

Marchitez por *Verticillium*

La enfermedad está presente en todas las zonas productoras de papa del mundo (Rich, 1989), pero tiene mayor incidencia en las zonas desérticas como es el caso de Israel y/o en campos de cultivo con humedad deficiente. En el Perú, la enfermedad se encuentra distribuida en una diversidad de suelos y climas, desde el nivel del mar hasta los 4000 m de altitud. La incidencia en algunos casos llega hasta un 60% (Malamud, 1989) y en otros hasta un 70% (Torres y Gutierrez, 1981). Además, según Malamud (1989), la enfermedad ocasiona pérdidas en los rendimientos entre 25 y 46%.

Interacción con otros patógenos

Los síntomas de la enfermedad son más severos cuando hay interacción con otros patógenos: a) Hongos como *Rhizoctonia*, *Fusarium* y *Colletotrichum* (Guttestad *et al.*, 1977); b) Nematodos como *Pratylenchus* (Kotkon and Rouse, 1984; Riedel and Rowe 1985), *Meloidogyne* (Krikun and Orion, 1978) y *Globodera* (Franco y Bendezú, 1985) y c) Bacterias como *Erwinia* (Rahimian and Mitchell) 1984.

Síntomas

Marchitez.- En condiciones de campo, la marchitez es más conspicua en los días de sol o en períodos de sequía, sin embargo, la incidencia depende también de la precocidad de las variedades de papa, nivel de infestación del suelo e interacción de *Verticillium* con otros patógenos (Figura 1).

Bajo condiciones controladas (en invernadero), las plantas que desarrollaron en suelos infestados mostraron marchitez a partir de los 40 días después de la siembra. La marchitez se presentó en forma unilateral con una clorosis y/o amarillamiento de las hojas del tercio inferior de la planta (Figura 2).

La marchitez unilateral y/o amarillamiento se observan también en las hojas y consiste en que los folíolos de un lado de la hoja se marchitan o se ponen amarillentos y los del otro lado permanecen sanos (Figura 3). A medida que la



Figura 1. Marchitez y muerte temprana causados por *Verticillium* en un campo de papa en Cañete (Costa de Perú).



Figura 2. Planta Testigo (izquierda) y plantas con marchitez y clorosis desarrolladas en suelo infestado con *Verticillium dahliae*.



Figura 3. Hoja de una planta de papa desarrollada en suelo infestado con *V. dahliae*, mostrando en un lado, folíolos de color amarillo y en el otro, folíolos sanos.

marchitez avanza hacia el tercio superior, las hojas atacadas mueren, pero se mantienen colgadas del tallo.

Amarillamiento.- Algunas variedades y/o clones, muestran síntomas de amarillamiento que se inicia en las hojas del tercio inferior. En campos de cultivo afectados, se observan plantas sanas de un color verde normal, mientras que las plantas enfermas parecen cercanas a la senescencia natural. El amarillamiento unilateral de las hojas, se muestra sólo en plantas afectadas de algunos clones.

Muerte temprana.- Las plantas de variedades precoces mueren sin haber alcanzado su madurez fisiológica. En plantas inoculadas en el invernadero, la muerte ocurre entre 10 y 30 días antes de la senescencia natural, mientras que en las plantas de variedades tardías la muerte coincide con la senescencia natural (Figura 4).

Ennegrecimiento de tallos muertos.- Los tallos de las plantas muertas se vuelven negros por la formación de micelio de descanso que caracteriza a la especie *Verticillium alboatrum*; y/o de color grisáceo, por la formación de microesclerocios propios de la especie *V. dahliae* (Figura 5). Los microesclerocios observados al microscopio, se muestran como puntos de color negro localizados en las porciones de tejido de los tallos muertos.

Decoloración de los haces vasculares.- Los haces vasculares de los tallos afectados muestran un color marrón oscuro, en cambio, el

anillo vascular de los tubérculos muestran un color amarillo intenso. Sin embargo, estos síntomas también pueden ser causados por otros patógenos como *Fusarium solani* f.sp. *eumartii*, pero en este último caso, los tubérculos afectados muestran el anillo vascular más ancho.

Tubérculos medianos o pequeños.- Las plantas afectadas producen tubérculos pequeños y esto ocurre como consecuencia de la muerte temprana de las plantas (Figuras 6 y 7). Las pérdidas que se producen en el campo están relacionadas con el peso de los tubérculos, pero no por el número de éstos; por esta razón algunos agricultores no se dan cuenta de las pérdidas que ocasiona la enfermedad.

Brotos encorvados.- Este síntoma es producido por la especie *V. nubilum*. Los brotes afectados se muestran encorvados y algo retorcidos en la



Figura 6. Planta sana y planta con síntomas de muerte temprana.



Figura 4. Planta testigo (izquierda) y planta desarrollada en suelo infestado con *V. dahliae* (derecha) mostrando muerte temprana y hojas muertas colgadas del tallo.



Figura 5. Tallo muerto (izquierda) de color grisáceo, debido al desarrollo de microesclerocios de *V. dahliae* y tallo sano (derecha).



Figura 7. Tubérculos obtenidos de planta sana y tubérculos de planta con muerte temprana.

porción de tallo que se une con el tubérculo semilla. (Pith *et al.*, 1964).

Hospedantes

Verticillium alboatrum y *V. dahliae* afectan a un amplio rango de plantas dicotiledóneas, incluyendo árboles y plantas herbáceas. *V. dahliae*, afecta 50 especies de plantas en 23 familias (Rich, 1981). Las malezas que se encuentran dentro de un campo de cultivo son también atacadas por *V. dahliae*, algunas de las cuales, no muestran síntomas (Vargas Machuca *et al.*, 1986).

Agente causal

El género *Verticillium* se caracteriza por tener conidioforos con fiálides verticilados, ubicados al rededor de los nódulos de los conidioforos (Figura 8).

Especies de *Verticillium*.- La enfermedad es causada por dos especies importantes: *Verticillium alboatrum* Reinke & Berth. y *V. dahliae* Kleb. Estas especies se encuentran en las zonas de cultivo de papa del Perú y en muchos países del mundo (Torres, 1995, Hawksworth and Talboys, 1970a y b).

Las diferencias entre estas dos especies son las siguientes: *V. alboatrum* forma micelio de descanso, no forma microesclerocios, es más patogénico, fácil de controlar y está presente en lugares húmedos y fríos (16 a 27°C). En cambio, *V. dahliae* forma microesclerocios, no forma micelio de descanso, es menos patogénico, difícil de controlar sobre todo cuando los microesclerocios se establecen en el suelo y está presente en suelos de lugares más cálidos (22 a 27°C) (Figura 9).

Otras especies que atacan con menor severidad a la papa son : *V. tricorpus* (las colonias de este hongo en medio de cultivo PDA son postradas y de un color amarillo anaranjado), *V. nubilum* (forma clamidosporas globosas) y *V. nigrescens* (forma clamidosporas abundantes). Hawksworth and Talboys, (1970c, d y e).

Epidemiología

El hongo está presente en el suelo y en el medio ambiente. Es transportado en el anillo vascular de los tubérculos, pero, afortunadamente esto se produce sólo en un 10 a 12% de los tubérculos. Las conidias que se encuentran presentes en las

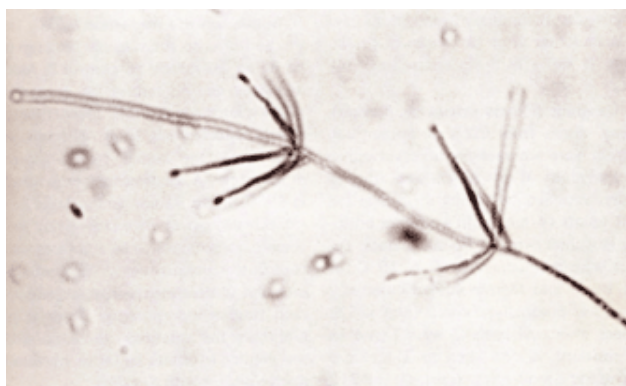


Figura 8. Conidioforo y phiálides de *V. dahliae*.

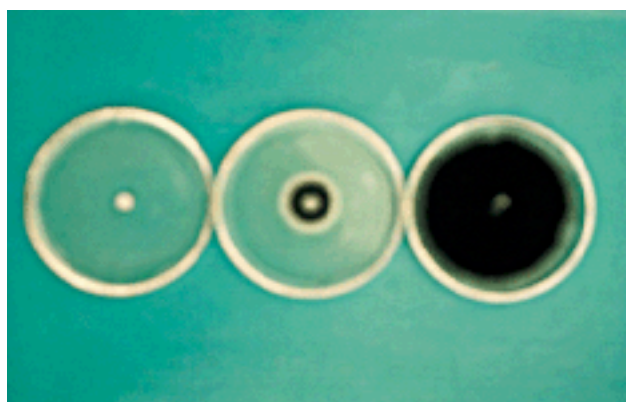


Figura 9. Microesclerocios de *V. dahliae* formados en medio de cultivo PDA, observados al microscopio compuesto.

yemas (ojos) y/o en la tierra adherida a la superficie de los tubérculos, constituyen la fuente más importante de inóculo y diseminación del hongo. Estas conidias germinan e ingresan por las raíces de las nuevas plantas y ocasionan los síntomas de marchitez a partir de los 40 días después de la siembra. El hongo se disemina también por el aire, por el agua de riego contaminada, por contacto de las raíces de una planta enferma con las de una planta sana y por el uso de herramientas o maquinaria que transportan pequeñas cantidades de tierra infestada hacia campos sanos.

Control

Prácticas culturales.- Para controlar la marchitez por *Verticillium* se recomiendan las siguientes prácticas culturales:

- Usar como semilla tubérculos sanos procedentes de campos no infestados.
- En suelos fuertemente infestados con *V. dahliae*, sembrar pastos o cereales durante 4 a 5 años. Estos cultivos no son afectados por la enfermedad.

- Incorporar al suelo, abonos verdes como plantas de maíz en desarrollo.
- Mantener los campos de cultivo libres de malezas porque muchas de éstas son hospedantes del hongo.

Varietades resistentes.- Utilizar variedades de papa de período vegetativo largo (de 5 a 6 meses). Las variedades tardías, como las variedades nativas Huayro y mejoradas Yungay del Perú son resistentes a la enfermedad, en cambio, las variedades precoces son muy susceptibles.

Control químico.- El control químico consiste en la:

- **Desinfección de tubérculos.-** Se recomienda desinfectar los tubérculos, primero con una solución de hipoclorito de sodio (ClO₂) al 1%, dejarlos que se sequen al medio ambiente y luego sumergirlos en una solución de benomil al 3/1000. La desinfección con hipoclorito de sodio elimina todas las conidias del hongo que se encuentran en las yemas o en las partículas de tierra adherida a los tubérculos.
- **Fumigación de suelos infestados.-** La fumigación de suelos (con metano de sodio) es una práctica común en los países desarrollados. Los agricultores de países como EUA utilizan este producto especialmente para eliminar de los suelos infestados, la interacción de *V. dahliae* con el nematodo *Pratylenchus* sp. Desafortunadamente esta práctica que es eficiente, es muy costosa y no es utilizada en los países en desarrollo.

Referencias Bibliográficas

Franco, J. y E. Bendezú. 1985. Estudio del complejo *Verticillium dahliae* Kleb. y *Globodera pallida* Stone y su efecto en el comportamiento de algunos cultivares peruanos de papa. *Fitopatología* 20: 21-27.

Gudmestad, N.C.; T.T. Zink and V. Otazú. 1977. North Dakota Potato wilt survey. *N.D. Farm Res.* 35: 26-31.

Hawksworth, D.L. and P.W. Talboys. 1970a. *Verticillium alboatrum*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. N° 255, 2p.

Hawksworth, D.L. and P.W. Talboys. 1970b. *Verticillium dahliae*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. N° 256, 2p.

Hawksworth, D.L. and P.W. Talboys. 1970c. *Verticillium nigrescens*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. N° 257, 2p.

Hawksworth, D.L. and P.W. Talboys. 1970d. *Verticillium nubilum*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. N° 258, 2 p.

Hawksworth, D.L. and P.W. Talboys. 1970e. *Verticillium tricorpus*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. N° 260, 2p.

Kotkon, J.B. and D.I. Rouse. 1984. Root deterioration in the potato early dying syndrome. Causes and effects of root biomass reductions associated with colonization by *Verticillium dahliae*. *Am. Potato. J.* 61: 557-568.

Krikun, J. and D. Orion. 1978. *Verticillium* Wilt: Importance and Control. Pages 110-123 in: Report of the Planning Conference on Control of Important Fungal Diseases of Potato. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú.

Malamud, O.S. 1989. Research Progress on *Verticillium dahliae* Kleb. Pages 139-157 in: Fungal Diseases of the Potato. International Potato Center. Report of Planning Conference on Fungal Diseases of the Potato. Held at CIP, Lima, Peru. September 21-25, 1987.

Pith, D.; J.L. Hardie; T.D. Hall and D.C. Graham. 1964. The role of *Verticillium nubilum* Pehyb. in causing the coiled sprout disorder of potatoes. *Eur. Potato J.* 7: 194.

Rahimian, M.K. and J.E. Mitchell. 1984. Relationship of *Verticillium dahliae* and *Erwinia carotovora* sub. sp. *carotovora* in the early dying disease of potatoes. *Phytopathology* 74: 327-332.

Rich, A.E. 1981. *Verticillium* Wilt. Pages 62-63 in: Compendium of Potato Diseases. W.J. Hooker ed. American Phytopathological Society. St. Paul MN. USA. 125 p.

Riedel, R.M. and R.C. Rowe. 1985. Lesion nematode involvement in potato early dying disease. *Am. Potato J.* 62: 163-172.

Torres, H. y H. Gutierrez. 1981. *Verticillium dahliae* Kleb., identificación y síntomas que produce en seis variedades comerciales de papas peruanas. *Fitopatología* 16: 60-68.

Torres, H. 1995. Marchitez por *Verticillium*. Páginas 43-47 en: Control Integrado de las Principales Enfermedades Fungosas de la Papa. Memorias del Seminario Taller organizado por PROCIPA, INIA y CIP. Bellavista, Uruguay, 4-6 de octubre de 1993.

Vargas Machuca, R., C. Martin and W. Galíndez. 1987. Recovery of *Verticillium dahliae* from weed plant's in farmers field in Peru. *Plant Dis.* 71: 756-758.