

SECCION TECNICA

LA MADUREZ PREMATURA DE LA PAPA CAUSADA POR *Verticillium* spp. EN COLOMBIA

Luis Eduardo Nieto P.*

RESUMEN

Los hongos *Verticillium albo-atrum* y *V. dahliae* se han encontrado en las zonas de minifundio productoras de papa en Colombia causando maduración prematura y/o marchitez de las plantas. La presencia de la enfermedad es de carácter impredecible porque está directamente relacionada con la humedad y la temperatura. Durante los meses secos con temperaturas relativamente altas se manifiesta con síntomas de marchitez; en épocas de invierno con bajas temperaturas y alta humedad sólo se presenta un amarillamiento progresivo de las hojas de abajo hacia arriba. *V. albo-atrum* se transmite con los tubérculos semilla, tiene un número alto de plantas huéspedes y sobrevive en el suelo por menos de tres años. *V. dahliae* es de menos incidencia y patogenicidad, sus microesclerocios pueden persistir viables en el suelo por más de 20 años. Las principales medidas de control son: para *V. dahliae*, empleo de variedades tolerantes como ICA Tequendama y Parda Pastusa; para *V. albo-atrum*, semilla sana, rotación de cultivos y eliminación de malezas y residuos vegetales. No se conocen variedades resistentes.

Palabras Claves Adicionales: Papa, marchitez por *Verticillium*, control.

ABSTRACT

The Early-dying of Potato by *Verticillium* spp. in Colombia

The *Verticillium albo-atrum* and *V. dahliae* fungus were found to be causing potato wilt in Colombian small farms. The presence of this disease is somehow unpredictable due to its close relationship to the level of temperature and humidity at a given place. In fact, potato wilt symptoms appear during dry months with high temperatures and during rainy seasons with high humidity and low temperatures the presence of this disease is just characterized by a progressive ascending yellow color in the leaves starting at the bottom. *V. albo-atrum* is transmitted by tuber seeds, it has numerous host plants and survives in soil up to three years. *V. dahliae* has a lower incidence and pathogenicity and its microesclerotes survive in soils for more than twenty years. The *V. albo-atrum* basic control means are healthy seeds, crop rotation and eradication of weeds and residues of previous crops. In the case of *V. dahliae*

* Ingeniero Agrónomo M.S. Sección Fitopatología, ICA CNI Tibaitatá. A.A. 151123 El Dorado, Bogotá.

the recommendation is to sow tolerant varieties like "ICA Tequendama" and "Parda Pastusa".

Additional Index Words: Potato, *Verticillium* wilt, control measures.

Entre las especies de *Verticillium* patógenas a plantas cultivadas sobresalen, por su importancia económica, las denominadas *Verticillium albo-atrum* y *V. dahliae*, las cuales en la última década se han encontrado en zonas productoras de papa (*Solanum tuberosum* spp. andigena) en Colombia causando marchitez y/o maduración prematura de las plantas. Registros históricos de la enfermedad en países donde se ha presentado, indican que dichos hongos pueden causar mermas superiores al 50% en el rendimiento de las plantas (13). Por tratarse de una enfermedad que está directamente relacionada con el clima, su incidencia y severidad varían considerablemente de un semestre a otro y, posiblemente, en años anteriores ha causado pérdidas graves a los cultivadores, quienes por desconocimiento han atribuido los daños a efectos del clima, mala calidad del fertilizante o de la semilla, y a otras enfermedades y plagas.

Consciente de la importancia del problema, el Programa de Fitopatología del ICA en Tibaitatá durante los últimos cuatro años ha adelantado estudios tendientes a conocer la distribución, importancia y desarrollo de la enfermedad, las técnicas de manejo de los hongos que la causan y las posibilidades de detener o combatir el problema. El objeto de este artículo es presentar la distribución, síntomas, organismo causante y posibilidades de control de la enfermedad, utilizando para ello la experiencia y los resultados de las investigaciones realizadas en el país.

DISTRIBUCION E IMPORTANCIA ECONOMICA

Se ha observado que *Verticillium* afecta a todas las variedades de papa cultivadas en Colombia, pero no se tiene un estimativo confiable de las pérdidas que produce (14). La enfermedad ha causado confusión por la amplia gama de síntomas que exhibe, por lo cual puede pasar desaper-

cibida o confundirse con otros problemas, como la Rhizoctoniasis, los marchitamientos por *Fusarium* y bacterias, y aun con el efecto del exceso de calor y de la sequía. La aparición tardía de los síntomas hace que una alta infección de *Verticillium* pueda fácilmente enmascararse con los síntomas de otras enfermedades del follaje. En Nariño, en algunos semestres los síntomas de ataques severos del nematodo quiste *Globodera pallida*, son semejantes a los de *Verticillium* spp.; se diferencian por la flaccidez de los folíolos y la decoloración del tejido vascular, característica de ataque por el segundo.

OBSERVACIONES DE CAMPO

Observaciones efectuadas en Colombia coinciden con las de otros países en que la enfermedad es de comportamiento impredecible. Tubérculos de una cosecha que no mostraron prácticamente ninguna evidencia de infección durante el cultivo pueden producir en el período siguiente, plantas afectadas por *Verticillium*. Por el contrario, semilla de un cultivo severamente afectado puede producir un cultivo aparentemente sano. En este caso, si no se toman precauciones especiales, la semilla se puede sembrar en otro sitio y en condiciones apropiadas el hongo se manifiesta y se dispersa ampliamente. En algunos semestres en que las condiciones de humedad y temperatura son ideales para el cultivo, la enfermedad se presenta al finalizar el período vegetativo de las plantas. En otros semestres, en algunas plantas de papa uno o varios tallos mueren antes de la floración, adquieren un color negro característico y esporulan abundantemente.

Ayers y Hurst (1) señalaron las dificultades para tratar de estimar la presencia y severidad de la madurez prematura de la papa en el campo. Estos autores llegaron a la conclusión de que las epidemias más grandes se originan en la siembra de semilla contaminada en varias cosechas ante-

riores. Registraron pérdidas de 30% en infecciones ocurridas por semilla contaminada. *Verticillium* en papa ha causado pérdidas importantes en países como Estados Unidos, Canadá, Israel, Inglaterra, Francia, Holanda y otros (5, 7, 10, 13).

En Colombia, la estimación de pérdidas es difícil. El daño de *Verticillium* está siempre asociado con el de uno o más hongos del suelo tipo *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Rosellinia* sp., *Angiosorus solani* y *Spongospora subterranea*. Sin embargo, se ha observado que el máximo nivel de diseminación y severidad se encuentra en áreas de minifundio con mala fertilización y baja tecnología de cultivo, donde no se renueva la semilla. En estas áreas con rendimientos promedios de 8 a 10 t/ha de papa, no es factible estimar las pérdidas reales ocasionadas por *Verticillium* sp. En zonas de mejor manejo del cultivo se han calculado mermas en rendimiento cercanas al 50% por planta, a causa de la maduración prematura (9, 14).

Las zonas productoras de papa más afectadas y que presentan cultivos con casi el 100% de plantas afectadas, son las ubicadas en los departamentos de Nariño (municipios de Pasto, Túquerres, Guachucal y José María Hernández), Santander (Mutiscua, en sus veredas de San Agustín y Aventina) y Cundinamarca (municipios de Usme y Zipacón).

SINTOMAS

Los síntomas que ocasiona *Verticillium* en cultivos de papa cambian según las condiciones climáticas en Colombia. Normalmente la pérdida de color y el ligero amarillamiento de las plantas son atribuidos a factores ambientales adversos, pero la marchitez y muerte prematura de plantas aisladas en el campo rodeadas por otras aparentemente sanas, probablemente la produzca un organismo parásito como el *Verticillium* spp. (Figura 1).

Es muy frecuente encontrar uno o dos tallos afectados mientras el resto de la planta se ve sana, o el caso contrario, un tallo aparentemente sano y el resto muerto. Después de que el follaje se seca, los tallos pierden su color verde normal y mueren repentinamente. Más comúnmente los síntomas se desarrollan durante largo tiempo y la planta muere gradualmente (Figura 2).



FIGURA 1. Planta aislada de papa con síntomas de amarillamiento y marchitez ocasionada por *Verticillium* sp.



FIGURA 2. Planta de papa que maduró prematuramente a causa de *Verticillium* sp.

En condiciones de Cundinamarca y durante períodos normales de siembra (Febrero-Marzo), los primeros síntomas se presentan después de la floración y durante los días más calientes de Junio. En algunos semestres, los síntomas comienzan por una ligera flaccidez o caída de las puntas de los folíolos de las hojas bajas. A medida que avanza la enfermedad, la marchitez se hace más pronunciada, aparecen partes de los folíolos amarillos en forma irregular; más tarde se secan y mueren o cubren toda la hoja y asciende hasta la parte superior de la planta. Eventualmente, la enfermedad se pronuncia más en un lado de la hoja que en el opuesto o más en un lado del folíolo que en el otro (Figura 3). Las hojas mueren de la base hacia arriba, se secan y se arrugan contra el tallo. Un racimo de hojas puede sobrevivir en la punta de los tallos pero algunas veces la planta se marchita y muere prematuramente.



FIGURA 3. Hoja de papa con síntoma de amarillamiento y flaccidez de folíolos producidos por el hongo *Verticillium sp.*

Bajo condiciones frías y húmedas no hay signos de marchitez, sólo se presenta un amarillamiento progresivo de las hojas de abajo hacia arriba. En caso de usar semilla infectada, las plantas a menudo permanecen enanas con la mayor parte de las hojas enrolladas hacia arriba hasta que todo el follaje se seca, síntomas que en el campo se pueden confundir con los producidos por *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Erwinia* o daño mecánico.

Secciones de tallos de plantas afectadas muestran el anillo vascular de un color ladrillo que puede variar desde amarillo hasta pardo (Figura 4). Ocasionalmente, el hongo de color blanco grisáceo se desarrolla en la parte externa de la base del tallo, lo cual ayuda a diferenciar la enfermedad de otras que producen síntomas semejantes.

EN OTROS SEMESTRES, EN ALGUNAS

PLANTAS DE PAPA UNO O VARIOS

TALLOS MUEREN ANTES DE LA

FLORACION, ADQUIEREN UN COLOR

NEGRO CARACTERISTICO Y

ESPORULAN ABUNDANTEMENTE.



FIGURA 4. Tallos de papa que muestran tejido vascular (xilema) afectado como producto de infección con *Verticillium sp.*

Si la planta sobrevive hasta la floración, el hongo pasa al estolón y de éste a los tubérculos en formación; al cosecharlos, muestran varios grados de decoloración en el anillo vascular especialmente en el sitio de unión del estolón al tubérculo, pero esta decoloración no necesariamente es causada por *Verticillium* porque varios patógenos, entre ellos *Fusarium spp.*, pueden producir los mismos síntomas. Por el contrario, la ausencia de decoloración no garantiza que esté libre de *Verticillium*. Varios intentos por cuantificar porcentajes de contaminación de la semilla mediante aislamiento del anillo vascular afectado, prueban que no es posible determinar la presencia de *Verticillium* en tubérculos por el color y grado de infección vascular. El número de tubérculos de las variedades de papa comerciales en el país del cual se ha aislado *Fusarium spp.* es superior al 50% y las especies de este hongo ya sean saprofitas o patógenas que son de desarrollo rápido,

limitan el crecimiento de *Verticillium* spp. En algunas plantas altamente afectadas por *Verticillium* spp. y en algunas variedades, las raíces presentan coloración gris oscura casi negra, en su interior.

El efecto más importante de *V. albo-atrum* es la reducción en el rendimiento de tubérculos comerciales, que pueden variar considerablemente en el caso de plantas altamente afectadas. Plantas de semilla infectada pueden morir antes de formar algún tubérculo, o cuando sólo se han formado unos muy pequeños. *V. dahliae*, por el contrario, no se ha registrado causando muerte prematura de plantas; aparentemente en las variedades colombianas tan solo causa una maduración prematura de la papa, cuyos efectos en el rendimiento aún no se han cuantificado.

PLANTAS HUESPEDES

Las especies de *verticillium* pueden atacar un amplio número de plantas cultivadas como: alfalfa, lupino, trébol, tabaco, algodón, lúpulo, tomate, girasol, café, cacao, salvia, papa, pepino, berenjena, calabaza, espinaca, crucíferas, maní, romero, tomillo, pimienta, frutos de hueso, fresa, frambuesa, mora, lino, aguacate, mango, olivo, pistacho y varias plantas ornamentales como: crisantemo, dahlia, clavel y rosa. Algunas especies pre-

sentan un grado bajo de susceptibilidad: caña de azúcar, higuera, haba, cebolla, trigo, uva, manzana, pera y membrillo. Afecta también varias malezas: *Portulaca oleracea*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Taraxacum officinales* (5, 16). Observaciones realizadas en un campo experimental de Tibaitatá indican que *Senecio vulgaris* (cineraria) y *Gnaphalium spicatum* (Vira vira) son altamente susceptibles y una vez muertas, el hongo esporula en ellas tan abundantemente como en la papa.

ORGANISMO CAUSAL

Aislamientos hechos de plantas y de tubérculos de papa afectados, provenientes de varias zonas del país, demuestran que éstos pertenecen a las especies *Verticillium albo-atrum* y *V. dahliae*. El primero tiene un crecimiento micelial blanco al principio y cambia a gris oscuro (micelio de reposo). *V. dahliae* primero es blanco y cambia a negro oscuro con formación de microesclerocios (Figura 5). Las dos especies fueron consideradas por muchos años como una sola. No obstante, hoy no sólo se acepta que son dos especies sino que producen enfermedades diferentes. Además, en algunas especies vegetales como algodón se tienen evidencias de la existencia de razas (4). Diferenciar la especie de *Verticillium* que está en una zona dada, es particularmente importante porque algunas variedades tienen comportamiento diferente a cada hongo (8) (Figura 6).

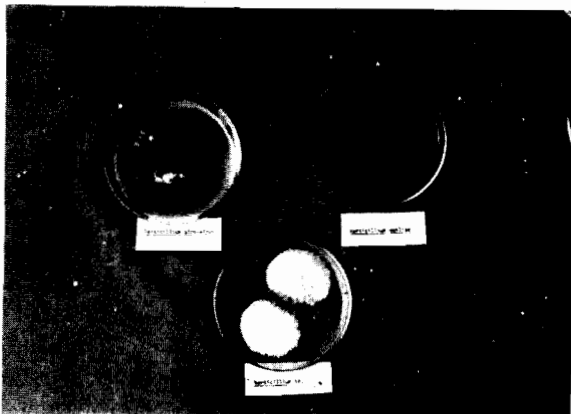


FIGURA 5. Aspecto de las colonias de *Verticillium* spp. creciendo en el medio de cultivo PDA.



FIGURA 6. Intensidad de daño en papa producido por *V. albo-atrum* y *V. dahliae*, con relación a una planta no inoculada (testigo).

CONDICIONES QUE FAVORECEN LA INFECCION

La infección de *V. albo-atrum* es favorecida por temperaturas bajas, causando daños severos en plantas de papa cuando la temperatura está a 20°C; a 30°C el hongo no causa daño (13). *V. dahliae* se desarrolla bien en clima cálido, crece vigoroso a 28°C. Gratz (3) registró líneas de papa susceptibles a *Verticillium* las cuales, en condiciones de verano en Florida, no mostraron evidencias de enfermedad. Robinson et al (13) y McClean (8) reportaron que la irrigación aumenta la intensidad de la enfermedad, porque el alto nivel de humedad favorece el desarrollo de la marchitez por *Verticillium*.

En condiciones de Colombia, la humedad más que la temperatura regula la severidad de la enfermedad, expresándose ésta en muerte prematura de plantas y abundante esporulación del hongo en épocas de alta precipitación.

COMPORTAMIENTO VARIETAL

Trabajos realizados en el Centro Nacional de Investigaciones-Tibaitatá indican que hay una considerable variación en el comportamiento de las variedades o clones de papa al ataque de *Verticillium spp.* Mediante inoculaciones en invernadero se ha demostrado que todas las variedades de papa cultivadas en Colombia son susceptibles a *V. albo-atrum*, aun cuando la ICA Tequendama es menos afectada que las otras. En condiciones de campo, las variedades de período vegetativo largo han sido menos afectadas que las de período vegetativo corto; falta demostrar si se trata de tolerancia o de escape.

Por el contrario, para *V. dahliae* aparentemente existen varias fuentes de resistencia y variedades tales como la Parda Pastusa y la Tequendama poseen cierto grado de resistencia o son poco susceptibles al efecto perjudicial del hongo. Trabajos realizados en Holanda e Israel demuestran que las variedades Alpha y Mara, entre otras, son resistentes.

TRANSMISION

La dispersión de *Verticillium* se realiza principalmente por el inóculo que va en el anillo vascular de los tubérculos contaminados. La contaminación externa puede ocurrir en casos de infecciones muy severas. Durante un período de tres años en Canadá, la contaminación de las semillas pasó de 20 a 80%, sembrando en tierras libres de hongo pero sin tratamiento a la semilla (4).

La supervivencia del hongo en el suelo es un factor importante. *V. dahliae* por medio de sus microsclerocios puede sobrevivir por más de 20 años en el suelo (15), mientras que *V. albo-atrum*, que forma micelio de reposo, no puede persistir en el suelo en ausencia de plantas huéspedes por más de tres años; este hongo es más un invasor que un habitante del suelo, por lo cual una rotación durante 2 ó 3 años es suficiente para su control.

La infección por *Verticillium* puede ocurrir por inóculo que va en la semilla, por el hongo que está en el suelo sobre la semilla (6, 11) o a través de las raíces de plantas infectadas que crecen cerca (2); así que la eliminación de plantas enfermas debe hacerse sacando también las plantas vecinas. También se ha demostrado que los residuos que quedan en los empaques de papa durante el transporte, son portadores de los propágulos del hongo (12).

CONTROL

Uno de los principales requisitos para la prevención de la madurez prematura es el uso de semilla libre de la enfermedad. Desafortunadamente no es posible, por inspección visual, determinar si una semilla está afectada o no. Aparte de que algunos tubérculos pueden mostrar síntomas de daño, se deben conocer los antecedentes del cultivo, previniendo claramente a los agricultores sobre las consecuencias económicas de usar una mala semilla; por ello se recomienda organizar un sistema de comercialización que asegure la no venta de semilla de procedencia desconocida probablemente infectada.

Además de la semilla, el inóculo del suelo es importante. Powelson y Gross (11) han sostenido que la severidad de la madurez prematura depende de la cantidad de inóculo del hongo en el suelo. Niveles altos resultan de siembras conti-

nuas de papa utilizando semillas de variedades altamente susceptibles. Recientemente se han recomendado rotaciones con pastos (gramíneas y tréboles) y cereales (avena, cebada); pero para reducir niveles de inóculo se debe prestar especial atención a la destrucción de plantas de papa renacidas o malezas hospederas, las cuales pueden anular los efectos de la rotación. Hasta donde sea posible recolectar y quemar los restos vegetales de cultivos afectados, esto reducirá la cantidad de inóculo que retorna al suelo.

La eliminación de residuos de los empaques de la papa y el tratamiento de los implementos de trabajo con formalina al 5% pueden retardar el tiempo de aparición de la enfermedad en un área específica.

En zonas donde *Verticillium dahliae* ya se ha establecido, se deberán cultivar, en lo posible, variedades poco susceptibles, tales como la Parda Pastusa y la Tequendama.

En conclusión, las enfermedades causadas por *Verticillium* son de control relativamente fácil, si se detiene el avance de las mismas mediante una campaña educativa, para que los agricultores las reconozcan claramente y apliquen las medidas de control conocidas. Sin embargo, el Programa de Fitopatología del ICA evalúa la "Colección Central Colombiana de Papa", con miras a detectar fuentes de resistencia para futuros trabajos de fitomejoramiento en obtención de nuevas variedades resistentes a la enfermedad aquí estudiada.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **Ayers, G.W.; Hurst, R.R.** 1939. Verticillium wilt of potato in Prince Edward Island. *Sci. Agric.* 12:722-735.
2. **Fordyce, C.; Green, R.J.** 1964. Mecanism of variation in *Verticillium albo-atrum*. *Phytopathology*. 54:795-798.
3. **Gratz, L.O.** 1930. Disease and climate as pertaining to the Florida and Maine potato section. *Phytopathology*. 20(4):267-288.
4. **Harrison, D.E.** 1967. Verticillium wilt of potato. Department of Agriculture. Victoria, Australia. Publicación 1036, p. 11.
5. **Keyworth, W.E.** 1952. Verticillium wilt of potato in Connecticut. *Plant disease reporter*. 36(1):16-17.
6. **Krikun, J.; Orion, D.** 1979. Verticillium wilt of potato. Importance and control. *Phytoparasitica*. 7(2):107-116.
7. **Matteo, C.** 1984. Pathobiology of Verticillium species. *Phytopathologia Mediterranea*. Edited by Università Deghi Studi Bari (Italia). p. 220.
8. **McClellan, J.E.** 1955. Selecting and breeding potatoes for field resistance to Verticillium wilt in Idaho. *Agric. Exp. Sta. Res. Bull.* 30:19 R.A.M. 35(12):922.
9. **Nieto, P., L.E.** 1984. Informe de actividades, Sección Fitopatología, ICA-CNI Tibaitatá, Bogotá.
10. **Pegg, G.F.** 1984. The impact of Verticillium disease in agriculture. *In: Phytopathologia Mediterranea*. v. 23 (2-3):176-192.
11. **Powelson, R.L.; Gross, A.E.** 1962. Thermal inactivation of *Verticillium albo-atrum* in diseased potato vines. (Abst. in *Phytopathology*). 52(4):364.
12. **Robinson, D.B.; Ayers, G.W.** 1953. The control of Verticillium wilt of potato by seed treatment. *Canad. J. Agric. Sci.* 33(2):147-152.
13. **Robinson, D.B.; Larson, R.H.; Walker, J.C.** 1957. Verticillium wilt of potato in relation to symptoms. Epidemiology and variability of the pathogens. *Univ. Wisconsin, Res. Bull.* 202:49.
14. **Turkensteen, L.J.; Nieto, L.E.** 1984. Report on a survey on potato disease in Colombia. ICA, CNI Tibaitatá, Bogotá. 8 p. (Mimeografiado).
15. **Wilhelm, S.** 1955. Longevity of Verticillium wilt fungus in the laboratory and in the field. *Phytopathology*. 45:180-181.
16. **Wilhelm, S.** 1984. Sources and genetics of Verticillium wilt resistance in major crops. *In: Phytopathologia Mediterranea*. v. 23 (2-3):220.