



FICHA TÉCNICA

No. 09 / IE-DO /CNRF

Créditos: portalfruticola.com

Pythium sp., Fusarium sp., y Rhizoctonia sp.

Damping-off en cultivo de amaranto

1ª Edición

Junio, 2023



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



SENASICA
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD,
INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

DAMPING OFF

¿QUÉ ES?

El damping-off o mal del talluelo es una enfermedad común que ataca diversos cultivos en las fases iniciales de la siembra; precisamente, durante el proceso de germinación. No existe un solo agente causal, pues puede ser uno o varios microorganismos, principalmente hongos de los géneros *Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp. y *Fusarium* spp. (Noelting et al., 2004; Fuentes et al., S/A).

¿CÓMO LO RECONOZCO?

El damping-off puede ocurrir si las plántulas se riegan en exceso y el cultivo permanece húmedo por mucho tiempo, las principales características son: poca o nula emergencia de plántulas; plántulas marchitas, a menudo con una lesión en el tallo (Figura 1), con apariencia húmeda u oscura, necrótica y hundida en la línea del suelo (Mercure, 1998). Las hojas jóvenes se observan marchitas, raíces ausentes o atrofiadas y descoloridas (Kim et al., 2020).

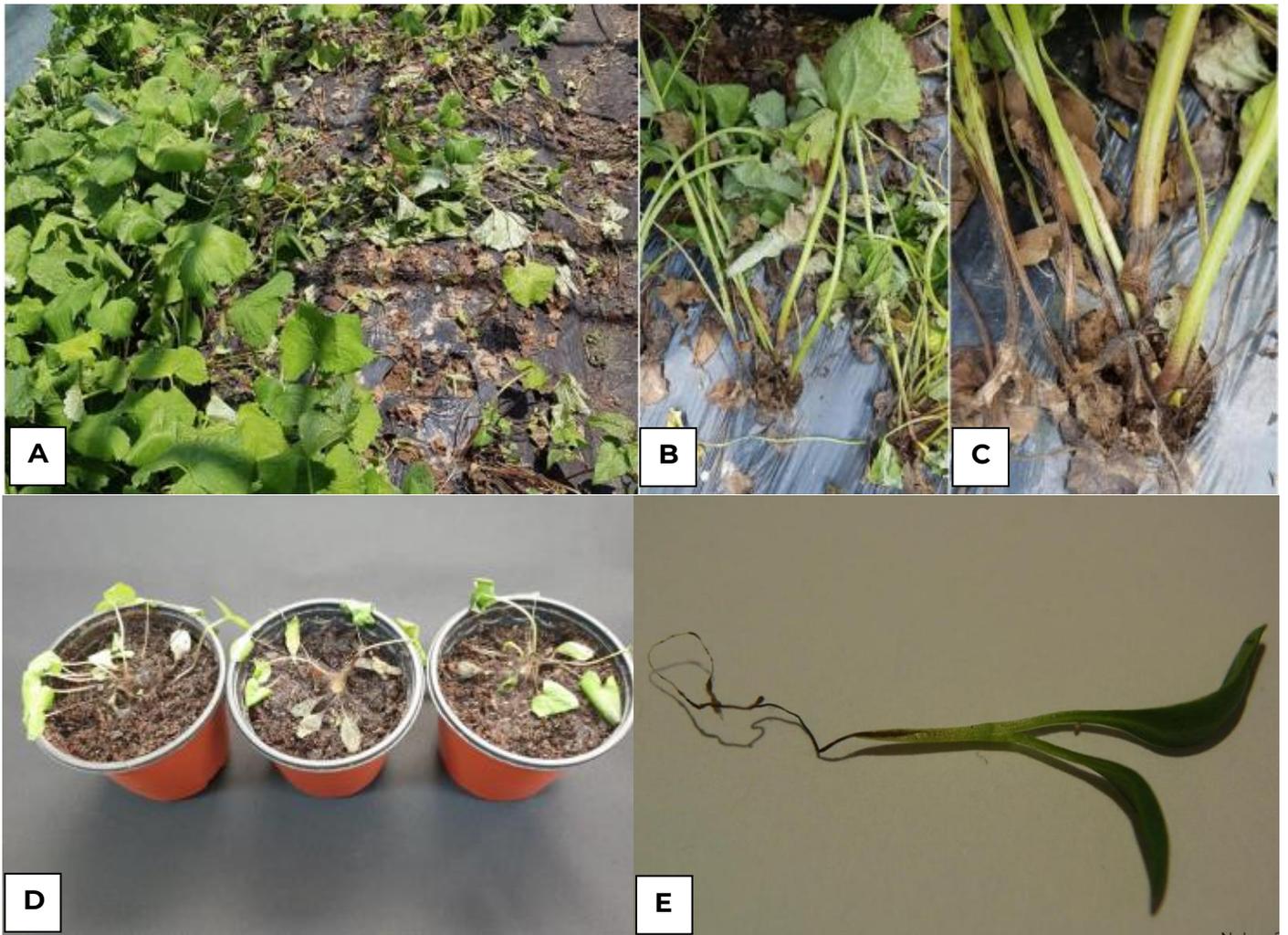


Figura 1. A-D) Síntomas de damping-off en plantas de amaranto. E) Plántula con signos de damping-off en la base del tallo. Créditos: Kim et al., 2020; Moon et al., 2021.

¿CÓMO LO BUSCO?

La enfermedad afecta principalmente a las plántulas; se puede dar tanto en campo (siembra directa) como en semilleros. Se presenta en condiciones relativamente húmedas. La capacidad infectiva de los hongos fitopatógenos causantes de la enfermedad está determinada por la temperatura del suelo, en este sentido, *Pythium* sp. se desarrolla en suelos cálidos; por el contrario, *Fusarium* sp. prefiere suelos fríos; finalmente, *Rhizoctonia* sp. puede desarrollarse tanto en suelos fríos como cálidos. Por otra parte, la poca luz, el riego excesivo y la salinidad alta debida a la fertilización excesiva, están asociados con una mayor amortiguación (University of Minnesota, 2023).

Las estructuras reproductivas de estos patógenos pueden permanecer por varios ciclos en el suelo o restos de plantas infectadas (Naito, 1996; Dixon y Tilston, 2010; Koike *et al.*, 2020). Las esporas pueden ser arrastradas y transportadas por insectos, salpicadura de agua durante el riego, herramientas contaminadas o utensilios de riego, movimiento del suelo, residuos de cultivos infectados durante la preparación de la tierra, mediante el uso de materiales de plantación infectados y/o personal de trabajo (Mwaniki *et al.*, 2011; Lamichane *et al.*, 2017; University of Minnesota, 2023).

DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

Las especies de *Pythium* son cosmopolitas, ampliamente distribuidas en todo el mundo, que van desde regiones tropicales a templadas (Plaats-

Niterink, 1981) e incluso regiones árticas (Hoshino *et al.*, 1999) y antárticas (Knox y Paterson, 1973). Especies de *Pythium* se reportan en **África:** Argelia, Egipto, Eritrea, Sudáfrica. **Asia:** Indonesia, Irán, Israel, Japón, Nepal, Turquía, Vietnam. **Europa:** Chipre, Finlandia, Alemania, Irlanda, Italia, Portugal, España, Suecia. **América del Norte:** Canadá (Columbia Británica), México, Puerto Rico, Estados Unidos (Florida, Georgia, Maryland, Oregón), **Oceanía:** Australia (Nueva Gales del Sur, Queensland, Sur de Australia, Victoria, El oeste de Australia) [CABI, 2022a].

El género de hongos filamentosos *Fusarium* tienen una distribución mundial de al menos 300 especies/complejos filogenéticamente distintos (O'Donnell *et al.*, 2015). Especies de *Fusarium* se reportan en **África:** Argelia, Egipto, Etiopía, Ghana, Kenia, Libia, Nigeria, Sudán, Uganda. **Asia:** Bangladesh, China (Guangxi, Henán, Jilín, Ningxia y Shaanxi), India (Himachal Pradesh, Maharashtra, Punjab, Tamil Nadu, Uttar Pradesh y el Oeste de Bengala), Irán, Irak, Malasia, Pakistán, Siria, Taiwán, Turquía, Vietnam. **Europa:** Austria, Bulgaria, República Checa, Francia, Italia (Sicilia), Rumania, Serbia, España, Suecia y Suiza. **América del Norte:** Canadá (Alberta, Columbia Británica, Manitoba, Québec y Saskatchewan), México, Puerto Rico, Estados Unidos (California, Florida, Georgia, Idaho, Minnesota, Misuri y Washington). **Oceanía:** Australia (Queensland, Sur de Australia, Victoria y El Oeste de Australia) y Nueva Zelanda. **Sudamérica:** Brasil (Espíritu Santo y Santa Catarina) [CABI, 2022b].



Las especies de *Rhizoctonia* son hongos del suelo con una amplia distribución mundial (Rinehart et al. 2007). Especies de *Rhizoctonia* se reportan en **África:** Argelia. **Asia:** Azerbaiyán, China (Beijing, Mongolia interior, Jilín y Yunnan), India, Irán, Japón (Hokkaidō), Pakistán, Siria, Turquía, Vietnam. **Europa:** Italia (Sicilia) y España. **América del Norte:** Canadá (Columbia Británica y Saskatchewan), México, Puerto Rico, Estados Unidos (Florida, Georgia, Idaho y Montana). **Oceanía:** Australia (Nueva Gales del Sur, Sur de Australia, Victoria y El Oeste de Australia). **Sudamérica:** Argentina y Chile (CABI, 2022c).

IMPACTO ECONÓMICO

Las pérdidas económicas debido al damping-off pueden dividirse en: pérdidas por costos directos, debido a los daños en semillas o plántulas; y pérdidas por costos indirectos, que consiste en el valor adicional de las replantaciones y los menores rendimientos, por el retraso del cultivo a causa del escalonamiento de la siembra (Babadoost e Islam, 2003; Bacharis et al., 2010; Horst, 2013).

En colza y canola, *R. solani* alcanza una severidad de hasta un 80-100%, así como una pérdida de rendimiento final de hasta un 30% (Kataria y Verma, 1992). En arroz se llegan a presentar severidades del 50-66%, lo que provoca una reducción del rendimiento del 5 al 15% (Annou et al., 2005), que puede llegar hasta un 20% cuando se desarrollan epidemias en las que se infecte la parte aérea de las plantas (He et al., 1991; Tan et al., 1995).

Para el caso del amaranto, se estima que el damping-off presenta una incidencia de la enfermedad de hasta 30% (Kim et al., 2020), siendo más significativo el daño en regiones más cálidas (CABI, 2023), donde especies más agresivas como *Pythium myriotylum* ocasiona pérdidas económicas importantes, en especial si no se realizan las medidas de manejo oportunas y adecuadas (López et al., 2018).

TECNOLOGÍAS DISPONIBLES PARA SU DIAGNÓSTICO O IDENTIFICACIÓN

La identificación de estos patógenos se realiza mediante técnicas de identificación morfológica y técnicas de diagnóstico molecular.

La identificación de *Fusarium* mediante pruebas moleculares, se basa en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) con los iniciadores específicos PCR convencional, o cuantitativa (PCR en tiempo real), amplificación isotérmica mediada por bucle (LAMP), fragmentos de restricción de longitud polimórfica (RFLP), secuenciación y filogenia (Debbi et al., 2018).

La identificación de especies del género *Pythium* sp. está basada en características morfológicas (Van der Plaats-Niterink, 1981; Martín, 2009). Sin embargo, debido a la gran variación de características morfológicas dentro del género y el hecho de que estas características son compartidas entre especies, así como la ausencia de estructuras que permiten la identificación de ciertas especies o aislamientos, dificulta en gran medida la identificación de este oomicete; por lo

tanto, la caracterización morfológica debe complementarse con el diagnóstico molecular. El análisis de las secuencias ITS del ADN ribosomal (ADNr) ayuda a simplificar la clasificación de los aislamientos a nivel de especie. Dicha región del ADNr es la más usada en estudios del género *Pythium*, ya que presenta gran variabilidad y existe la disponibilidad de iniciadores desarrollados por White *et al.* (1990) para su amplificación mediante la técnica de PCR (Lee *et al.*, 1993). El uso de caracteres moleculares es especialmente importante para aislamientos que no forman estructuras como oosporas y, por lo tanto, no pueden ser clasificados morfológicamente a nivel de especie (Lévesque y De Cock, 2004).

La determinación de *R. solani* se lleva a cabo empleando técnicas morfológicas y diagnóstico molecular: PCR, análisis mediante secuencia del Gen ITS-ADNr, PCR en tiempo real, hibridación ADN-ADN, técnicas de huellas dactilares de PCR, hibridación cruzada basada en UP-PCR, región amplificada caracterizada por secuencia (SCAR's), enfoque basado en la secuencia de ADN (Patil y Solanki, 2016; Basbagci *et al.*, 2019).

MEDIDAS PREVENTIVAS

En áreas donde no se ha detectado la enfermedad se recomienda:

1. Utilizar semilla sana procedente de semilleros o terrenos libres de plagas y enfermedades.

2. En almacigo, desinfectar la semilla con hipoclorito de sodio al 1% durante 1 min.
3. En almacigo, aplicaciones de propamocarb + fosetil y carbendazima a la raíz de las plantas reducen la presencia de la enfermedad.
4. Monitorear la presencia de síntomas, poniendo especial atención a plantas con retraso del crecimiento, marchitamiento y coloración amarillenta.
5. Cuida los niveles de humedad en el almacigo o en el campo, ya que esto propicia la presencia de la enfermedad.
6. Si la siembra es directa, establecer el cultivo en suelos bien drenados y aireados.
7. Evite el riego excesivo, fertilización excesiva y la siembra demasiado profunda.

MEDIDAS SUSTENTABLE EN ÁREAS CON PRESENCIA

La propagación de la enfermedad se puede mitigar mediante la detección temprana y la eliminación de las plantas afectadas. Para el manejo del damping-off en el cultivo de amaranto, se recomiendan las siguientes medidas de manejo (López-Hernandez, 2014):

- Utilizar semilla sana procedente de semilleros o terrenos libres de plagas y enfermedades.
- El suelo donde anteriormente se ha detectado la enfermedad, la solarización puede reducir los niveles de inóculo.
- Mantener buena humedad del suelo. Suelos bien drenados y aireados, presentan menor

incidencia de la enfermedad, mejoran el desarrollo radicular y la actividad microbiana.

- Sembrar a una densidad adecuada que permita la ventilación entre plantas (de 120 mil a 200 mil plantas por hectárea).
- Evitar la siembra demasiado profunda (a una profundidad de 1 a 2 cm).
- Sembrar en surcos para facilitar el manejo de la enfermedad (Distancia de 70 a 80 cm entre surcos).
- Evitar riegos pesados y exceso de humedad en el suelo.
- Mantener una buena nutrición de la planta.
- Eliminar plantas enfermas.
- No transportar suelo ni material vegetal infectado a zonas libres de la enfermedad, limpiar zapatos, herramientas y maquinaria utilizada en la plantación.
- Evitar usar herramientas que hayan estado en contacto con plantas enfermas en plantas sanas.
- Desinfectar herramienta, equipo y maquinaria con hipoclorito de sodio al 3%.
- Incorporar agentes de control biológico a la semilla, como *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis* y hongos del género *Trichoderma* spp., a fin de reducir la incidencia del patógeno sobre el cultivo.
- Aplicar en drench, si se cuenta con sistema de riego por goteo, un fungicida como propamocarb + fosetil, carbendazima, azoxystrobin y metalaxyl utilizados para el manejo de Damping off (Estrada et al., 2009;

Nieto, 1989; López, 2014; Velásquez-Valle et al., 2013; Hildebrand, 1985).

- Realizar monitoreos en guarda griega para detectar plantas con síntomas.

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD

Posterior a la detección positiva, se recomiendan las siguientes medidas de protección, para evitar la diseminación de la enfermedad:

1. Controlar el ingreso y salida de personal, así como de vehículos, maquinaria o implementos agrícolas; desinfectar toda la herramienta e implementos utilizados durante las tareas agrícolas.
2. Lavar y desinfectar herramientas y equipo, así como de vehículos y maquinaria que ingrese al cultivo.
3. El personal encargado de realizar estas actividades deberá portar calzado limpio.
4. Queda prohibido el movimiento de material vegetal y/o suelo infectado desde la zona con detecciones de síntomas a otras zonas sin presencia de la enfermedad.

LITERATURA CITADA

- Annou, M. M., Wailes, E. J., & Thomsen, M. R. (2005).** A dynamic decision model of technology adoption under uncertainty: case of herbicide-resistant rice. *Journal of agricultural and applied economics*, 37(1), 161-172.
- Babadoost, M., & Islam, S. Z. (2003).** Fungicide seed treatment effects on seedling damping-off of

pumpkin caused by *Phytophthora capsici*. Plant disease, 87(1), 63-68.

Bacharis, C., Gouziotis, A., Kalogeropoulou, P., Koutita, O., Tzavella-Klonari, K., & Karaoglanidis, G. S. (2010). Characterization of *Rhizoctonia* spp. isolates associated with damping-off disease in cotton and tobacco seedlings in Greece. Plant disease, 94(11), 1314-1322.

Basbagci, G., Unal, F., Uysal, A., & Dolar, F. S. (2019). Identification and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* AG-4 causing root rot on chickpea in Turkey. Spanish Journal of Agricultural Research, 17(2), 1007.

CABI. 2022a. *Pythium*, CABI Compendium. CABI International. doi:10.1079/cabicompendium.46139

CABI. 2022b. *Fusarium*, CABI Compendium. CABI International. doi: 0.1079/cabicompendium.24607

CABI. 2022c. *Rhizoctonia*, CABI Compendium. CABI International. doi: 10.1079/cabicompendium.47193

CABI. 2023. Damping-off. En línea: <https://www-products.plantwise.org/knowledgebankbeta/data-sheet/46141> Fecha de consulta: junio de 2023.

Debbi, A., Bouregghda, H., Monte, E., & Hermosa, R. (2018). Distribution and genetic variability of *Fusarium oxysporum* associated with tomato diseases in Algeria and a biocontrol strategy with indigenous *Trichoderma* spp. Frontiers in microbiology, 9, 282.

Dixon, G. R., & Tilston, E. L. (Eds.). (2010). Soil-borne pathogens and their interactions with the soil environment. In: Dixon, G.R.; Tilston, E.L. (Eds) Soil microbiology and sustainable crop production. Ed. Springer. (Netherland): 197-271 pp.

Estrada Zúniga, R., Gonza Cusipuma, V. A., & Gutiérrez Galdos, J. L. (2009). Guía práctica: plagas y enfermedades del cultivo de kiwicha (*Amaranthus caudatus*).

Fuentes, W., Mollo, N., & Correa, W. (s/a). Plagas y enfermedades del cultivo del amaranto. Fundación PROIMPA.

He, Z. Q., He, M., & Mao, J. H. (1991). Influence of N, K fertilizers and planting density on severity and yield loss of rice sheath blight (*Pellicularia sasakii*). Acta Phytophologia Sinica, 21, 305-310.

Hildebrand, DM. (1985). Soil solar heating for control of damping-off fungi and weeds at the Colorado State Forest Service Nursery. Tree Planters' Notes, 36: 28-34.

Horst, R. K. 2013. Damping-off. Westcott's plant disease handbook. Springer Netherlands, Dordrecht. 177 p.

Hoshino, T., Tojo, M., Okada, G., Kanda, H., Ohgiya, S., & Ishizaki, K. (1999). A filamentous fungus, *Pythium ultimum* Trow var. *ultimum*, isolated from moribund moss colonies from Svalbard, Northern Islands of Norway. Polar Bioscience, 12, 68-75.

Kataria, H. R., & Verma, P. R. (1992). *Rhizoctonia solani* damping-off and root rot in oilseed rape and canola. Crop Protection, 11(1): 8-13. doi:10.1016/0261-2194(92)90072-d

Kim, W. G., Shim H. S., Lee, G. B., & Cho, W. D. (2020). Damping-off of edible Amaranth caused by *Rhizoctonia solani* AG-4. The Korean Journal of Mycology, 48(3): 325-328. En línea: <https://koreascience.kr/article/JAKO202030161585386.pdf>



- Knox, J. S., & Patterson, R. A. (1973).** The occurrence and distribution of some aquatic Phycomycetes on Ross Island and the Dry Valleys of Victoria Land, Antarctica. *Mycologia*, 65: 373-387.
- Koike, S. T., Wilen C. A, Raabe R. D, McCain A. H, & Grebus M. E. (2020).** Fusarium Wilt. En línea: <http://ipm.ucanr.edu/PMG/r280100811.html> Fecha de consulta: mayo de 2023.
- Lamichhane, J. R., Dürr C, Schwanck, A. A, Robin M. H, Sarthou, J. P, Cellier, V, Messéan, A., & Aubertot, J. N. (2017).** Integrated management of damping-off diseases. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37: 1-25. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0417-y>.
- Lee, I. M., Hammond, R., Davis, R. E., & Gundersen, D. E. (1993).** Universal amplification and analysis of pathogen 16s rDNA for classification and identification of mycoplasma-like organisms. *Phytopathology*, 83: 834-842.
- Lévesque, C. A., De, & Cock., A. W. A. M. (2004).** Molecular phylogeny and taxonomy of the genus *Pythium*. *Mycological Research*, 108: 1363-1383.
- López, H. V. (2014).** Guía para la producción de amaranto en el Estado de México. En línea: <https://icamex.edomex.gob.mx/sites/icamex.edomex.gob.mx/files/files/publicaciones/2014/AMARANTO.pdf>
- Lopez, P., Sanahuja, G., Suarez, S. N., & Palmateer, A. J. (2018).** First report of *Pythium myriotylum* causing damping-off of *Amaranthus tricolor* in Florida. *Plant Disease*, 102(4), 828-828.
- Martín, F. (2009).** *Pythium* Genetics, In: oomycete genetics and genomics: diversity, interactions, and research tools. Lamour, K. and Kamoun, S. (eds.). Wiley Blackwell. Estados Unidos de América, 213-239 pp.
- López-Hernandez, V. (2014).** Guía para la producción de amaranto en el Estado de México. En línea: <https://icamex.edomex.gob.mx/sites/icamex.edomex.gob.mx/files/files/publicaciones/2014/AMARANTO.pdf>
- Mercure, PS. (1998).** Ahogamiento o "Damping-off" en Plántulas Ornamentales y Vegetales. UCONN (College of agriculture, Health and Natural resources).
- Moon, Y. G., Park, K. J., & Kim, W. G. (2021).** Damping-off of Fischer's Ragwort Caused by *Rhizoctonia solani* AG-2-2 (IIIB). *The Korean Journal of Mycology*, 49(3), 413-416.
- Mwaniki, P. K., Abang, M. M., Wagara, I. N., Wolukau, J. N., & Schroers, H. J. (2011).** Morphology, pathogenicity and molecular identification of *Fusarium* spp. from wilting eggplants in Tanzania. In African Crop Science Conference Proceedings (Vol. 10, pp. 217-221).
- Naito, S. (1996).** Basidiospore dispersal and survival. In: Sneha B, Jabaji-Hare S, Neate S, Dijst G (eds) *Rhizoctonia* species: taxonomy, molecular biology, ecology, pathology and disease control. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 197-205.
- Nieto, C. (1989).** El cultivo de amaranto *Amaranthus* spp., una alternativa agronómica para Ecuador.
- Noelting, M. C., Sandoval, M. C., Abbiati, N. N. (2004).** Determinación de microorganismos fúngicos en semillas de Amaranto (*Amaranthus* spp.) mediante diferentes métodos de análisis. *Revista Peruana de Biología*, 11(2): 169-178.

O'Donnell, K., & Ward, T. J. (2015). Robert VARG, Crous PW, Geiser DM, Kang S. DNA sequence-based identification of *Fusarium*: current status and future directions. *Phytoparasitica*, 43, 583-595.

Patil, H. J., & Solanki, M. K. (2016). Molecular prospecting: advancement in diagnosis and control of *Rhizoctonia solani* diseases in plants. *Current trends in plant disease diagnostics and management practices*, 165-185. Doi: 10.1007/978-3-319-27312-9_6.

Plaats-Niterink AJ, Van der. 1981. Monograph of the genus *Pythium*. *Studies in Mycology*, 21: 1-242.

Rinehart TA, Copes WE, Toda T, Cubeta MA. 2007. Genetic characterization of binucleate *Rhizoctonia* species causing Web blight on azalea in Mississippi and Alabama. *Plant Disease*, 91: 616-623.

Tan, W. Z., Zhang, L. G., Tian, Y. H. (1995). Analysis of yield losses of rice induced by sheath blight. *In*: Tan W Z, ed, *Recent Research Achievements of Young Mycologists in China*. Southwest Normal University and Chinese Society for Mycology, Chongqing. 161-165 pp.

University of Minnesota. (2023). How to prevent seedling damping off. En línea: <https://extension.umn.edu/solve-problem/how-prevent-seedling-damping> Fecha de consulta: mayo de 2023.

Van Der Plaats-Niterink J. (1981). Monograph of the genus *Pythium*. *Studies in Mycology*, 21: 244 p.

Velásquez Valle R., Reveles Torres, L. R., Reveles Hernández, M. (2013). Manejo de las principales enfermedades del chile para secado en el norte centro de México.

White, T. J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. *In*: PCR protocols: a guide to methods and applications. Innis MA.; Gelfand DH; Sninsky JJ, and White TJ. (eds.). Academic Press. Estados Unidos de América. 315-322 pp.

Forma recomendada de citar:

DGSV-DCNRF. 2023. Damping-off. (*Pythium* sp., *Fusarium* sp. y *Rhizoctonia* sp.). Sader-Senasica. Dirección General de Sanidad Vegetal-Dirección del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha Técnica. Tecámac, Estado de México. 8 p.

Nota: Las imágenes contenidas son utilizadas únicamente con fines ilustrativos e informativos, las cuáles han sido tomadas de diferentes fuentes otorgando los créditos correspondientes.



DIRECTORIO

Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural

Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula

Director en Jefe del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y
Calidad Agroalimentaria

Ing. Francisco Javier Calderón Elizalde

Director General de Sanidad Vegetal

M.B. Francisco Ramírez y Ramírez

Director del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria

M.C. Guillermo Santiago Martínez

© 2023 Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria

<https://www.gob.mx/senasica>

Este documento fue elaborado por la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica), no está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la DGSV.