

## MANEJO DE ENFERMEDADES DEL FOLLAJE DE LA PAPA CAUSADAS POR HONGOS

Luis Alfredo Molina Valero\*

### INTRODUCCIÓN

Nariño ocupa el tercer puesto dentro de los departamentos productores de papa en Colombia, con una extensión que oscila entre 25.000 y 30.000 hectáreas. Las variedades de papa más cultivadas en el departamento son: Parda Pastusa, ICA Nariño, Capiro, Guamuez, San Pedro, R-12, Gualcalá, Pureja, Morasurco y otras. Todas las variedades cultivadas son susceptibles a enfermedades, especialmente Phytophthora infestans, Puccinia pittieriana, Alternaria solani, Erysiphe cicchoracearum.

Los patógenos antes mencionados se manifiestan indistintamente durante el periodo vegetativo de la planta. La forma de colonizar el tejido, igualmente, es diferente y depende de factores predisposicionantes, como: edad, periodicidad, factores ambientales y nutricionales. Por lo tanto, el manejo para cada uno de los patógenos será diferente y oportuno para evitar pérdidas en la producción.

#### Manejo de Phytophthora infestans Mont (De Bary)

Para el manejo de un patógeno se requiere el conocimiento de la epidemiología, ciclo de la enfermedad, ciclo reproductivo del patógeno, factores predisposicionantes y sus formas de diseminación. Si se conoce de antemano el patógeno, el huésped y los factores condicionantes de la enfermedad, se puede encontrar la vulnerabilidad del patógeno para detener su avance y evitar un desastre de magnitud en el cultivo.

\*Profesor Titular Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

## Síntomas

El hongo *Phytophthora infestans* es un patógeno localizado, que afecta hojas, pecíolos, tallos tanto aéreos como subterráneos o tubérculos. Produce lesiones necróticas localizadas o extensivas.

## Ciclos del patógeno

El patógeno presenta dos ciclos, primario y secundario. El ciclo primario se inicia una vez finaliza el cultivo cuyo período es semestral. Los residuos de cosecha representados por tallos, hojas o tubérculos sueltos albergan el patógeno por algún tiempo corto o prolongado.

Después de la cosecha, el patógeno puede permanecer latente por algún tiempo, sobre residuos de cosecha o formar estructuras de resistencia como oosporas o se alberga en plantas toyas desarrolladas dentro de otros cultivos, constituyendo así la fuente de inóculo primario.

Parte del inóculo primario puede destruirse por condiciones adversas o diseminarse por la humedad, insectos, remoción de residuos de cosecha y formar el inóculo primario. Una vez instalado el nuevo cultivo comercial y germinado, sus yemas y hojas pueden infectarse por el inóculo primario, produciendo los primeros síntomas y signos del patógeno. Hasta aquí el ciclo primario, en adelante las nuevas infecciones dentro de la misma planta o en plantas vecinas originan el ciclo secundario, que irá hasta la muerte de la planta o finalización del período vegetativo del cultivo. El patógeno puede desarrollar varios ciclos secundarios, según que las condiciones ambientales o de susceptibilidad del huésped le sean favorables.

## Estructuras reproductivas

El patógeno forma esporangioforos con esporangios y zoosporas. Este proceso de formación de esporangios y zoosporas bajo condiciones favorables se realiza en 14 horas y cada esporangio puede formar de 5 a 35 zoosporas. La aparición de esporangios sobre los tejidos requiere de humedad relativa mayor del 90% para algunas regiones, para el caso del altiplano de Pasto mayor del 80% y una temperatura entre 9 y 25°C, siendo la ideal para la formación de esporangios entre 15 y 18°C. Para el altiplano de Pasto entre 8 y 14°C, con un óptimo de 10 a 12°C. Cuando en 10 días el total de lluvias es de 27 mm o más, sería una cantidad necesaria para la formación de esporangios; la nubosidad es otro factor predisposicionante para la presencia del patógeno.

## Predicción de epidemias

En cada región cultivadora de papa se debe conocer los factores de predicción de epidemias. Desde 1917 Van Everdingen, en Holanda, desarrolló cuatro reglas para las condiciones de ese país y conocidas con el nombre de reglas Holandesas. Las reglas para predecir la aparición del tizón tardío en proporciones epifíticas fueron: a) Rocío en la noche por lo menos durante cuatro horas. b) Temperatura mínima de 10°C o más durante la noche. c) Nublados durante el día siguiente en promedio de 0,80 o más que alterne entre nublado y despejado. d) Precipitación pluvial durante las 24 horas siguientes por lo menos 0,1 mm.

En 1926 con base en las reglas se fundó el Servicio Holandés de predicción de epidemias para tizón tardío que funcionó durante 24 años, hasta que en 1950 se estableció un método más sencillo y preciso.

En Brasil, según citan Miller y O'Brien, Andrade analizó los datos meteorológicos de 14 años en relación a epifitias de tizón tardío, encontró que un período crítico con temperatura promedio de 21°C y precipitación pluvial de 30 mm durante una semana, coincidía con la aparición del tizón tardío del tomate en condiciones epifíticas.

En el Perú se han estudiado las condiciones meteorológicas que influyen en la incidencia de Phytophthora infestans en papa para establecer un servicio de predicción.

Desde 1947 los agricultores se vieron obligados a usar fungicidas para el control del tizón, ya que a partir de este año ocurrieron epifitias, para condiciones de Lima con humedad relativa de 95% durante la noche y la temperatura mínima entre 10 - 13°C, podría esperarse al día siguiente un ataque severo de Phytophthora infestans.

En Estados Unidos, después de un ataque severo del tizón tardío en tomate en 1946, se estableció el proyecto regional de predicciones, organizado por el Servicio de Alerta para agricultores, el cual se extendió a tres enfermedades: tizón tardío de la papa y tomate, moho azul del tabaco y mildew de las cucurbitáceas.

Cook en Norte América, examinó datos meteorológicos acumulados durante 31 años y concluyó que las aspersiones fueron innecesarias entre 54 y 77%. El investigador descubrió un método rápido del inicio del período crítico del tizón tardío mediante los promedios de precipitación pluvial y temperatura que se habían presentado durante siete días consecutivos en años de epifitias. Es importante, para prevenir epifitias, tomar datos meteorológicos en cada región, ya que las condiciones varían de una zona a otra, (Bauer, 1987).

### Modelo de epidemias de ciclo múltiple

El hongo Phytophthora infestans en papa desarrolla epidemias de ciclo múltiple, por tratarse de un patógeno localizado. Durante el desarrollo la epidemia presenta tres fases: Fase inicial (F1), que corresponde al inicio de la epidemia, con pocas lesiones y multiplicación lenta. Fase logarítmica o exponencial (F2), aquí se acelera la multiplicación del patógeno y cada vez el número de lesiones nuevas se aumenta, correspondiendo así a la fase de incremento logarítmico. La fase final (F3), corresponde a una inclinación de la curva, debido a que el tejido sano del hospedante susceptible es más escaso. Entre la Fase 1 y la Fase 2, existe una fase intermedia de explosión, donde el patógeno está comenzando a multiplicarse y el agricultor puede aplicar alguna medida de control y evitar que llegue a la Fase 2 o logarítmica donde se haría incontrolable el patógeno (Figura 1).

La severidad de una enfermedad de ciclo múltiple depende de la susceptibilidad del hospedante que determina la duración del período de incubación y la cantidad de inóculo secundario producido. Las condiciones ambientales que determinan que proporción del inóculo secundario logra nuevas infecciones.

### Evaluación de la severidad del hongo Phytophthora infestans en papa

Para el manejo de la gota se debe evaluar la severidad con ayuda de escalas gráficas o numéricas. Existen muchas escalas propuestas por diferentes investigadores según el criterio de cada uno. Para efectos del manejo de las escalas de evaluación de «gota», a continuación se describe la escala propuesta por Julia Guzmán en 1974.

**Escala para evaluación del tizón tardío de la papa**

Grados	% de Severidad
0	Ninguna lesión
1	Pocas lesiones de (1 - 15 lesiones)
2	Hasta 25% de defoliación
3	Entre el 25% y el 50% de defoliación
4	Entre el 50% y un 75% de defoliación
5	Del 75% de defoliación hasta planta muerta

Manejo de la escala. Ejemplo: en un cultivo el evaluador puede tomar 10 plantas al azar en algunos surcos con el fin de observar en qué porcentaje se encuentra el patógeno y proceder a la toma de una decisión sobre el manejo inmediato del patógeno. En un diseño experimental se puede tomar 10 plantas al azar de los dos surcos centrales de cada parcela. En un cultivo se puede hacer el muestreo siguiendo alguno de los modelos preestablecidos para tal fin. A continuación se encuentran 10 lecturas tomadas al azar con los siguientes grados: 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1.

Se aplica la siguiente fórmula para averiguar el porcentaje de severidad del patógeno en el momento de la lectura.

$$\% \text{ de Severidad} = \frac{S \text{ (Grados Leídos)}}{N^{\circ} \text{ de Grados} \times N^{\circ} \text{ de Lecturas}} \times 100$$

$$\% \text{ de Severidad} = \frac{(0 + 1 + 0 + 1 + 0 + 0 + 0 + 1 + 0 + 1)}{5 \times 10} \times 100$$

$$\% \text{ de Severidad} = \frac{400}{50} = 8\%$$

Para el caso de Inglaterra con el 0,1% del patógeno, se debe iniciar un control por cuanto es el comienzo de una epifitía. Para el trópico con el 5% de plantas infectadas se debe iniciar un control, de lo contrario puede iniciar una epifitía que en dos o tres días podría eliminar un cultivo.

**Estados de desarrollo del cultivo de la papa**

El conocimiento de los diferentes estados de desarrollo de la papa, permite determinar el punto crítico en que el patógeno podría causar el daño a la planta y ocasionar las pérdidas. Existen modelos de punto crítico para muchos cultivos, mas no para papa. Basados en el conocimiento de la variedad comercial Parda pastusa cuyo período vegetativo, desde la siembra hasta la cosecha, oscila entre 180 y 190 días, se diseñó el modelo. El modelo muestra nueve estados. Los estados 1 a 6 comprende la fase vegetativa, que iría desde la germinación hasta el comienzo de la floración, en términos de tiempo sería desde los 30 días hasta los 90 días aproximadamente. La fase reproductiva comprende los estados 7 al 9, que iría desde el comienzo de la floración, formación de frutos, tuberización, agobio del follaje y maduración completa de los tubérculos hasta la cosecha (Figuras 2). De acuerdo a las prácticas de manejo de gota realizadas en ensayos de campo durante 13 años aproximadamente, los testigos absolutos fueron destruidos en más del 90% entre los 90 y 120 días de edad del cultivo, con pérdidas

superiores al 80%, lo que demuestra que al comienzo de la tuberización todos los carbohidratos y azúcares migran hacia los tubérculos y frutos que contienen las semillas sexuales. Por lo tanto, es la época de mayor predisposición de la planta al ataque del patógeno. Otro factor que influye en la predisposición de la planta hacia el ataque del patógeno, es el máximo de follaje que puede desarrollar la planta, cubriendo completamente el surco y conservando la humedad y el calor del suelo, permitiendo elevar la temperatura que favorece el desarrollo y multiplicación del patógeno. Frente a todas las posibilidades de manifestación del patógeno, se puede tomar una decisión de manejo que más le convenga al agricultor y de acuerdo a las posibilidades económicas (Figuras 2 y 3).

Ejemplo: Si el mayor ataque del *Phytophthora infestans* fue el estado 7, las pérdidas aproximadas se podrían calcular así: utilizando una regresión lineal que sale de multiplicar el estado de desarrollo de la planta por la raíz cuadrada del porcentaje de severidad del patógeno en ese estado.

$$\% \text{ de Severidad} = 7\sqrt{64} = 7 \times 8 = 56\% \text{ de pérdidas}$$

#### Manejo de la roya de la papa (*Puccinia pittieriana* Henn.)

*Puccinia pittieriana* es un patógeno que reduce los rendimientos, afecta a todas las variedades cultivadas en mayor o menor grado. La roya se encuentra en algunos países americanos como México, Costa Rica, Perú, Ecuador y Colombia. Existe la posibilidad de que esta enfermedad, se encontraba afectando algunas especies de solanáceas silvestres en algunos de los países citados y posiblemente, por mutaciones el patógeno llegó a afectar el tomate y la papa (Buriticá, Orjuela y Bustamante, 1963).

En Colombia se encuentra en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Tolima, Caldas y Nariño.

En el departamento de Nariño tiene una amplia distribución, especialmente a altitudes por encima de 2.800 msnm, sin embargo, se puede encontrar por debajo de estos límites altitudinales en menor proporción y su daño no es de importancia. Los sitios donde se ha presentado con porcentajes de severidad altos, causando pérdidas considerables, están ubicados entre 2.800 y 3.200 msnm, especialmente en las variedades más comerciales como son la Parda pastusa, ICA - Nariño, e ICA - Huila. Existen algunas variedades con resistencia como la ICA - Capiro y variedades de tallos morados como la Gualcalá y Morasurco.

Los primeros síntomas aparecen por el envés de las hojas en forma de manchas blancas de 0,5 mm. Posteriormente, forman manchas amarillentas. Cuando la pústulas crecen se tornan amarillo rojizas. En variedades altamente sensibles se forman pústulas de mayor tamaño e irregulares en nervaduras, pecíolos y tallos. Estas variedades presentan pérdidas considerables, por cuanto la época de mayor desarrollo se efectúa después de los 60 días de la germinación, con un máximo de multiplicación entre 90 y 120 días, que coincide con la época de tuberización. Se han presentado cultivos altamente atacados hasta los 120 días, conduciendo a un amarillamiento del follaje y, por tanto, a la maduración anticipada con pérdidas hasta del 60%.

Quijano y Molina (1986) realizaron una investigación con 10 tratamientos para el control de la roya en papa variedad Parda pastusa, a una altura de 3.100 msnm. A los 150 días, fecha en que se realizó la quinta evaluación, después de la tercera aplicación de los tratamientos, encontraron unos porcentajes de roya para el mejor tratamiento de 3.70% y para el testigo absoluto con 62,63%; las producciones fueron de 88,13 kg por parcela del 15,6 m<sup>2</sup> para el mejor

tratamiento y para el testigo absoluto de 75,88 kg por parcela de 15,6 m<sup>2</sup>; las producciones por hectárea fueron de 56,49 toneladas para el mejor tratamiento y de 48,64 toneladas para el testigo.

En una investigación reciente de Erazo, Lasso y Molina (1996), para el control de roya Puccinia pittieriana Henn. en el municipio de Pupiales- Nariño, a 3.000 msnm en dos sitios, se utilizó un diseño con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, a los 150 días, época en que se efectuó la última evaluación, el porcentaje de roya para el testigo fue de 67,36% y para el mejor tratamiento fue de 13,7%, las producciones de papa de primera fueron de 15,20 toneladas para el mejor tratamiento y para el testigo de 7,30 toneladas.

La roya se manifiesta cuando las condiciones de humedad son propicias en épocas de precipitación pluvial, en épocas secas desaparece y se reduce el efecto. Su presencia en altitudes mayores de 2.800 msnm se explica por la presencia de nubosidad y rayos ultravioletas. La anterior aseveración fue comprobada por Quijano y Molina (1986), en prueba de germinación de teleutosporas. En medio artificial no se produjo, hasta tanto no se le dio una radiación con una lámpara de luz ultravioleta, a las dos horas se inició la germinación de las teleutosporas. Demostrando con esto que a alturas mayores de 2.800 msnm hay presencia de rayos UV que influyen en ciertos procesos reproductivos de los patógenos y también pueden causar efectos nocivos a las plantas, como la necrosis.

#### Manejo del tizón temprano de la papa Alternaria solani (Ell. & Martin)

En papa no reviste mayor importancia, suele manifestarse como una enfermedad esporádica hacia el final del período vegetativo. No influye en la pro-

ducción, a no ser que su ocurrencia la haga al comienzo del período vegetativo del cultivo o hacia la mitad del ciclo, si las condiciones son secas y no hay presencia del hongo Phytophthora infestans, por consiguiente los agricultores no aplican ningún fungicida; la planta así desprotegida, permitiría el desarrollo de otros patógenos, como el hongo Alternaria solani, parásito facultativo de la papa y tomate.

#### Síntomas

Alternaria solani es un patógeno de colonización localizada, presenta lesiones con anillos concéntricos entre irregulares o redondos, los síntomas típicos son lesiones necróticas. La necrosis se manifiesta por la presencia de fenoles oxidados por las enzimas del patógeno y luego pasan a quinonas que matan al tejido y le dan una coloración oscura, también pueden presentarse sustancias tóxicas que matan las células y el tejido.

Dentro de las fitoalexinas están la alternarina y el ácido alternático, que producen una serie de reacciones bioquímicas en el sitio de infección de Alternaria. Cuando ocurren infecciones tempranas se puede manejar con los mismos tratamientos que se hagan para el tizón tardío.

#### Cenicilla de la papa Erysiphe cicchoracearum DC.

#### Síntomas

Erysiphe cicchoracearum DC. se manifiesta tanto en hojas como en tallos en forma de manchas blancas pulverulentas en ambas caras de los folíolos, lo que se traduce posteriormente en lesiones necróticas de color pardo oscuro de forma irregular. El patógeno es de colonización superficial. Al igual que la roya son parásitos obligados que viven a expensas del tejido vivo. Su apari-

ción la efectua hacia el final del período vegetativo y en épocas secas acelerando la maduración de la planta. Es un patógeno endémico.

En ciertos casos puede tener importancia económica, especialmente cuando ocurre de la mitad del período vegetativo en adelante y que aún no se presente la tuberización completa, por cuanto presentaría defoliación del cultivo y muerte de la planta en forma anticipada. El manejo del patógeno se puede hacer con productos a base de azufre, lo que puede contribuir en mantener el color verde de la planta, prolongar el período vegetativo y redundar en una mejor producción.

Las temporadas lluviosas no permiten el desarrollo de la cenicilla. El patógeno desarrolla ciclos múltiples y lo hace en corto tiempo, las conidias están en cadenas hialinas, las que se fragmentan con el viento o con el contacto de las hojas. La dispersión la efectúa el viento o las lluvias que ocurran una vez esté esporulado el patógeno.

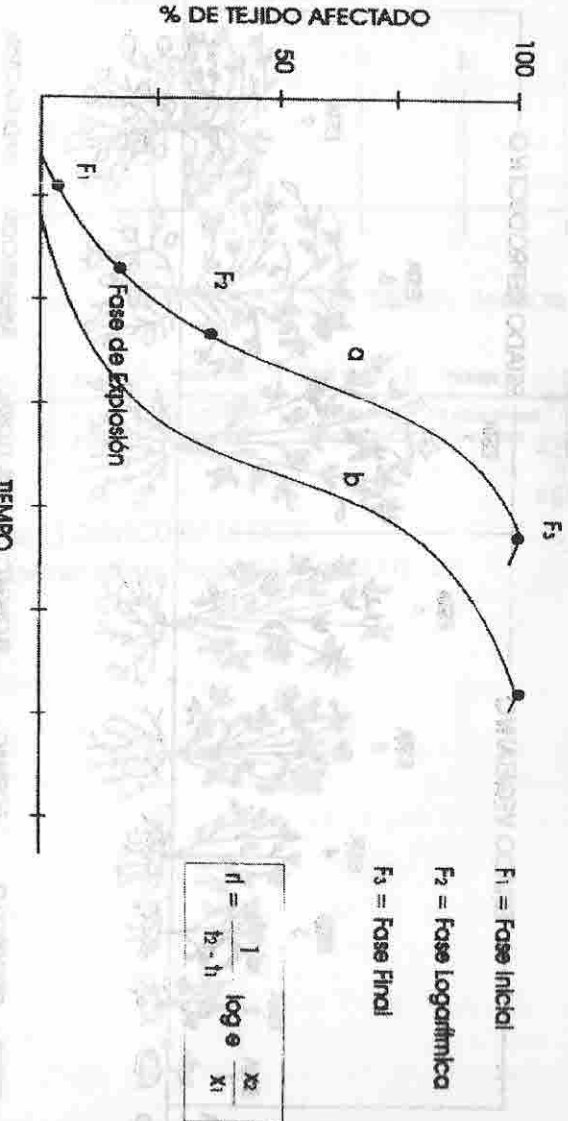


FIGURA 1. MODELO DE EPIDEMIAS DE CICLO MULTIPLE

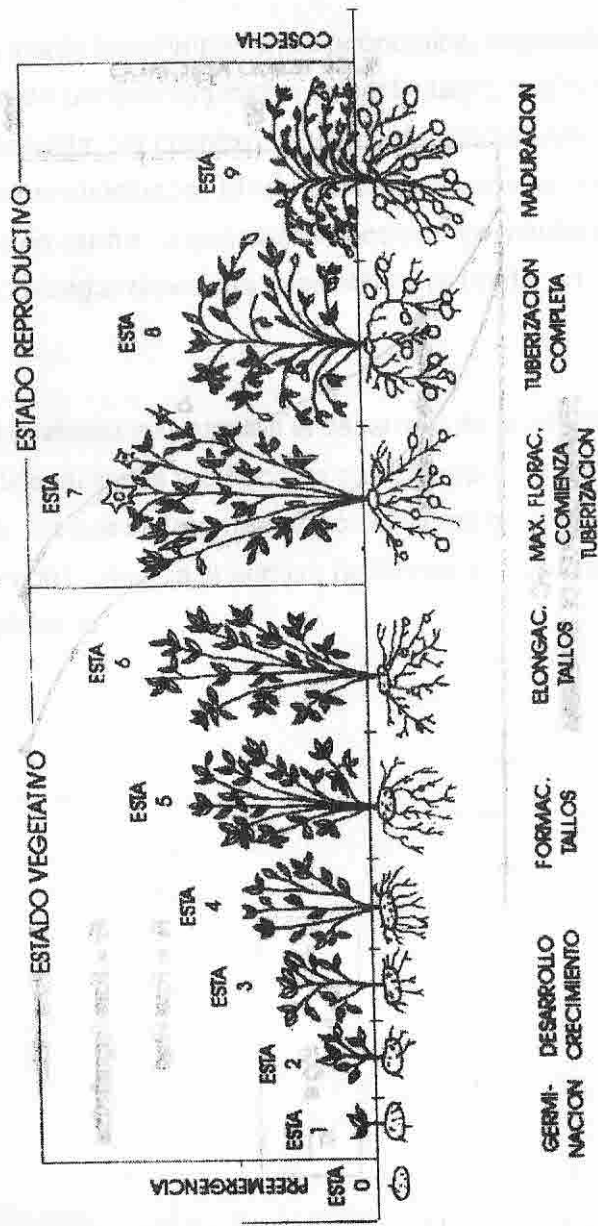


FIGURA 2. ESTADOS DE DESARROLLO DE LA PAPA



FIGURA 3. MANEJO QUIMICO DE LA GOTA

(Modelo tomado de Arango, Agr. Trop.3(1):119-120)



## BIBLIOGRAFÍA

- ARANGO, Q. P. Manejo de la gota en papa. *Agricultura Tropical (Colombia)*. 31(1):119-120. 1994.
- BAUER, L. J. *Fitopatología*. Limusa, México, 1978. 384 p.
- DICKINSON, C. H. y LUCAS, J. A. *Patología vegetal y patógenos de plantas*. Limusa, México, 1987. 312 p.
- ERAZO, C. J. y LASSO, Q. L. V. Control químico de la roya *Puccinia pittieriana* Henn. en el municipio de Pupiales, departamento de Nariño. Tesis Ing. Agr. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1996. 68p.
- GONZÁLEZ, L. C. *Introducción a la fitopatología*. San José de Costa Rica, IICA, 1976. 148 p.
- GUZMÁN, N. J. Naturaleza de la resistencia parcial de ciertos clones de tres especies de papa al *Phytophthora infestans* (Mont) De Bary. *Revista ICA*. 9(2): 201-228. 1974.
- LA MOLINA. *Enfermedades de la papa en el Perú*. Ministerio de Agricultura. Boletín Técnico N°. 77. 1972. 36 p.
- MANNERS, J. G. *Introducción a la fitopatología*. Limusa, México, 1986. 293p.
- MOLINA VALERO, L. A. y QUINTERO, E. Efectividad del fungicida Bravo 500 en diferentes dosis y mezclas en el control de *Phytophthora infestans* Mont De Bary en Pasto, Nariño. *Revista Ciencias Agrícolas*, (Colombia). 9(1-2): 93-116. 1985.
- QUIJANO, O. y MOLINA V., L. A. Control químico de la roya *Puccinia pittieriana* Henn. en papa de la variedad parda pastusa en el departamento de Nariño. *Revista Ciencias Agrícolas*, (Colombia). 10 (3-4): 31-50. 1987 - 1988.
- SMITH, E. H. y PIMENTEL, D. *Pest control strategies*. Academic Press. London, 1978. 334 p.
- VANDER PLANK, J. E. *Disease resistance in plants*. Academic Press. London, 1968. 206 p.