), 1024-1031
- Silva, S., Costa, E. M., Veiga, M., et al. (2020). Health promoting properties of blueberries: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60, 181-200. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1518895>
- Stefănescu, B., Călinoiu, L., Ranga, F., Fetea, F., Mocan, A., Vodnar, D., & Crișan, G. (2020). The chemical and biological profiles of leaves from commercial blueberry varieties. *Plants*, 9(1193).1-19. <https://doi.org/10.3390/plants9091193>
- Steyaert, R. L. (1955). *Pestalotia*, *Pestalotiopsis* et *Truncatella*. *Bulletin du Jardin botanique de l'Etat, Bruxelles/Bulletin van den Rijksplantentuin*. Brussel, 191-199. <https://doi.org/10.2307/3667065>
- Sutton, B. (1980). The Coelomycetes: Fungi imperfect with Pycnidia, Acervuli and Stromata. Commonwealth Mycological Institute Kew. Surrey, England.
- Walters, D. (2009.) *Disease control in crops. Biological and environmentally friendly approaches*. Singapore, Blackwell. 263 p. <http://hdl.handle.net/123456789/123>
- Wang, P., Hur, M., Cai, Y., Takeda, F., DeVetter, L., & Chen, J. (2023). Microbial Load of Fresh Blueberries Harvested by Different Methods. *Foods*, 12(1047), 1-10. <https://doi.org/10.3390/foods12051047>
- Yao, X., Guo, H., Zhang, K., Zhao, M., Ruan, J., & Chen, J. (2023). *Trichoderma* and its role in biological control of plant fungal and nematode disease. *Frontiers in microbiology*, 14, 1160551. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1160551>
- Zhang, J., Nie, J. Y., Li, J., et al. (2020). Evaluation of sugar and organic acid composition and their levels in highbush blueberries from two regions of China. *Journal of Integrative Agriculture*, 19 (9), 2352-2361. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63236-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63236-1)

