

Phytophthora nicotianae: Factores que influyen en la relación densidad del inóculo - enfermedad ¹

Ana Fernández Morales ², Wendy Wong ³ y Veronica Toledo ⁴

Resumen. *Phytophthora nicotianae* es un patógeno que sobrevive en suelo por largos períodos. Este inóculo es el que provoca las primeras infecciones en el cultivo, por lo que es importante la determinación del potencial infeccioso de los suelos antes de la siembra. Para este propósito es necesario determinar los factores que contribuyen a la expresión máxima de la enfermedad sobre las plantas. Se determinó la influencia de la temperatura (20 ± 2 ; 25 ± 2 y 28 ± 2 °C), la humedad del suelo (porcentaje de capacidad de retención del agua en suelo ferralítico rojo) y el nivel de inóculo (1, 2.1 y 4.2) sobre el desarrollo de la enfermedad pata prieta en plantas de tabaco de la variedad Corajo de 20 días de germinadas. La temperatura influyó marcadamente sobre la expresión de la enfermedad, la que se incrementó con el ascenso de las temperaturas. La mayor infección de las plantas se observó a temperatura de 28 ± 2 °C, con un 63% de incidencia. A 25 ± 2 °C, la afectación fue 48% y a 20 ± 2 °C fue 38%. Todas las humedades del suelo probadas estimularon la infección del patógeno sobre las plantas de tabaco, sin diferencias significativas entre ellas, aunque el mayor número de plantas enfermas se observó con 80% de capacidad de retención del agua en ese suelo. Se determinó una relación directa y proporcional entre la densidad de inóculo en suelo y la incidencia de la enfermedad en las plantas. A los 7 días con 1 propágulo/g de suelo, no se observó infección, pero con 2.1 la infección fue 8% y con 4.2 la incidencia fue 33%.

Palabras claves: Temperatura, humedad del suelo, densidad de inóculo, enfermedad.

Abstract. *Phytophthora nicotianae* is a pathogenic agent that survives in the soil for long periods of time. This inoculum causes the first infections in this crop, that is why it is important to determine the infectious potential of the soil before being cultivated. For this purpose, it is necessary to determine the factors that contribute to the maximum expression of the disease in the plants. The influence of the temperature (20 ± 1 ; 25 ± 2 y 28 ± 2 °C), the soil water content (percentage of water retention capacity in red ferralitic soil, and the level of the inoculum in the development of the black shank disease (1, 2.2 and 4.2) were determined in tobacco plants of the Corajo variety (20 days after germination). The temperature highly influenced the expression of the disease, which became more serious with increase in temperature. The greater infection was observed at 28 ± 2 °C, with a 63% of incidence. At 25 ± 2 °C, the percentage of infection was 48%, and at 20 ± 2 °C it was 38%. All soil water content tested did not stimulated any significant difference between them, although the greater number of damage plants was observed at the 80% of water capacity retention in that soil. A direct relation was determined between the density of inoculum in the soil and the incidence of the disease in the plants. We didn't observe any infection after seven days with 1 propagule/g of soil, but with 4.2 the incidence was 33%.

Key words: Temperature, soil humidity, inoculum densite, disease.

INTRODUCCION

El cultivo del tabaco es afectado por numerosas enfermedades (Shew y Lucas, 1991), pero los patógenos de suelo son los más dañinos (Nielsen, 1992), particularmente *Phytophthora nicotianae*, cuyo control resulta muy difícil debido a la falta de fungicidas efectivos en el suelo y raíces, a la presencia de resistencia a los

fungicidas sistémicos y a la aparición de nuevas razas fisiológicas del hongo (Blancard, 1993).

Las relaciones del nivel de inóculo (densidad de inóculo de *Phytophthora* spp.), con las incidencias de enfermedades en cultivos anuales o perennes, en condiciones de campo, han sido caracterizadas en muy pocos estudios y sólo se han cuantificado parcialmente (Mithell y Kannwischer - Mitchell, 1983). Los avances

¹ Investigaciones conducidas como parte de la tesis de Doctor en Ciencias Agrícolas de Dr. Ana Fernández Morales.

² Jefe del Laboratorio de Micología. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Ministerio de la Agricultura, Gaveta Postal 634, 11300. Ciudad de La Habana, Cuba, E-mail: inisav@ceniai.inf.cu

³ Laboratorio de Micología. Ministerio de la Agricultura, Gaveta Postal 634, 11300, Ciudad de La Habana, Cuba, E-mail: nisav@ceniai.inf.cu

⁴ Instituto de Investigaciones del Tabaco, km 8½, Carretera del Tumbadero, San Antonio de Los Baños, La Habana, Cuba.

en este sentido son escasos, debido a que en el campo, la manifestación del potencial infeccioso del patógeno sobre una población de plantas, depende de muchos factores entre ellos: los componentes del inóculo del patógeno (densidad- capacidad infecciosa); sensibilidad de la especie vegetal; características físico - química y biológicas del suelo y el clima.

Ante la dificultad de predecir en campo las posibilidades o no de la presencia y cuantía de una enfermedad provocada por un patógeno de suelo, Bouhot (1975) ideó un método que se realiza en condiciones de laboratorio, el cual consiste en garantizar todas las condiciones óptimas para el desarrollo adecuado del patógeno y permite conocer el potencial infeccioso de los suelos, previo al establecimiento del cultivo. Además, para conocer la densidad de inóculo presente en un suelo, se han desarrollado varias técnicas que fueron compiladas por Tsao (1983).

La utilización de estos métodos de detección y del potencial infeccioso del suelo permiten conocer la relación entre la densidad de inóculo y la incidencia de la enfermedad en el cultivo, pero es necesario que este estudio se realice bajo condiciones óptimas para el desarrollo del patógeno y que permita la máxima expresión de la enfermedad.

Mitchell y Kannwischer-Mitchell (1983), refieren que los factores biológicos, químicos y físicos, pueden influir críticamente en la relación entre la densidad de inóculo de *Phytophthora* spp. y la incidencia de las enfermedades en los cultivos. Entre los factores físicos que más influyen en el desarrollo de *P. nicotianae*, se señalan la humedad y la temperatura (Jacobi *et al.*, 1983).

El objetivo de este trabajo fue conocer la influencia de la humedad del suelo y la temperatura en la relación entre la densidad de inóculo de *P. nicotianae* en suelo y la incidencia de la enfermedad pata prieta en plantas de tabaco, así como determinar el efecto de tres densidades de inóculo sobre el desarrollo de la enfermedad.

MATERIALES Y METODOS

Influencia de la temperatura en la relación densidad del inóculo-enfermedad

Se emplearon recipientes con 200 cc de suelo ferralítico rojo esterilizado a 1 atmósfera de presión durante 3 días consecutivos. Cada recipiente contenía cuatro plantas de tabaco, de la variedad Corojo de 20 días de germinadas.

A cada recipiente con las plantas, se le añadieron 27 g de suelo naturalmente infectado con una densidad de inóculo de tres propágulos/g de suelo, determinado por el método descrito por Kannwischer y Mitchell (1978). El suelo fue bien distribuido por todo el recipiente alrededor de cada planta y se humedeció hasta su capacidad de retención de agua. Las temperaturas de incubación fueron 28 ± 2 , 25 ± 2 y 20 ± 2 °C. Las plantas fueron observadas diariamente para determinar la infección y muerte de las mismas. Los datos se transformaron a $\arcsen\sqrt{x}$ y se les realizó un análisis de varianza mediante el test de significación de Neuman Keulls al 5% de probabilidad del error.

Influencia de la humedad del suelo en la relación densidad del inóculo-enfermedad

En este experimento, se empleó el procedimiento general descrito en el primer epígrafe. En este estudio la humedad del suelo se basó en la capacidad de retención del agua (expresada en porcentaje) determinada para el suelo ferralítico rojo. Se determinó la cantidad de agua necesaria para la saturación de los 27 g de suelo utilizado. A este valor se le asignó el 100% y en base a esto fueron probadas 70, 80 y 100% de su capacidad de campo.

Se empleó un suelo naturalmente infestado con 13.5 propágulos/g de suelo y la temperatura de incubación fue de 28 ± 2 °C. Las plantas fueron observadas diariamente para la detección de la infección del patógeno y muerte de las mismas. Los datos se transformaron a $\arcsen\sqrt{x}$ y se les realizó el análisis de varianza descrito anteriormente.

Relación entre la densidad del inóculo y la incidencia de pata prieta en plantas de tabaco

Se utilizó suelo ferralítico rojo esterilizado en autoclave a 1 atmósfera de presión durante 1 hora por tres días consecutivos. Este se añadió en recipientes y se humedeció hasta su completa capacidad de retención del agua. Se utilizaron plantas de tabaco de la variedad Corojo de 20 días de germinadas. Posteriormente se trasplantaron cuatro plantas a los recipientes con el suelo esterilizado y se incubaron a 28 ± 2 °C bajo condiciones de iluminación artificial y elevada humedad ambiental. Se tomaron 27 g de suelo con 1; 2.1 y 4.2 propágulos/gramo de suelo que se añadieron alrededor del cuello de las plantas. Estas se incubaron durante 15 días a

temperatura de 28 ± 2 °C y se observaron diariamente para detectar los síntomas y muerte de las plantas, las que fueron contabilizadas a los 7, 10 y 14 días de iniciado el experimento. Se determinó la relación entre la densidad de inóculo inicial del patógeno detectada antes de la siembra y la incidencia posterior de la enfermedad en el cultivo. Se realizó un estudio en la provincia de Pinar del Río durante la campaña 1995-1996. En los semilleros y en las plantaciones de tabaco se determinó antes de la siembra la población del patógeno en el suelo y posteriormente la infección de la enfermedad en las plantas, en base a su diferenciación en ataque ligero (0-2%), moderado (>2-5%) y severo (>5-10%) del área afectada en los campos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Influencia de la temperatura en la relación densidad de inóculo-enfermedad

Con igual densidad de inóculo se obtuvieron valores diferentes de incidencia de la enfermedad cuando las plantas fueron ubicadas en tres temperaturas. Se observaron diferencias significativas y la mayor infección por la enfermedad (63%) se observó a la temperatura de 28 ± 2 °C; para 25 ± 2 °C el índice de infección fue 48%; mientras que para 20 ± 2 °C fue 38%.

La adecuación de las condiciones de temperatura óptima para el desarrollo del patógeno y de la enfermedad es importante para evitar resultados erróneos cuando se analizan suelos de campo en condiciones de laboratorio con la intención de predecir la severidad de la enfermedad antes del establecimiento del cultivo (Bouhot, 1975).

De los factores físicos del suelo que influyen en las enfermedades causadas por *Phytophthora* spp., sólo se han examinado cuantitativamente la influencia del agua del suelo y la temperatura sobre la relación densidad del inóculo-enfermedad (Mitchell y Kannwischer-Mitchell, 1983). Los extremos de temperatura limitan el desarrollo de la enfermedad, afectando directamente a las especies de *Pythium* en el suelo, reduciendo la infección o la subsiguiente enfermedad a determinados niveles de inóculo (Banihashemi y Mitchell, 1975; Shew, 1980). Banihashemi y Mitchell (1975) informaron un 85% de infección en posturas de azafrán expuestas a 10^3 oosporas/g de suelo de *P. cactorum* a 28° C, pero sólo un 35% de infección a 24 °C. Shew (1980), observó un 32 a

46% de infección y niveles similares de mortalidad en posturas de abeto a 10 clamidosporas /g de suelo de *P. cinnamomi* a las temperaturas de 19, 22 o 25 °C; sin embargo a 16 °C sólo murió el 16% de los árboles, aunque estaba infectado el 41% de los mismos.

Influencia de la humedad del suelo en la relación densidad del inóculo-enfermedad

La infección por el patógeno en plantas de tabaco ocurrió en todas las humedades probadas (70, 80, 90 y 100% de su capacidad de retención del agua). No hubo diferencia significativa entre ellas, aunque el índice de infección fue ligeramente superior con 80% de capacidad de retención del agua (Figura 1).

Duniway (1976) y Mac Donald y Duniway (1978), demostraron la importancia del agua sobre varios aspectos del desarrollo de enfermedades causadas por *Phytophthora* spp., Duniway (1979) corroboró la influencia del agua en el suelo sobre la formación de esporangios y clamidosporas, en la liberación de las zoosporas y sobre la mortalidad y dispersión de ellas en el suelo.

Sidebotton y Shew (1985), demostraron que la producción de esporangios de *P. nicotianae*, fue afectada significativamente por el potencial hídrico del suelo y Shew (1983) comprobó que la incidencia de la enfermedad fue superior en suelos con potenciales hídricos elevados.

Con el género *Pythium*, que pertenece a la misma familia que el género *Phytophthora*, se ha demostrado que un 80% de la capacidad de retención del agua en suelo, resultó más favorable para el desarrollo de la enfermedad; mientras que con 50 y 100 % las infecciones en plantas fueron inferiores (Bouhot, 1975).

Aunque Shew en 1983, refirió que el aniego favorece el desarrollo de la enfermedad, predisponiendo al hospedante a la infección, Gisi (1983) comprobó que en la saturación (100%), los poros del suelo se llenan de agua y la falta de aireación suficiente, limita la producción de los mismos y reduce la infección en las plantas. La formación de esporangios depende de la disponibilidad de aire y de agua en los poros del suelo (Sidebotton y Shew, 1985), lo cual explica los resultados obtenidos en nuestros ensayos.

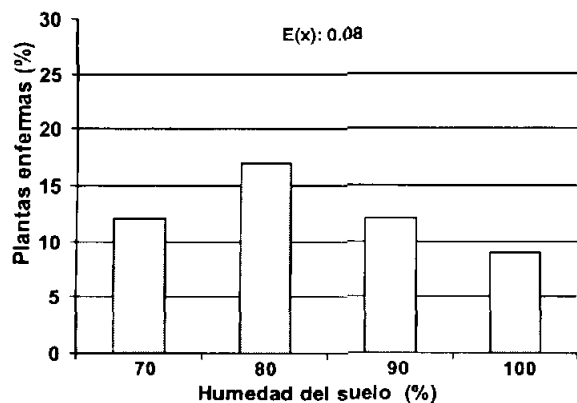


Figura 1. Efecto de la humedad del suelo en la relación densidad del inóculo-enfermedad.

Relación de la densidad del inóculo de *P. nicotianae* y la incidencia de pata prieta en el tabaco

Bajo condiciones similares, las densidades de inóculo probadas provocaron infecciones diversas en plantas de tabaco. Un nivel de inóculo catalogado como bajo (1 propágulos/g de suelo), a los 7 días no causó infecciones a las plantas, pero un nivel de inóculo medio (2.1 propágulos/g de suelo) afectó 8% de las plantas, mientras que un nivel alto (4.2 propágulos/g de suelo) provocó 33% de infección (Figura 2).

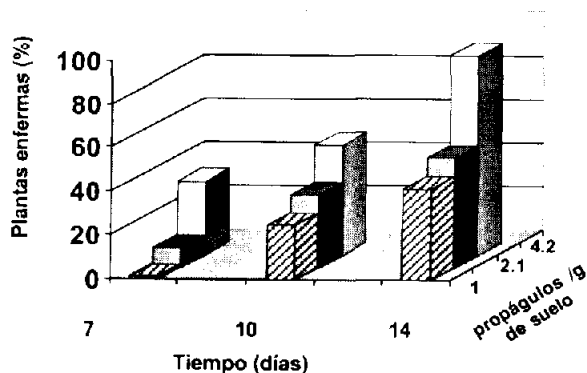


Figura 2. Relación entre la densidad de inóculo del patógeno (propágulos/g de suelo), incidencia de la enfermedad en plantas de tabaco.

Esto muestra que a medida que el inóculo del patógeno es mayor en el suelo, la incidencia de la enfermedad en las plantas fue superior, lo que indica una relación directa entre la densidad de inóculo en suelo y la enfermedad en las plantas. Estas observaciones, también fueron realizadas por Graham (1990) con *P. nicotianae* en plantas de cítricos, pero la mortalidad no fue elevada cuando se empleó una densidad de inóculo de 1 propágulos/g de suelo.

En cada nivel de inóculo, el número de plantas afectadas y muertas se incrementó con el tiempo, pero fue proporcional a la densidad de inóculo inicial, y a los 10 días en el nivel de infección más elevado, se observó más de 80% de plantas muertas, mientras que para el nivel medio fue 33% y para el nivel más bajo fue 25%. Al final del experimento, se observó que el 100% de las plantas habían muerto para el nivel de infección más alto, 50% para el medio y en el más bajo 41% de mortalidad.

Los resultados obtenidos en el nivel medio y alto, al final del experimento indican que con los niveles de inóculo bajo (1, 2.1 y 4.2 propágulos/g de suelo) con condiciones favorables, en un período de tiempo breve puede desarrollarse la enfermedad de forma severa y ocurrir la mortalidad de casi todas las plantas.

Gooding y Lucas (1959), observaron una relación directa y proporcional entre la rapidez del desarrollo de la enfermedad y el nivel de inóculo de *P. nicotianae*, cuando probaron concentraciones de zoosporas de 10^6 , 10^5 , 10^4 y 10^3 , y obtuvieron mayor mortalidad en las concentraciones máximas probadas. También Kannwischer y Mitchell (1981) demostraron que la infección y mortalidad de tabaco fue superior a medida que se incrementaron los niveles de inóculo del patógeno en suelos inoculados artificialmente. Mitchell (1979), explica este hecho debido a que las especies de *Phytophthora*, con excepción de *P. cinnamomi*, incrementan la biomasa (nivel de inóculo) por el desarrollo parasítico en plantas susceptibles, por lo que los niveles de inóculo en suelo, dependen principalmente de la producción de inóculo en plantas enfermas y de la diseminación y la sobrevivencia del inóculo en el suelo.

Hendrix y Kuhlman (1965), detectaron que el 50 % de las plantas habían muerto a densidades de inóculo de 1-30 propágulos/g de suelo de *P. cinnamomi*. Para otras especies de *Phytophthora*, se han informado densidades de inóculo desde 10^4 , 100, 42, 7 y 5 propágulos/g de suelo

que han provocado 50% de mortalidad de las plantas (Shew, 1980; Kannwischer y Mitchell, 1981).

Para *P. nicotianae*, Shew (1980) informó que con densidades de inóculo de 5 y 10 propágulos/g de suelo, se obtuvo en ambos casos 100% de mortalidad en tabaco. También Kannwischer y Mitchell (1981) informaron que bajo condiciones de temperatura y humedad óptimas se obtuvo 50% de infección a densidad de inóculo de 0.13 propágulos/g de suelo en un experimento que duró 50 días.

Un hecho importante observado por Kannwischer y Mitchell (1981) fue que con el tabaco murió aproximadamente el mismo número de plantas que había sido infectado; sin embargo no ocurrieron niveles de mortalidad significativos en berro (*Nasturtium officinalis* R. Br.) y algodón (*Gossypium barbadense* L.) con *P. cryptogea* o *Pythium ostracodes*, respectivamente, lo cual explica las variaciones que ocurren en las combinaciones hospedante-patógeno, que en el caso del tabaco y *P. nicotianae* son altamente nocivas.

Las densidades de inóculo de *P. nicotianae* y *P. citrophthora*, patógenos de las raíces de las plantas de cítrico, fueron correlacionadas positivamente con las infecciones radicales, especialmente cuando éstas fueron superiores a 30 propágulos/g de suelo (Ippolito et al., 1991).

En las investigaciones realizadas en campos, se determinó también una relación entre la densidad de inóculo inicial en el suelo antes de la siembra y la incidencia posterior de la enfermedad en los campos. En 1995-1996 en San Luis, Pinar del Río, Cuba, la incidencia de pata prieta fue nula o muy ligera en los semilleros cuyos niveles de infección en el suelo fueron muy bajos (0-1 propágulo/g de suelo). En los campos donde se detectaron niveles de infección en suelo mayores de 1 propágulo/g de suelo, la incidencia de la enfermedad fue superior (Cuadro 1).

La detección del patógeno en el suelo antes de la siembra y la selección de los campos para el establecimiento de semilleros de tabaco, son medidas sanitarias efectivas para discriminar aquellos campos con altos niveles de infección, lo que disminuye las probabilidades de incidencia de la enfermedad en los cultivos (Bouhot, 1975).

Cuadro 1. Detección e incidencia de *Phytophthora nicotianae* en suelos de campos de tabaco de la provincia Pinar del Río, Municipio San Luis, Cuba, campaña 1995 - 1996.

Semillero o campo	Detección del patógeno en suelo	Propágulos/ gramo de suelo	Infección de pata prieta
La Soledad	No	0.0	No
Rancho Ferro	No	0.0	No
CCS Pedro Ortiz	No	0.0	No
Los Pollitos	No	0.0	No
Carlos Lóriga	No	0.0	No
CCS Mariana Grajales	No	0.0	No
Campo 228	No	0.0	No
José A. Echeverría	Sí	13.5	Severa
Buena Aroma	Sí	5.5	Severa
Niceto Pérez	Sí	3.5	Severa
CCS 26 de julio	Sí	2.5	Ligera
CPA 17 de mayo	Sí	1.0	Ligera
CPA Luis Ferrer	Sí	1.0	Ligera
CCS Francisco Blanco	Sí	1.0	Ligera
CCS Jesús Menéndez	Sí	1.0	Ligera
Campo 248	Sí	4.5	Severa
Campo 232	Sí	1.0	Ligera
Francisco Vilar	Sí	1.0	No
Hermanos Vena	No	0.0	Ligera
Leopoldo Troche	No	0.0	Ligera

CONCLUSIONES

La temperatura influyó marcadamente sobre la relación densidad del inóculo-enfermedad y la expresión de la enfermedad fue superior a la temperatura de 28 ± 2 °C. A temperaturas más bajas como 25 ± 2 y 20 ± 2 °C la incidencia de la enfermedad disminuyó considerablemente.

Todas las humedades basadas en la capacidad de retención del agua en el suelo ferralítico rojo, favorecieron la infección de pata prieta en las plantas de tabaco, sin diferencias significativas entre ellas, aunque con 80% la infección de las plantas fue ligeramente superior.

Se determinó una relación directa entre la densidad del inóculo en el suelo y la incidencia de la enfermedad. Los niveles de inóculo bajos de 1, 2.1 y 4.2 propágulos/g de

suelo provocaron infecciones de 80, 33 y 25%, respectivamente. En condiciones de producción bajo condiciones favorables, se corroboró la relación directa entre el inóculo inicial en el suelo y el desarrollo posterior de la enfermedad en el campo.

LITERATURA CITADA

- Banihashemi, Z. y J. E. Mitchell. 1975. Use of safflower seedlings for the detection and isolation of *Phytophthora cactorum* from soil and its application to population studies. *Phytopathology* 65: 1424-1430.
- Blancard, D. 1993. Integrated control and tobacco cultivation. *Coresta* 1:3-19.
- Bouhot, D. 1975. Recherches sur l'écologie des champignons parasites dans le sol v.- Une technique selective d'estimation du potentiel infectieux des sols, terreaux et substrats infestés par *Pythium* spp. *Etudes qualitatives. Ann. Phytopathologie* 7.
- Duniway, J.M. 1976. Movement of zoospores of *Phytophthora cryptogea* in soils of various texture and matric potentials. *Phytopathology* 66: 877-882.
- Duniway, J.M. 1979. Water relations of water molds Annual. *Review. Phytopathological.* 17:431- 460.
- Gisi, U. 1983. Biophysical aspects of the development of *Phytophthora*. *In: Phytophthora. Its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology.* / eds. U. Gisi D. C. Erwin; S. Barnick-Garcia, and P.H. Tsao St. Paul. Minnesota: The American Phytopathological Society.
- Gooding, G. V. y G.B. Lucas. 1959. Effects of inoculum level on the severity of tobacco black shank. *Phytopathology* 49:274-276.
- Graham, J.H. 1990. Evaluation of tolerance of citrus rootstock to *Phytophthora* root rot in chlamydospore-infested soil. *Plant- Disease* 74: 743-746.
- Hendrix, F.F. y E.G. Kuhlman. 1965. Factors affecting direct recovery of *Phytophthora cinnamomi* from soil. *Phytopathology* 55:1183-1187.
- Ippolito, A., Cicco, V. y E. Salerno. 1991. Etiological and epidemiological aspects of *Phytophthora cinnamomi* in soil. *Phytopathology* 68:726-731.
- Jacobi, W.R., Main, C.E., y Powell, N.T. 1983. Influence of the temperature and rainfall on the development of tobacco black shank. *Phytopathology* 73:139-143.
- Kannwischer, M.E. y P.I. Mitchell. 1978. The influence of a fungicide on the epidemiology of black shank of tobacco (abstr.). *Proceeding Annual American Phytopathological Society.* 3: 338.
- Kannwischer, M.E. y D.I. Mitchell. 1981. Relationships of number of spores of *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* to infection and mortality of tobacco. *Phytopathology* 71:69-73.
- Mac Donald, J.D. y J.M. Duniway. 1978. Influence of the matric and osmotic components of water potential of zoospores discharge in *Phytophthora*. *Phytopathology* 6:751-757.
- Mitchell, J.E. 1979. The dynamics of the inoculum potential of populations of soil-borne plant pathogens in the soil ecosystem. *Pag. 3-20 In: Soil-borne Plant Pathogens.* B. Scippers y W. Gams, Eds. Academic Press, New York.
- Mitchell, D.J. y Kannwischer-Mitchell, M.E. 1983. Relationship of inoculum density of *Phytophthora* species to disease incidence in various hosts in *Phytophthora*: *In: Phytophthora. 259-269. Its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology.* / eds. U. Gisi D. C. Erwin; S. Barnick-Garcia, and P.H. Tsao St. Paul. Minnesota: The American Phytopathological Society.
- Nielsen, M.T. 1992. Collaborative Experiment on black shank. *Coresta* 3/4: 74.
- Shew, H.D. 1980. The biology and epidemiology of Frazer fir root caused by *Phytophthora cinnamomi*. Ph. D. Thesis. N. C. State University. Raleigh. 68 pp.
- Shew, H.D. 1983. Effect of host resistance level on spread of *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* under field conditions (Abstr.). *Phytopathology* 73:1439-1443.
- Shew, H.D. y G.B. Lucas. 1991. Compendium of Tobacco Diseases. APS PRESS. The American Phytopathological Society. 17-20 pp.
- Sidebotton, J.R. y H.D. Shew. 1985. Effects of soil texture and matric potential on sporangium production by *P. parasitica* var. *nicotianae*. *Phytopathology* 75:1435-1438.
- Tsao, P. H. 1983. Factors Affecting isolation and quantitation of *Phytophthora* from soil in *Phytophthora*: 219-236. *Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology. In: Phytophthora. Its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology.* / eds. U. Gisi D.C. Erwin; S. Barnick-Garcia, y P.H. Tsao St. Paul. Minnesota: The American Phytopathological Society.