



Caracterización de los síntomas de *Thanatephorus* sp. en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)*

Characterization of the symptoms of *Thanatephorus* sp. in potato (*Solanum tuberosum*)

María Cecilia Aguilar-Zamora¹, Carlos Sánchez Romero², Francisco Brenes Brenes², Eduardo Granados Brenes¹

* Recepción: 22 de julio, 2025. Aceptación: 8 de abril, 2026. Este trabajo formó parte de un Proyecto de investigación realizado por el laboratorio de Fitopatología de la Universidad de Costa Rica, Sede del Atlántico, Turrialba.

¹ Universidad de Costa Rica, Sede del Atlántico, Laboratorio de Fitopatología. Turrialba, Costa Rica. maria.aguilazamora@ucr.ac.cr (<https://orcid.org/0009-0008-1156-5759>); eduardo.granados@ucr.ac.cr (autor para correspondencia; <https://orcid.org/0009-0000-7843-3496>).

² Universidad de Costa Rica, Sede del Atlántico. Turrialba, Costa Rica. carlos.sanchezromero@ucr.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0003-4286-6585>); fbrenesb@gmail.com (<https://orcid.org/0009-0004-5903-0738>).

Resumen

Introducción. *Thanatephorus* sp. es un basidiomiceto, con un amplio rango de hospederos, que puede formar estructuras de resistencia con una alta variabilidad genética. **Objetivo.** Caracterizar la sintomatología causada por el fitopatógeno *Thanatephorus* sp. en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*). **Materiales y métodos.** El estudio se realizó durante el período de junio a diciembre de 2023, en el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad de Costa Rica, Sede del Atlántico, Turrialba, Costa Rica. Se aislaron órganos vegetativos y reproductivos de plantas de papa que presentaban síntomas del fitopatógeno *Thanatephorus* sp. Los aislamientos se purificaron y el fitopatógeno se cultivó en medio artificial. Se purificó el hongo y se realizó la inoculación en el suelo y por técnica de aspersión en plantas de papa para observar la sintomatología de la enfermedad. Se evaluaron hojas, tallos y partes de la planta que presentaban alguna lesión anormal a su crecimiento. **Resultados.** *Thanatephorus* sp. se obtuvo principalmente del follaje de la planta de papa; creció y se desarrolló de manera *in vitro* en medio de cultivo PDA (agar papa dextrosa). Presentó morfología ramificada en forma de basidiomiceto, formó estructuras de reproducción sexual, basidiósporas. Se fusionaron hifas (anastomosis), lo que genera mayor variabilidad genética del patógeno. La sintomatología inició con lesiones necróticas puntuadas en la lámina foliar, con formación de halos cloróticos; las lesiones se fusionaron hasta producir la muerte total del tejido foliar. Las lesiones se presentaron en el tallo, raíz y flores. Se observaron estructuras de resistencia (esclerocios) producidas por *Thanatephorus* sp. **Conclusiones.** El fitopatógeno *Thanatephorus* sp. causa daños en hojas, tallos y tubérculos, y forma estructuras de resistencia, lo que facilita su diseminación. Su sintomatología puede ser confundida con otros fitopatógenos.

Palabras clave: Basidiomycota, *Rhizoctonia solani*, esclerocios, anastomosis.

Abstract

Introduction. *Thanatephorus* sp. is a basidiomycete, with a broad host range, capable of forming survival structures and exhibiting high genetic variability. **Objective.** To characterize the symptomatology caused by the



phytopathogen *Thanatephorus* sp. in potato (*Solanum tuberosum*) crops. **Materials and methods.** The study was conducted from June to December 2023 at the Plant Pathology Laboratory of the Universidad de Costa Rica, Sede del Atlántico, Turrialba, Costa Rica. Vegetative and reproductive plant tissues were collected from potato plants showing symptoms associated with *Thanatephorus* sp. The isolates were purified, and the pathogen was cultured on artificial media. The fungus was further purified and inoculated into soil and applied via foliar spraying to potato plants in order to observe disease symptom development. Leaves, stems, and other plant parts exhibiting abnormal lesions were evaluated. **Results.** *Thanatephorus* sp. was primarily isolated from the foliage of potato plants and successfully grew in vitro on PDA (potato dextrose agar). The fungus exhibited branched morphology consistent with basidiomycetes and formed sexual reproductive structures, including basidiospores. Hyphal fusion (anastomosis) was observed, contributing to increased genetic variability of the pathogen. Symptom development began with small necrotic lesions on the leaf blade, surrounded by chlorotic halos; these lesions coalesced, leading to complete foliar tissue necrosis. Lesions were also observed on stems, roots, and flowers. Survival structures (sclerotia) produced by *Thanatephorus* sp. were identified. **Conclusions.** The phytopathogen *Thanatephorus* sp. causes damage to leaves, stems, and tubers, and produces survival structures that facilitate its dissemination. Its symptomatology may be confused with that of other phytopathogens.

Keywords: Basidiomycota, *Rhizoctonia solani*, sclerotia, anastomosis.

Introducción

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) es considerado el cuarto cultivo de mayor importancia a nivel mundial después del arroz, maíz y trigo. A nivel centroamericano, para el año 2020 el área sembrada del cultivo fue de 22 000 ha, principalmente para el consumo local (Bayer, s. f.). En Costa Rica, para 2015, un 29,6 % del territorio de la provincia de Cartago estaba sembrado de papa, seguido del cantón de Zarcero con un 19,6 % (Barboza et al., 2021; Vignola et al., 2017).

Cartago representa un 74 % de la producción de papa nacional, con un área de 2018 ha destinadas al cultivo, en los cantones de Oreamuno, Turrialba y Alvarado. Los rendimientos más altos se reportan en Turrialba y Alvarado con 2,63 kg/m², mientras que en otras localidades oscilan entre los 2,09 y 2,54 kg/m². La producción nacional total ha tenido un declive de 0,54 kg/m²/año entre el periodo de 2019 a 2022. Esta baja en los rendimientos se asocia a factores económicos, ambientales y fitosanitarios (Caravaca Vega, 2023).

En la provincia de Cartago, a partir del año 2018 se observó un problema fitosanitario, reportado como un “complejo hongo-bacteria”, llamado así por los agricultores, sin conocer el agente causal. Se describieron daños en la parte aérea de la planta, a lo que llamaron “viruela de la papa”, caracterizados por lesiones necróticas puntuadas de coloración café, dispersas en toda la lámina foliar. Sin embargo, la limitada información disponible y el escaso conocimiento del patógeno impidieron un control fitosanitario efectivo, lo que favoreció su proliferación y aumentó los daños en el cultivo.

A partir de esta información y el aumento de la severidad del problema observado en las plantaciones de papa en la zona norte de Cartago, en el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad de Costa Rica, Sede del Atlántico, Turrialba, se aislaron fragmentos de tejido enfermo provenientes de plantas de la variedad Floresta. Los aislamientos permitieron obtener una primera evidencia de un posible agente asociado a las lesiones observadas, preliminarmente identificado como *Thanatephorus* sp. (M. C. Aguilar, comunicación personal, 2022). Con base en estos resultados, se iniciaron estudios orientados a caracterizar el organismo involucrado y su posible relación con la sintomatología presente en el cultivo de papa.

El organismo aislado se ubicó dentro del complejo de especies del grupo *Rhizoctonia*. No obstante, *Thanatephorus* corresponde al estado teleomorfo de algunas especies de este grupo y presenta características propias de basidiomicetos, incluyendo hifas septadas, lo cual difiere de la morfología típicamente observada en los aislamientos anamórficos de *Rhizoctonia* sp. Por ello, la asignación taxonómica se considera preliminar y basada en rasgos morfológicos, por lo que se requieren análisis adicionales para confirmar de manera concluyente el agente etiológico (Taylor & McCormick, 2008).

El fitopatógeno *Thanatephorus* sp. es complejo de estudiar por su morfología, considerado como una mezcla compleja de hongos filamentosos (González García et al., 2006), de hábito patógeno, polífago, necrotrófico y saprófago (Rioux et al., 2011). Sobrevive en el suelo por la formación de estructuras de resistencia (esclerocios); esto permite periodos de latencia largos hasta encontrar un hospedero alterno (Wang et al., 2026).

Thanatephorus sp. es la fase anamorfa de *Rhizoctonia solani*, el cual tiene una gran variabilidad genética, presenta gran capacidad de sobrevivencia y amplio espectro de hospederos (Lima et al., 2017). Entre los más comunes se encuentra la familia fabaceae, como frijol (*Phaseolus vulgaris*), caupí (*Vigna unguiculata*) y okra (*Abelmoschus esculentus*) (Gasparotto et al., 2017). También, afecta la familia de las poáceas (Chavarro-Mesa et al., 2020), especies de orquídeas, eucalipto (Warcup, 1991) y algunos cultivos de interés de la zona como remolacha (*Beta vulgaris*), fresa (*Fragraria X ananassa*), lechuga (*Lactuca sativa*), tomate (*Solanum lycopersicum*), cebolla (*Allium cepa*), especies de la familia de las brassicas, zanahoria (*Daucus carota*) y chile (*Capsicum* spp.) (SADER & SENASICA, 2020).

Sin embargo, se ha observado que *Thanatephorus* sp. puede ingresar en tejidos vegetales a través de aperturas naturales o en material vegetativo sano sin daños mecánicos. En crucíferas y solanáceas, penetra la cutícula de los tallos en etapas de plántulas y muestra especificidad hacia estos cultivos, ya que no actúa de la misma manera en otras familias de plantas (Flentje et al., 1963). Sin embargo, su mecanismo de ingreso en el cultivo de papa ha sido poco estudiado. Ante este vacío de información, el objetivo de esta investigación fue caracterizar la sintomatología causada por el fitopatógeno *Thanatephorus* sp. en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*).

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Fitopatología y los invernaderos de la Universidad de Costa Rica, Sede del Atlántico, Turrialba de agosto a octubre de 2023. Se tomaron muestras del tejido vegetal de plantas de papa de la variedad Floresta, con síntomas de la enfermedad como necrosis puntuada en hojas del cultivo, provenientes de la Estación Experimental Dr. Carlos Durán del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), ubicada en Oreamuno, Cartago, Costa Rica.

Las muestras fueron llevadas a la Universidad de Costa Rica, Sede del Atlántico, Turrialba, localizada a 613 m s. n. m. Esta zona se clasifica como bosque muy húmedo premontano tropical, según el diagrama de zonas de vida de Holdridge (Abarca, 2008). Presenta rangos de temperaturas promedio entre 17 y 28 °C, radiación solar de 9 a 12 MJ/m², humedad relativa entre 60 y 100 % y precipitaciones mensuales entre 28 y 50 mm (Instituto Meteorológico Nacional, s. f.).

Aislamiento y purificación del patógeno

Los aislamientos se realizaron a partir de tejidos de plantas de papa (*S. tuberosum*) con lesiones necróticas activas en diferentes órganos, incluyendo raíces, tallos, hojas, tubérculos y flores. En raíces y tallos se observaron lesiones pardas hundidas; en hojas, manchas necróticas irregulares con clorosis marginal; en tubérculos, necrosis cortical asociada a áreas deprimidas; y en flores, necrosis parcial y marchitez prematura. Este patrón sintomatológico

difiere de lo comúnmente descrito para *Rhizoctonia solani*, el cual se asocia principalmente con canchales basales y costra negra en tubérculos, sin afectación foliar evidente, lo que sugiere un comportamiento patogénico atípico (Figura 1).

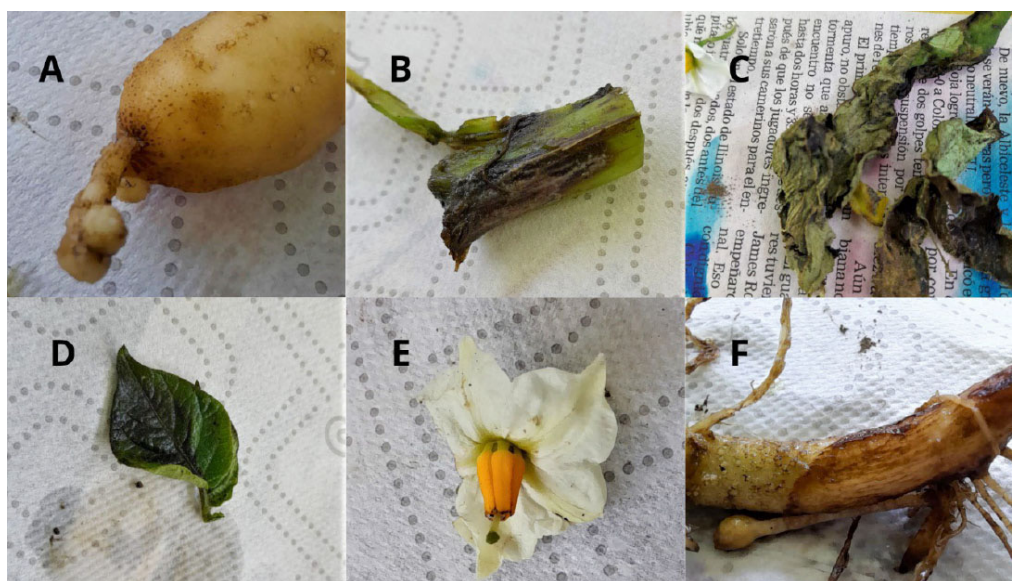


Figura 1. Daños causados por el fitopatógeno en órganos vegetativos y reproductivos de papa (*S. tuberosum*) variedad Floresta, el tubérculo (A), tallo (B), hojas con lesiones secas (C), hojas con lesiones húmedas (D), flor (E) y base del tallo (F). Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.

Figure 1. Damage caused by the phytopathogen on vegetative and reproductive organs of potato (*S. tuberosum*) Floresta variety, the tuber (A), stem (B), leaves with dry lesions (C), leaves with wet lesions (D), flower (E) and base of the stem (F). Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.

Los tejidos con lesiones se desinfectaron mediante una inmersión en alcohol al 95 %, seguida de una inmersión en hipoclorito de sodio al 1,5 % y un enjuague final con agua destilada autoclavada. Posteriormente, fragmentos de cada órgano se sembraron en placas Petri separadas con agar papa dextrosa (PDA) suplementado con cloranfenicol al 1 % y se incubaron a 25 °C durante siete días en oscuridad. El crecimiento fúngico se evaluó mediante microscopía de luz y se identificó preliminarmente como *Thanatephorus* sp. A partir del micelio activo se realizaron aislamientos de puntas de hifas para obtener colonias puras en PDA, las cuales se incubaron a 25 °C durante quince días, en oscuridad continua.

Crecimiento de las plantas e inoculación del fitopatógeno

En macetas de plástico tipo HDPE de 3140 cm³ de volumen, se sembraron las semillas de papa de la variedad Floresta, provenientes del INTA, en un suelo de orden andisol, sin autoclavar, con una unidad por pote, para un total de 12 potes, considerados como repeticiones. Después de la siembra, las macetas se colocaron en un invernadero para su cuidado y crecimiento. Una vez que presentaron desarrollo de tallos y hojas, se procedió con la inoculación del patógeno.

Para la preparación del inóculo de cada uno de los tratamientos, se emplearon 26 gramos de arroz entero como medio sólido. Se colocaron diez discos de medio de cultivo PDA con micelio del fitopatógeno *Thanatephorus* sp. en un matraz de Erlenmeyer de 100 mL (Barajas et al., 2010), incubados en un periodo de 7 días a 25 °C. La inoculación se realizó con cinco repeticiones por tratamiento.

El primer método de inoculación se realizó directamente en el suelo, colocando el patógeno en la circunferencia de la planta, con 6 g totales de arroz con inóculo, distribuidos homogéneamente en cuatro puntos en cada maceta, con un total de cinco repeticiones. En el segundo método, se inoculó por aspersión, con 50 mL de agua destilada y 26 g de arroz con el patógeno. El inóculo se asperjó en la parte aérea de la planta, tanto en hojas como en tallo. Se dejó un control sin inocular para poder comparar la sintomatología de las plantas.

Sintomatología y determinación de la presencia del patógeno

Se realizó un registro escrito y fotográfico sobre la presencia del patógeno mediante la ejecución de los postulados de Koch, con una descripción cualitativa de las plantas inoculadas para determinar la presencia o ausencia de lesiones. Se efectuó un nuevo aislamiento del tejido vegetal afectado para confirmar la presencia del fitopatógeno en las plantas enfermas, por medio de la elaboración de láminas fijas vistas en un microscopio de luz; de esta forma se corroboraron las estructuras del fitopatógeno.

Resultados

En el medio PDA se observó inicialmente una colonia de color marrón a negro, con desarrollo de micelio aéreo blanquecino que cubrió toda la superficie del medio y la formación de una capa costrosa de color marrón claro. A los 14 días posteriores a la inoculación, la colonia presentó una tonalidad general más oscura y mantuvo el micelio aéreo blanquecino (Figura 2).

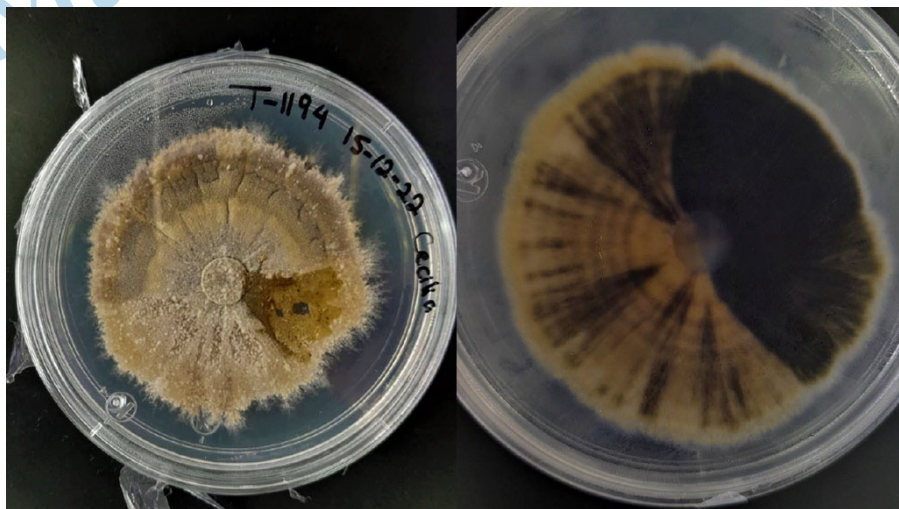


Figura 2. Crecimiento y desarrollo de *Thanatephorus* sp. en el medio de cultivo agar papa dextrosa. Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.

Figure 2. Growth and development of *Thanatephorus* sp. in potato dextrose agar medium. Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.

La fase asexual de *Rhizoctonia solani* (Figura 3) mostró hifas en forma de “T” (A). Se observó el cambio de la fase anamorfa a teleomorfa (B), así como el ciclo completo en su fase sexual (C). Estas estructuras resultan difíciles de ver por tratarse de un basidiomiceto. Sin embargo, constituyen características que permiten su identificación.



Figura 3. Morfología de los grupos de *Rhizoctonia* sp., fase asexual (A), fase asexual a sexual (B) y fase sexual (C), visto en 40X. Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.

Figure 3. Morphology of the *Rhizoctonia* sp. groups, asexual phase (A), asexual to sexual phase (B) and sexual phase (C), seen at 40X. Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.

Se observaron estructuras compatibles con la reproducción sexual del fitopatógeno, incluidas la formación de un metabasidio (Figura 4B) y el desarrollo parcial de basidiósporas (Figura 4C-D). Estas estructuras se documentaron durante el crecimiento del aislamiento en PDA; sin embargo, no se establecieron condiciones específicas para inducir la fase sexual, por lo que las observaciones se limitaron a cambios morfológicos del micelio y a la presencia de estructuras reproductivas incipientes (Figura 4). Se evidenció la anastomosis hifal característica de los grupos de *Rhizoctonia* (Figura 5), proceso que permite la interconexión entre hifas y se asocia con la variabilidad genética del patógeno.

Los síntomas causados por *Thanatephorus* sp. en las hojas de las plantas de papa de la variedad Floresta (Figura 6) se observaron en un periodo de 49 días después de la inoculación (DDI). Se presentó clorosis intervenal (Figura 6A-B) como respuesta de la planta a la presencia del patógeno, principalmente en las hojas bajas, seguida de lesiones puntuadas de color marrón oscuro en el haz de la lámina foliar (Figura 6C-F). Posteriormente, las lesiones cubrieron la mayor parte de la hoja (Figura 6G), hasta unirse (Figura 6H) y producir la muerte del tejido vegetal (Figura 6I), lo cual se conoce como necrosis de la hoja. Sobre las lesiones se produjo un micelio blanquecino (Figura 6J). El testigo presentó un desarrollo normal, sin alteraciones fenotípicas.

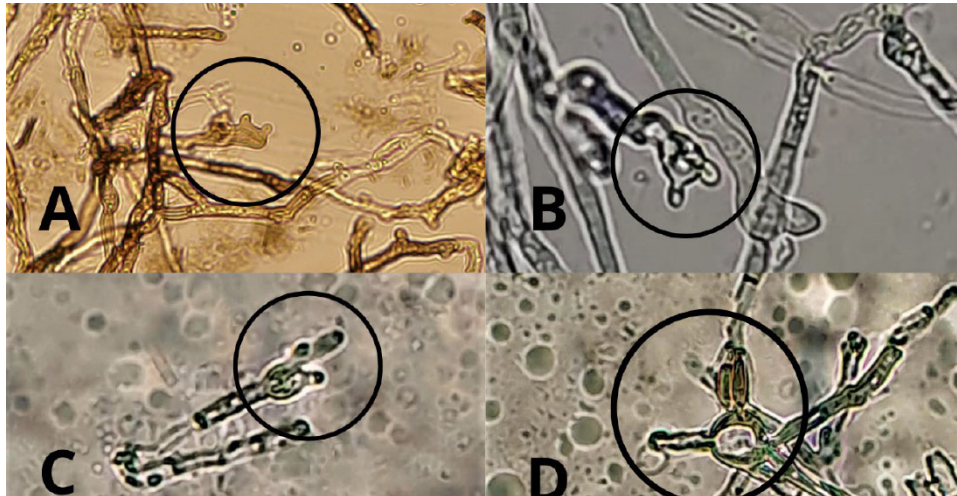


Figura 4. Estructuras de crecimiento de *Thanatephorus* sp., formación de estructuras de reproducción (A), metabasidios (B) y basidiósporas (C y D), vista en 40X. Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.

Figure 4. Reproductive structures of *Thanatephorus* sp., formation of reproductive structures (A), metabasidia (B) and basidiospores (C and D), viewed at 40X. Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.



Figura 5. Anastomosis de *Thanatephorus* sp. vista en 40X. Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.

Figure 5. Anastomosis of *Thanatephorus* sp. seen at 40X. Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.

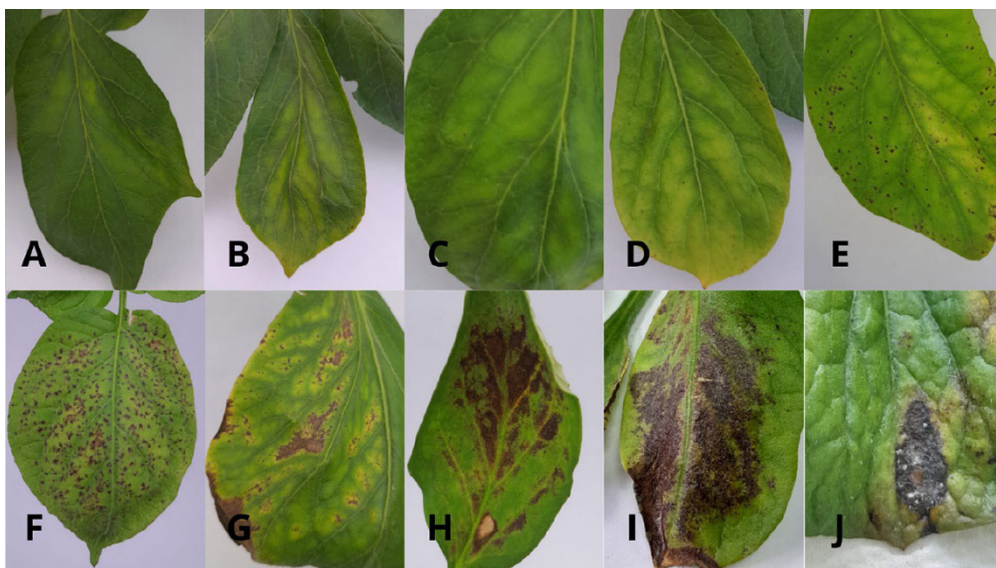


Figura 6. Sintomatología en el follaje de *Thanatephorus* sp. en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*). Lesiones iniciales (A, B, C y D), necrosis parcial (E, F y G) y senescencia de la hoja (H, I y J). Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.

Figure 6. Symptoms on the foliage of *Thanatephorus* sp. in potato (*Solanum tuberosum*) cultivation. Initial lesions (A, B, C, and D), partial necrosis (E, F, and G), and leaf senescence (H, I, and J). Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.

En tejidos jóvenes se observaron hojas incipientes con deformación tipo acucharamiento en los brotes (Figura 7A), lesiones necróticas en la lámina foliar (Figura 7B), brotes florales necrosados (Figura 7C) y deformación



Figura 7. Sintomatología en el tallo de *Thanatephorus* sp. en el cultivo de papa (*S. tuberosum*), foliolos (A, B y C) y botones florales (D). Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.

Figure 7. Symptoms on the stem of *Thanatephorus* sp. in potato (*S. tuberosum*) cultivation, leaflets (A, B, and C) and flower buds (D). Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.

de la nervadura central en hojas jóvenes (Figura 7D), lo cual limitó el crecimiento de la planta. Estos síntomas representaron daños iniciales asociados a *Thanatephorus* sp. (Figura 7) y permitieron su diferenciación de otros fitopatógenos. Posteriormente, se evidenció la formación de lesiones necróticas puntiformes en tallos, las cuales coalescieron progresivamente hasta necrosar el tejido epidérmico y provocar la apertura del tallo (Figura 8A-C), debilitando significativamente el crecimiento de la parte aérea de la planta.



Figura 8. Sintomatología en el tallo por *Thanatephorus* sp. en el cultivo de papa (*S. tuberosum*). Tallo con lesiones necróticas (A), apertura de tejidos por necrosamiento (B y C) y lesiones necróticas en la raíz (D). Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.

Figure 8. Symptoms on the stem caused by *Thanatephorus* sp. in potato (*S. tuberosum*) cultivation. Stem with necrotic lesions (A), opening of tissues due to necrosis (B and C) and necrotic lesions on the root (D). Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.

Se observó la presencia de hongos oportunistas. La antracnosis (*Colletotrichum* spp.) (Figura 9) aprovechó las lesiones provocadas por *Thanatephorus* sp. en la lámina foliar del cultivo.

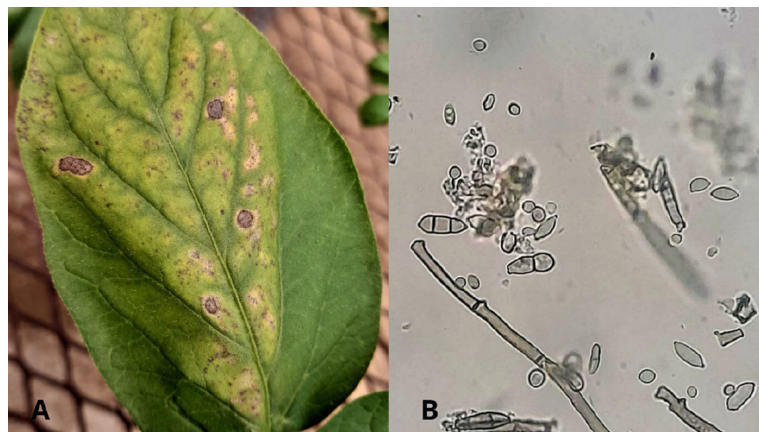


Figura 9. Presencia de *Colletotrichum* spp. con *Thanatephorus* sp. en el cultivo de papa (*S. tuberosum*), con lesiones visibles en el área foliar (A) y presencia de conidios en aislamientos de hojas del cultivo (B), vista en 40X. Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.

Figure 9. Presence of *Colletotrichum* spp. with *Thanatephorus* sp. in potato (*S. tuberosum*) crops, with visible lesions on the leaf area (A) and the presence of conidia in leaf isolates from the crop (B), seen at 40X. Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.

Se observaron lesiones en las hojas, con formación de protuberancias (Figura 10), las cuales corresponden a estructuras de resistencia del fitopatógeno.

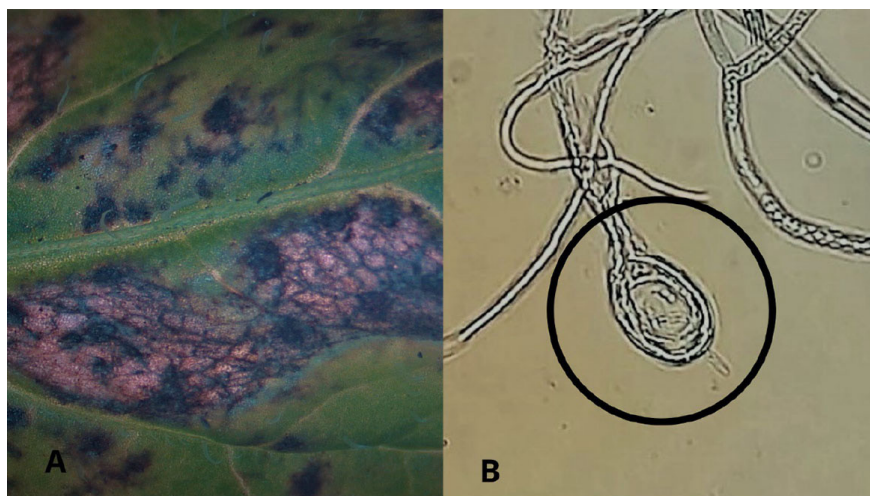


Figura 10. Estructuras de resistencia de *Thanatephorus* sp. en el cultivo de papa (*S. tuberosum*), esclerocios (A) y esclerocios en formación (B). Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.

Figure 10. Resistance structures of *Thanatephorus* sp. in the potato crop (*S. tuberosum*), sclerotia (A) and sclerotia in formation (B). Turrialba, Cartago, Costa Rica. 2023.

Discusión

En el cultivo de papa, *Thanatephorus* sp. puede afectar diversos órganos de la planta, tanto en la parte subterránea como la parte aérea (Kumar et al., 2017). En el primer aislamiento se encontró en las lesiones de las hojas secas y no en las acuosas. El fitopatógeno presentó colonias blanquecinas con tonalidades oscuras (Figura 2), característica comprobada por Huamán Cruz y Montalvo Valencia (2019).

Morfológicamente *Thanatephorus* sp. tiene una estructura de basidiomiceto (globosa) en su fase teleomorfa. Sin embargo, al igual que todas las especies de *Rhizoctonia* sus hifas son septadas (Taylor & McCormick, 2008). Tiene células alargadas, que producen ramificaciones que se desarrollan en ángulo de 90°, respecto a la hifa principal; en el caso de su estado perfecto, posee hifas septadas (basidios) con forma de barril o redondeada. Forma basidiosporas, las cuales son estructuras sexuales que tienen la función de diseminación de la enfermedad (Arguedas, 2004).

Los grupos de *Rhizoctonia* tienen la capacidad de fusionar las hifas con hongos compatibles y mezclar su citoplasma para generar un micelio nuevo (anastomosis) (Figura 5) (Martínez Fernández, 2003). Se conocen 13 grupos de anastomosis (AG1 a AG13), los cuales se pueden dividir en subgrupos dependiendo de las características como la morfología, los requisitos como temperatura, nutrición, patogenicidad y rango de hospederos (Vieira Blanco et al., 2018), además de pruebas moleculares que permitan identificar el grupo de anastomosis al que pertenecen. Para *Rhizoctonia* spp., inicialmente se reportaron cuatro grupos anastomóticos, correspondientes a AG1, AG2, AG3 y AG4. Los primeros dos grupos causan daños en fabáceas, mientras que los dos últimos afectan crucíferas y solanáceas, como la papa (Martínez Fernández, 2003).

Esta identificación molecular limita poder clasificar el grupo de anastomosis al que pertenece este aislamiento, así como entender la variabilidad del patógeno. No se puede identificar si son binucleados o no, esto podría

augmentar su variabilidad y con ello evaluar componentes de resistencia como agresividad. La identificación de estos grupos ayuda en la clasificación de grupos de anastomosis y relacionarlos con la agresividad afectando diferentes tejidos de la planta (Mercado Cárdenas et al., 2015).

Los diferentes grupos de *Rhizoctonia*, tienen un amplio rango de hospederos y presentan gran diversidad de síntomas causados en los cultivos (Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas, s. f.). Afectan las plantas en cualquier etapa fenológica y órgano, principalmente en el estado de plántula. Estos daños causan muerte prematura, perjudican las raíces y provocan lesiones de tonalidad marrón en la parte aérea (Ephytia, s. f.-a).

A los 56 DDI, se desarrollaron lesiones necróticas restringidas a la epidermis de los tubérculos de papa, lo que favorece la formación de tubérculos aéreos con canchales de color café. Estos, al utilizarse como semilla, presentan pérdida de la capacidad de brotación o generan tallos débiles y deformados, así como estrangulamiento basal (Invesa, 2020). En tubérculos progenie de papa se ha reportado la presencia de lesiones irregulares de color café oscuro a negro, asociadas a estructuras esclerociales firmemente adheridas a la superficie del tubérculo, las cuales varían desde formas pequeñas y planas hasta agregados de mayor tamaño, reforzando la asociación del patógeno con la sintomatología de *black scurf* y el desarrollo de canchales superficiales (Mehi et al., 2024).

El fitopatógeno *Thanatephorus* sp. es capaz de producir daños indirectos en los cultivos, debido a que se asocia con otros fitopatógenos oportunistas, como antracnosis (*Colletotrichum* spp.) (Figura 9), tizón tardío (*Phytophthora infestans*), y algunos nematodos como *Meloidogyne* spp. y *Globodera* spp. (Ephytia, s. f.-b), los cuales aprovechan las lesiones provocadas por *Thanatephorus* sp. en la lámina foliar del cultivo, por lo que sus lesiones son de mayor tamaño.

Su variabilidad genética y amplio rango de hospederos permiten que *Thanatephorus* sp. se disemine con mayor facilidad (Jaradat et al., 2023). Presenta una supervivencia alta (Figura 3, 4 y 10) y se dispersa por medio de la lluvia, agua, maquinaria, herramientas, partículas del suelo y el material vegetal. Este fitopatógeno puede vivir en el suelo de forma activa como saprófago en restos orgánicos, como parásito en las raíces y órganos de plantas hospederas o alternativas, e incluso de forma pasiva en estructuras como esclerocios (Sun et al., 2024).

La información generada en este estudio permitirá realizar diagnósticos en campo y mejorar el control de *Thanatephorus* sp. en el cultivo de papa. Se requieren más análisis de este patógeno para determinar si existe mayor variabilidad, así como estudios moleculares que permitan identificar el grupo de anastomosis al que pertenece. De esta manera, se podrá optimizar su manejo en este cultivo.

Conclusiones

Se documentó la sintomatología observada en plantas de papa asociada a aislamientos compatibles con *Thanatephorus* sp., incluyendo lesiones necróticas en hojas, tallos y tubérculos, así como deformaciones en tejidos jóvenes. La caracterización morfológica del crecimiento fúngico en agar papa dextrosa permitió describir estructuras miceliales y reproductivas incipientes. Estos resultados constituyen una referencia descriptiva del comportamiento del patógeno en condiciones de cultivo artificial y de los síntomas observados en campo, aportando información base para futuras investigaciones orientadas a profundizar en su epidemiología y comportamiento en zonas paperas de la provincia de Cartago, Costa Rica.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Estación Experimental Dr. Carlos Durán del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), ubicada en Oreamuno, Cartago, Costa Rica, por el material vegetal facilitado; a la Estación Meteorológica del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

(CATIE) por la información climática proporcionada, así como a las personas y estudiantes de la Universidad de Costa Rica, Sede del Atlántico, que apoyaron esta investigación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

Referencias

- Abarca, S. (2008). Cambio climático: variación agroecológica de Turrialba. *Alcances Tecnológicos*, 6(1), 97-106. <https://doi.org/10.35486/at.v6i1.69>
- Arguedas, M. (2004). Mal de hilachas (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk) en *Terminalia oblonga* (Ruiz y Pav.) Steud. en Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 1(3), 47-50. <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/563>
- Barajas, C., Pozo, E., García, I., & Méndez, A. (2010). Obtención de conidios de aislamiento MA-002 de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin mediante una alternativa de cultivo bifásico. *Revista Protección Vegetal*, 25(3), 174-180. <https://revistas.censa.edu.cu/index.php/RPV/article/view/304>
- Barboza, D., Solórzano, J., & Paniagua, J. (2021). Optimización económica para el cultivo de papa, zanahoria y cebolla en Cartago, Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 34(4), 174-180. <https://doi.org/10.18845/tm.v34i4.5184>
- Bayer. (s. f.). *Solución para papa*. Agro-Bayer. Recuperado el 25 de septiembre de 2023 de <https://www.agro.bayer.cr/es-cr/cultivos/papa.html>
- Caravaca Vega, P. (2023, 23 de agosto). *Análisis y monitoreo de mercados. Papa* (Boletín n.º 02). Consejo Nacional de Producción. https://www.cnp.go.cr/sim/sector_agricola/R_T/raices_y_tuberculos/papa/2023/A_Papa_02_30-08-2023.pdf
- Chavarro-Mesa, E., Ceresini, P. C., Pereira, D. A. S., Vicentini, S., Silva, T., Ramos-Molina, L. M., Negrisoni, M. M., Schurt, D. A., & Vieira Júnior, J. R. (2020). A broad diversity survey of *Rhizoctonia* species from the Brazilian Amazon reveals the prevalence of *R. solani* AG-1 IA on signal grass and the new record of AG-1 IF on cowpea and soybeans. *Plant Pathology*, 69(3), 455-466. <https://doi.org/10.1111/ppa.13142>
- Ephytia. (s. f.-a). *Thanatephorus cucumeris Rhizoctonia solani*. Recuperado el 8 de septiembre de 2023 de <http://ephytia.inra.fr/es/C/7319/Berenjena-Thanatephorus-cucumeris-Rhizoctonia-solani>
- Ephytia. (s. f.-b). *Thanatephorus cucumeris (AB Frank) Donk (1956)*. Recuperado el 8 septiembre de 2023 de <http://ephytia.inra.fr/es/C/5010/Tomate-Thanatephorus-cucumeris-rhizoctonia>
- Flentje, N., Dodman, R., & Kerr, A. (1963). The Mechanism of Host Penetration by *Thanatephorus cucumeris*. *Australian Journal of Biological Sciences*, 16(4), 784-799. <https://doi.org/10.1071/bi9630784>
- Gasparotto, L., Kano, C., Ceresini, P., Pereira, J., Cardoso, M., Pereira, D., & Castroagudín, V. (2017). Web blight (*Thanatephorus cucumeris*): a new disease on leaves of okra plants. *Arquivos do Instituto Biológico*, 84, Artículo e0252016. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000252016>

- González García, V., Portal Onco, M. A., & Rubio Susan, V. (2006). Review. Biology and systematics of the form genus *Rhizoctonia*. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 4(1), 55-79. <https://doi.org/10.5424/sjar/2006041-178>
- Huamán Cruz, A., & Montalvo Valencia, Y. (2019). *Caracterización morfológica de los hongos aislados desde la “mancha marrón” de la naranja (Citrus sinensis L.) variedad Washington Navel, en Kiteni, Cusco* [Tesis de licenciatura, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. Repositorio Institucional Digital UCSS. <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/689>
- Instituto Meteorológico Nacional. (s. f.). *Condiciones actuales del tiempo: Estación automática de CATIE, Turrialba, Cartago*. Recuperado el 13 de octubre de 2023 de <https://www.imn.ac.cr/especial/estacionCatie.html>
- Invesa. (2020). *Rhizoctoniasis*. Recuperado el 8 septiembre de 2023 de <https://www.invesa.com/product/rhizoctoniasis/?srsltid=AfmBOopRKYTu8uQmdpRN6RXh57ksR-FfxakZwTfnG6k72tI0P24gdNXa>
- Jaradat, Z., Aldakil, H., Tadros, M., Alboom, M., & Khataybeh, B. (2023). *Rhizoctonia solani* AG-3PT is the major pathogen associated with potato stem canker and black scurf in Jordan. *AIMS Agriculture and Food*, 8(1), 119-136. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2023006>
- Lima, L. R. L., Damasceno-Silva, K. J., Noronha, M. A., Schurt, D. A., & Rocha, M. M. (2017). Diallel crosses for resistance to *Macrophomina phaseolina* and *Thanatephorus cucumeris* on cowpea. *Genetics and Molecular Research*, 16(3), Artículo gmr16039804. <https://www.geneticsmr.org/articles/diallel-crosses-for-resistance-to-macrophomina-phaseolina-and-thanatephorus-cucumeris-on-cowpea-7471.html>
- Manoj, K., Jaywant, K. S., Sanjeev, K. & Anil, K. (2017). A comprehensive overview on black scurf of potato. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(10), 4981-4994. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.610.472>
- Martínez Fernández, J. (2003). *Manejo de aislamientos de Rhizoctonia solani y evaluación de la resistencia a mustia hilachosa en frijol* [Tesis de licenciatura no publicada]. Universidad Zamorano.
- Mercado Cárdenas, G. E., Galván, M. Z., Barrera, V. A., Rodríguez, M., Carmona, M. A., March, G., Ramallo, A., & Shew, H. D. (2015). Identificación molecular y patogenicidad de *Rhizoctonia* spp. de zonas de cultivo de tabaco en el noroeste de Argentina. *Tropical Plant Pathology*, 40, 160-168. <https://doi.org/10.1007/s40858-015-0035-7>
- Mehi, L., Yadav, S., Chaudhary, S., Sharma, S., & Kumar, M. (2024). *Morphological and pathological variability of intra-field Rhizoctonia solani isolates in a rice-potato rotation and their sensitivity to fungicides*. *Potato Research*, 68, 503-530. <https://doi.org/10.1007/s11540-024-09746-9>
- Rioux, R., Manmathan, H., Singh, P., Reyes, B., Jia, Y., & Tavantzis, S. (2011). Comparative analysis of putative pathogenesis-related gene expression in two *Rhizoctonia solani* pathosystems. *Current Genetics*, 57(6), 391-408. <https://doi.org/10.1007/s00294-011-0353-3>
- Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas. (s. f.). *Rhizoctonia solani*. Recuperado el 17 de noviembre de 2023 de <https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/rhizoctonia-solani>
- Sun, M., Wang, H., Ye, G., Zhang, S., Li, Z., Cai, L., & Wang, F. (2024). Biological characteristics and metabolic phenotypes of different anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* strains. *BMC Microbiology*, 24(1), Artículo 217. <https://doi.org/10.1186/s12866-024-03363-9>

- Taylor, D., & McCormick, M. (2008). Internal transcribed spacer primers and sequences for improved characterization of basidiomycetous orchid mycorrhizas. *New Phytologist*, 177(4), 1020-1033. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2007.02320.x>
- Vieira Blanco, Á. J., Oliveira Costa, M., do Nascimento Silva, R., Suzart de Albuquerque, F., de Oliveira Melo, A. T., Cardoso Lopes, F. A., Stecca Steindorff, A., Tadeu Barbosa, E., Ulhoa, C. J., & Lobo Junior, M. (2018). Diversity and pathogenicity of rhizoctonia species from the Brazilian Cerrado. *Plant Disease*, 102(4), 773-781. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-17-0721-RE>
- Vignola, R., Watler, W., Vargas Céspedes, A., & Morales, M. (2017). *Ficha técnica: Cultivo de papa*. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8214.pdf>
- Wang, M., Zhao, L., Luo, L., Yan, Y., He, Y. Li, C, Deng, Y. & Yang, G. (2026). Influence of different host plants on the sporulation of *Thanatephorus cucumeris* anastomosis group 3. *Phytopathology*, 116(1), 63-70. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-02-25-0086-R>
- Warcup, J. (1991). The *Rhizoctonia* endophytes of *Rhizanthella* (Orchidaceae). *Mycological Research*, 95(6), 656-659. [https://doi.org/10.1016/S0953-7562\(09\)80811-3](https://doi.org/10.1016/S0953-7562(09)80811-3)

Manuscrito aceptado