



Universidad Carlos Rafael Rodríguez de Cienfuegos

Título: Incidencia de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary y *Phytophthora parasítica* Dastur en papa durante nueve campañas en la Empresa Agropecuaria Horquita, de la Provincia Cienfuegos

Autor: Alexander Chávez Cruz

Tutor: MSc. Neivys Yanes López

Cotutor: Dr. Leónides Castellanos González

“Año del 53 Aniversario del triunfo de la Revolución”

Resumen

Se determinó la incidencia de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary y *Phytophthora parasítica* Dastur en papa durante nueve campañas en la Empresa Agropecuaria Horquita en relación a las variedades, época de plantación y fenología. Los datos para realizar el trabajo fueron tomados de la información recopilada en los informes de campañas anuales realizados por la Estación de Protección de Plantas de Yaguaramas (EPP). Se recogió por campaña del cultivo primera observación u ocurrencia, porcentaje de área afectada, nivel de incidencia del patógeno por campaña y variedad. *Phytophthora parasítica* se presentó en el 100% de las nueve campañas en estudio con un 86.67 % del área afectada, siendo enero el mes más favorable para su aparición, mientras que *Phytophthora infestans* incidió solamente en el 55.56 % de las campañas afectando el 79.49 % del área preferentemente en el mes de febrero; ambos patógenos alcanzaron niveles ligeros. Las variedades Ajiba, Atlántic, Atlas, Call white, Chisftain, Larouge, Red Scarlet, Romano, Santana y Spunta fueron afectadas por los dos patógenos. Sin embargo Arnova no fue afectada por ninguno de ellos. *P. infestans* incidió en 14 variedades y *P. parasítica* en 19. En épocas de plantaciones intermedias y tardías fueron detectados con mayor frecuencia ambos patógenos; en plantaciones tempranas solo fue detectada *P. infestans* pero en menor frecuencia. En el primer y segundo período vegetativo de la papa nunca fueron detectados los patógenos. En el último período es donde ocurrieron el mayor número de detecciones para *P. infestans* con edades entre 49 y 65 días, mientras que para *P. parasítica* las mayores detecciones fueron en el tercer período con rango 40-73 días de plantado el cultivo.

PALABRAS CLAVES: Incidencia, papa, *Phytophthora infestans*, *Phytophthora parasítica*.

INDICE GENERAL	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1-4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5-23
2.1 El cultivo de la papa	5-6
2.2 <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary en papa	6-10
2.2.1 Origen, migraciones y comportamiento del patógeno en el mundo	6-7
2.2.2 Comportamiento en Cuba	7-10
2.3 Clasificación taxonómica	10
2.3.1 Biología, reproducción y caracterización de poblaciones del Hongo	10-11
2.3.2 Síntomas	11-12
2.3.3 Etiología	12-13
2.3.4 Epidemiología	13
2.3.5 Epifitiología	13-14
2.4 Manejo de <i>Phytophthora infestans</i>	14-15
2.4.1 Edad y época de plantación más susceptible	15-16
2.4.2 Control	16-17
2.4.3 Servicio de pronóstico	17-18
2.5 <i>Phytophthora parasítica</i> Dastur	18-23
2.5.1 <i>Phytophthora parasítica</i> Dastur en papa	19-20
2.5.2 Origen y migraciones del patógeno	20
2.5.3 Clasificación taxonómica	20
2.5.4 Biología del Hongo	21
2.5.5 Síntomas	21
2.5.6 Etiología	22
2. 5.7 Epidemiología	22
2.6 Manejo de <i>Phytophthora parasítica</i>	22-23
2.6.1 Edad y época de plantación más susceptible en papa	23
3. MATERIALES Y MÉTODOS	24-27
3.1 Determinación de la incidencia de <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) De Bary y <i>Phytophthora parasítica</i> Dastur en papa durante nueve campañas en la Empresa Agropecuaria Horquita	24-26

3.2 Relación de la incidencia de <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) De Bary y <i>Phytophthora parasítica</i> Dastur con las variedades, épocas de plantación y fenología	26-27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28-39
4.1 Determinación de la incidencia de <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) De Bary y <i>Phytophthora parasítica</i> Dastur en papa durante nueve campañas en la Empresa Agropecuaria Horquita	28-34
Primera observación u ocurrencia del agente patógeno	28-30
Porcentaje de área con presencia del agente patógeno	30-32
Nivel de incidencia del agente patógeno por campaña	32-34
4.2 Relación de la incidencia de <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) De Bary y <i>Phytophthora parasítica</i> Dastur con las variedades, épocas de plantación y fenología	34-39
Nivel de incidencia por variedad	34-35
Relación de la incidencia con épocas de plantación	35-37
Relación de la incidencia con la fenología	37-39
5. CONCLUSIONES	40
6. RECOMENDACIONES	41
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
8. ANEXOS	

1. INTRODUCCIÓN

Según AgroNet (2009), la papa (*Solanum tuberosum* L.) se ha cultivado desde hace ocho mil años en la cordillera andina de Sudamérica, de donde es nativa. Es una dicotiledónea herbácea anual, la más importante como fuente de alimentación humana; ocupa el quinto lugar entre los principales cultivos alimenticios del mundo y es superada solamente por gramíneas como el trigo, arroz y cebada. Ocupa una superficie de aproximadamente 18 millones de hectáreas, con una producción cercana a 300 millones de toneladas, de las cuales cerca de 170 millones son destinadas al consumo humano (Fundación Chile, 2001).

Se considera el tubérculo principal en Cuba, teniendo un peso fundamental en la alimentación humana tanto en forma natural como industrial. Es el más importante de las siembras de invierno en el país, pues además de contribuir a una fuente alimenticia considerable, sus tubérculos pueden ser almacenados a diferencia del resto de las viandas (Mayea *et al.*, 1985; Font, 1999; Andréu y Gómez, 2007 y Martínez *et al.*, 2007). Como cultivo tiene un peso específico por los esfuerzos que se le dedican (Gómez *et al.*, 1995; Font, 1999; Elizondo *et al.*, 2002 y Martínez *et al.*, 2007).

A nivel mundial y también en Cuba, las enfermedades causada por Oomycetes ocasionan serios daños y grandes pérdidas económicas en este cultivo (Muiño, 1997). La importancia del género *Phytophthora* ha sido trascendental, tanto para la humanidad como para el desarrollo de la ciencia de la patología de plantas, si se tiene en cuenta el lugar que ha ocupado la papa en la dieta y la presencia de este agente infeccioso asociado al cultivo (Hernández y Gómez, 2003).

La primera referencia del tizón tardío de la papa en Cuba es de Cook (1906). Esta patología fue incluida por Bruner (1918) y es de gran importancia económica constituyendo una enfermedad devastadora por su carácter epidémico para este cultivo (Gómez, 1999; Hernández y Gómez, 2005; Andréu y Gómez, 2007).

Las condiciones favorables para la producción del cultivo de papa les son también para el desarrollo del tizón tardío, por lo tanto es imposible producir papa sin tomar las medidas necesarias para el manejo de la misma (Lucca *et al.*, 2008). Puede controlarse satisfactoriamente mediante la combinación de varias medidas sanitarias, variedades

resistentes y aspersiones con compuestos químicos aplicados adecuadamente en la temporada (Tomás y López, 1999; AgroNet, 2009; Andréu y Gómez, 2007; Lucca *et al.*, 2008).

Un aspecto de interés constituye el hallazgo de *Phytophthora parasítica* Dastur en plantaciones de papa de Cuba al causar síntomas muy similares al tizón tardío desde la campaña 1992-1993 (Gómez *et al.*, 2002).

En 1896 Breda de Haan informa por primera vez la presencia del patógeno causando la enfermedad pata prieta en semilleros de tabaco en Java, denominándolo *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan. En los primeros años del siglo XX se presentó en los suelos tabacaleros de Cuba de la provincia de La Habana, introducido probablemente desde Estados Unidos, junto con la tela de tabaco de uso que en aquella época se traía de ese país. Esto constituyó el foco inicial, que en pocos años se logró extender, hasta llegar a contaminar todos los suelos tabacaleros del país (Espino, 2005).

Desde 1992-1993 los especialistas del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Villa Clara detectaron *Phytophthora nicotianae* en el follaje de plantas de papa en el valle de Yabú, la que no presentaba mildiu blanco por el envés de la hoja característico de *Phytophthora infestans*. En las campañas 1994-1995 y 1995-1996 también existieron brotes de intensidad ligera en diferentes localidades de esa provincia. Igualmente *Phytophthora parasítica* fue aislada de muestras con síntomas similares a los producidos por el tizón tardío procedentes de Alquizar y Güines, provincia de La Habana, en febrero y marzo de 1998, respectivamente (Tomas, 1999).

En la provincia de Cienfuegos, no fue hasta la campaña 2002-2003 que se informa oficialmente a *Phytophthora parasítica* Dastur en el cultivo de la papa, sobre manchas analizadas en el I Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal el 20 de febrero del 2003 de la variedad Spunta, en la Kuban 12, UBPC Che Guevara, Empresa Cultivos Varios Horquita (LAPROSAV, 2003).

Es importante conocer en cada territorio el comportamiento histórico de una enfermedad o plaga. Su control resulta más eficiente y económico cuando se toma en cuenta y dispone de toda la información respecto al cultivo; sus patógenos, las condiciones del medio ambiente

que se espera predominan, la localidad, la disponibilidad de materiales, costos, etc. Tales conocimientos son utilizados por el hombre para su manejo (AgroNet, 2009).

La coexistencia de dos enfermedades del género *Phytophthora* en el mismo cultivo en la Empresa Agropecuaria Horquita, ha sido motivo de intercambios técnicos en los últimos años (LAPROSAV, 2004), realizándose investigaciones con poco esclarecimiento desde el punto de vista científico la influencia de diferentes factores varietales, fenológicos y época de plantación, en la incidencia *Phytophthora infestans* y *Phytophthora parasítica*.

Considerando lo antes expuesto se planteó el siguiente problema científico.

Problema científico:

¿Cómo se relaciona la incidencia de *Phytophthora infestans* y *Phytophthora parasítica* con los factores varietales, época de plantación y fenología, en el cultivo de la papa en la Empresa Agropecuaria Horquita?

Teniendo en cuenta el problema se estableció la siguiente hipótesis.

Hipótesis:

Si se determina cómo se relaciona la incidencia de las enfermedades causadas por *Phytophthora infestans* y *Phytophthora parasítica* en el cultivo de la papa de la Empresa Agropecuaria Horquita con los factores varietales, época de plantación y fenología, entonces se contribuirá a perfeccionar el sistema de toma de decisiones para manejar con mayor eficiencia estas enfermedades.

Objetivo general:

Determinar la incidencia de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary y *Phytophthora parasítica* Dastur en el cultivo de la papa durante nueve campañas en la Empresa Agropecuaria Horquita en relación a las variedades, época de plantación y fenología.

Objetivo específicos:

1. Determinar la incidencia de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary y *Phytophthora parasítica* Dastur en el cultivo de la papa durante nueve campañas en la Empresa Agropecuaria Horquita.
2. Relacionar la incidencia de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary y *Phytophthora parasítica* Dastur con las variedades, época de plantación y fenología.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 El cultivo de la papa

Según AgroNet (2009), la papa (*Solanum tuberosum* L.) se ha cultivado desde hace ocho mil años en la cordillera andina de Sudamérica, de donde es nativa. Es una dicotiledónea herbácea anual, la más importante como fuente de alimentación humana; ocupa el quinto lugar entre los principales cultivos alimenticios del mundo y es superada solamente por gramíneas como el trigo, arroz y cebada. Se conocen aproximadamente dos mil especies del género *Solanum* de las cuales unas ciento ochenta producen tubérculos. Sólo ocho de estas especies son cultivos alimenticios, pero únicamente *Solanum tuberosum* L. es sembrada extensiva e intensivamente en todo el mundo. Ocupa una superficie de aproximadamente 18 millones de hectáreas, con una producción cercana a 300 millones de toneladas, de las cuales cerca de 170 millones son destinadas al consumo humano (Fundación Chile, 2001).

Como cultivo la papa en Cuba tiene un peso específico importante por los esfuerzos y grandes recursos que se le dedican (Font, 1999; Martínez *et al.*, 2007 y Elizondo *et al.*, 2002). Es muy extendido en varias provincias, es el más importante de las siembras de invierno en el país, pues además de contribuir una fuente alimenticia considerable, sus tubérculos pueden ser almacenados a diferencia del resto de las viandas (Mayea *et al.*, 1985; Font, 1999; Andréu y Gómez, 2007 y Martínez *et al.*, 2007). Una de las grandes limitantes en la producción de papa son los problemas fitopatológicos, los que afectan tanto el rendimiento como la calidad del producto (Acuña, 2004).

A nivel mundial y también en Cuba, las enfermedades causadas por Oomycetes ocasionan serios daños y grandes pérdidas económicas (Muiño, 1997). La importancia del género *Phytophthora* ha sido trascendental, tanto para la humanidad como para el desarrollo de la ciencia de la patología de plantas, si se tiene en cuenta el lugar que ha ocupado la papa en la dieta y la presencia de este agente infeccioso asociado al cultivo (Hernández y Gómez, 2003).

Entre los parámetros climáticos que influyen sobre los principales procesos biológicos de las especies del género *Phytophthora* se señalan la temperatura y el agua, como fundamentales para la producción y germinación de sus estructuras reproductivas.

Phytophthora spp comprende hongos patógenos de las plantas que causan serios perjuicios en diferentes cultivos mucho de los cuales tienen gran importancia económica (Fernández, 2002 b).

Martínez *et al.* (2007); RedePapa (2008) y CNSV (2007) coinciden en que *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (tizón tardío) se encuentra entre las enfermedades más importantes a nivel mundial, por ser la más peligrosa y destructiva del cultivo de la papa pudiendo en pocas horas, al presentarse condiciones favorables para su aparición y desarrollo, causar la defoliación y muerte de las plantas con reducción significativa en los rendimientos.

El cultivo requiere de noches frías y suelos bien drenados con humedad adecuada. (AgroNet, 2009). El hongo evoluciona adecuadamente en ambientes fríos (11- 28 °C) y húmedos (60-100 % Hr), donde se presentan lluvias, lloviznas, neblinas y nieblas (Gómez, 1999). Las condiciones favorables para la producción del cultivo de papa son también favorables para el desarrollo de la enfermedad tizón tardío, por lo tanto es imposible producir papa sin tomar las medidas necesarias para el manejo de esta enfermedad (Lucca *et al.*, 2008).

2.2 *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary en papa

2.2.1 Origen, migraciones y comportamiento del patógeno en el mundo

Phytophthora infestans (Mont.) de Bary el tizón tardío de la papa afecta a este cultivo desde hace más de 150 años, y constituye el mayor obstáculo para la producción del tubérculo en los países que lo cosechan (CIP, 2002). El primer reporte de la epidemia de tizón tardío causada por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary data de 1845, cuando devastó plantaciones de esta solanácea en el oeste de Europa, con el mayor impacto en Irlanda. A partir de 1842 se desarrollaron epidemias severas de tizón tardío en Estados Unidos, y desde 1845 en Europa (Fry *et al.*, 1993).

La segunda migración del patógeno implicó la introducción en Europa del grupo de compatibilidad sexual A₂ y nuevos genotipos A_v así como la ocurrencia de reproducción sexual en Holanda y Polonia. Con posterioridad a migraciones del patógeno a partir de su lugar de origen se han realizado diversas investigaciones apoyadas en el empleo de marcadores moleculares para dilucidar algunas incógnitas relativas al origen, migraciones,

así como variaciones en la biodiversidad de las poblaciones, las que han contribuido a cambiar la forma de enfocar el manejo de la enfermedad (Hernández y Gómez, 2003).

2.2.2 Comportamiento en Cuba

El tizón tardío de la papa causado por *Phytophthora infestans* (Mont), fue incluida en Cuba por Bruner, (1918) como enfermedad de importancia económica de la papa, constituyendo una enfermedad devastadora por su carácter epidémico para este cultivo (Gómez, 1999; Hernández y Gómez, 2005; Acuña y Torres, 2000; Andréu y Gómez, 2007).

La primera referencia del tizón tardío de la papa en Cuba es de Cook (1906), quien señaló que el cultivo había estado sujeto a otras enfermedades de origen fúngico, además de la (sarna común) *Streptomyces scabies* (Thaxter) Waksman. Padrón (1982), reportó sobre una epidemia severa en la campaña de 1929-1930, al año siguiente ocurrió un fuerte ataque en Alquizar y Güines. En 1937 y 1939 fueron reseñadas epidemias. Otra epidemia severa ocurrió en 1940-1941 en Las Villas y La Habana durante este último año, durante la campaña 1951-1952 se señaló que la variedad Red Pontiac fue muy atacada en parcelas experimentales (González, 1952).

Según Padrón (1982), en las campañas 1962-1963 y 1964-1965 y en las de 1963-1964, 1965-1966 y 1968-1969 se registraron epifitotias de tizón tardío en papa en La Habana. En las primeras seis campañas de la década del setenta no se presentaron epifitotias en Güira de Melena, pero sí en las tres últimas (1976-1977, 1977-1978 y 1978-1979), se correspondía en los primeros años con precipitaciones acumuladas escasas, y en los siguientes con precipitaciones superiores a los valores umbrales establecidos por el autor.

Hasta mediados de la década del ochenta del pasado siglo la aparición del tizón estaba caracterizada por brotes intermitentes durante el desarrollo del cultivo, con excepción de 1982-1983, cuando lluvias atípicas y condiciones moderadamente favorables de temperatura favorecieron la evolución epidémica, que fue eficazmente combatida con el metalaxyl. En 1986-1987 también existieron brotes fuertes en diferentes Áreas de La Habana y Matanzas. Posteriormente la enfermedad estuvo limitada a la aparición de brotes ligeros o no aparición, debido fundamentalmente a la incidencia de inviernos cálidos (INSMET, 1991).

Ya en 1992-1993 el tizón apareció de forma moderada en diferentes municipios de La Habana, pero fue controlado satisfactoriamente (CNSV, 2007).

La campaña 1993-1994 se caracterizó por una severa epidemia de tizón tardío, fundamentalmente en La Habana y Matanzas, que produjo afectaciones en 85% del Área plantada, en la cual se llegaron a desfoliar 58,13 caballerías del cultivo. Entre los factores que contribuyeron a la explosión de la enfermedad estuvieron las condiciones favorables del clima, la falta de detección temprana de las primeras infecciones, la aparición de poblaciones resistentes al metalaxyl, la falta de fungicidas para el control de los primeros brotes y el gran número de plantaciones tardías (INISAV, 1998).

Durante la campaña 1994-1995 la incidencia de tizón fue de 6% en el área plantada, y la distribución de focos sensibles al metalaxyl fue mayor que en la etapa anterior. De los aislados, 41,6% resultaron altamente resistentes, 50% fueron medianamente resistentes y solo 8,3% fueron sensibles al metalaxyl (Muiño, 1997).

Además, durante este ciclo del cultivo se determinó monitorear la población del patógeno en la semilla importada como parte de la inspección cuarentena, y se halló la presencia del grupo de compatibilidad A_2 en aislamientos con alta resistencia al metalaxyl realizados a partir de tubérculos de papa provenientes de Holanda y Canadá. En años posteriores Tomás, (1999) tuvo resultados similares para semillas importadas, y la frecuencia de aislados A_2 resultó mayor con respecto a los del grupo de compatibilidad A_1 .

Todo esto hace presumir que la raza tolerante fue importada de la semilla o de las provincias de Habana y Matanzas donde había sido reportada en años anteriores (LAPROSAV, 1997). La aparición de poblaciones resistentes al metalaxyl por primera vez, producto que se había comportado con altísima eficiencia fue la causa de la pérdida de 107.36 ha de este cultivo en la Empresa Agropecuaria Horquita (EPP Yaguaramas, 2008).

En estudio realizado desde 1978-1979 hasta 1997-1998, en Cienfuegos, Empresa Agropecuaria Horquita Gómez y Suárez, (2001) plantean utilizando la siguiente escala de la frecuencia de aparición (%): 0-20, mínimo; 21-29, ligero; de 50-69, moderado; 70-100, alto, que horquita se consideró como zona de riesgo moderado. Yanes (2009), en la misma

Empresa pero analizando 30 campañas (1978-1979 hasta 2007-2008) coincidió con los resultados de los autores antes mencionados.

Según Yanes (2009), en el estudio antes referido *P. infestans* en la Empresa Agropecuaria Horquita afectó más del 20% del área cultivada de papa, en diez campañas. De ellas, dos en la década del 80; seis en la década del 90 y dos en el presente siglo; lo cual evidencia que la enfermedad aumentó su presencia en la década del 90.

Los resultados de la década del 80 coinciden con INSMET, (1991) y CNSV (2007), quienes plantean que la aparición del tizón tardío estaba caracterizada en Cuba hasta esta década por la aparición de brotes ligeros o no aparición, debido fundamentalmente a la ocurrencia de inviernos cálidos. Fue en la década del 90 donde se detectó poblaciones resistentes al metalaxyl, fenómeno que ocurría por primera vez en Cuba (INISAV, 1998). La explicación dada por Castellanos *et al.*, (2008) para el aumento de la frecuencia del tizón tardío se relacionó con la posible adaptabilidad del patógeno y a la entrada al país del aislado A₁ compatibilidad A₂ y al surgimiento de nuevas razas del patógeno resistente al metalaxyl.

El comportamiento ligero de la enfermedad en el último período se le atribuye a las variables climáticas que ejercen una mayor influencia sobre la enfermedad, las mismas se han comportado de la siguiente forma: en los meses de enero-febrero donde se localizan las mayores áreas plantadas, con respecto a la media histórica la temperatura media ha tenido valores que oscilan entre -0.5 hasta 3°C; Humedad relativa media desde -5 hasta 0 %; la lluvia desde -39 hasta 46 mm con la excepción del mes de febrero en la campaña 2006-2007 con 104 mm y los días lluviosos desde -1 hasta menos 9, con respecto a la media histórica (ACC, 1992) .

Una fuente de inóculo importante para el país son los tubérculos de semilla que, atendiendo a la procedencia, ha tenido sus fluctuaciones con el tiempo, aunque en los últimos diez años los proveedores de semilla han sido Holanda y Canadá, ambos con cambios en el comportamiento del tizón tardío a partir de la segunda migración del hongo a Europa (Fry *et al.*, 1993), variaciones que se han reflejado a partir de 1993 en Cuba (Gómez *et al.*, 1995). Este inóculo tiene la capacidad de permanecer viable (Erwin y Ribeiro, 1996) e infectar las primeras yemas que emergen, de difícil diagnóstico y erradicación o crecer dentro del tejido del hospedante sin esporular, hasta que las condiciones ambientales son favorables para su

desarrollo. Se desconocen en Cuba otras fuentes de inóculo primario de *P. infestans*, además de la introducción del patógeno en los tubérculos de semilla importados. Hasta ahora poco se sabe de la variabilidad de las poblaciones desde el punto de vista fenotípico y se desconoce su composición genotípica, lo que imposibilita realizar un análisis completo acerca de las reales fuentes de inóculo en el país, así como el grado de variabilidad de las poblaciones, relaciones ínterespecies y posibilidad de recombinación sexual (Hernández y Gómez, 2003).

2.3 Clasificación taxonómica

Según Alexopoulos *et al.* (1996), *Phytophthora infestans* se ubica en el reino, *Stramenopila*; phylum, *Oomycota*; división, *Mastigomycota*; subdivisión, *Diplomastigomycotina*; clase, *Oomycetes*; subclase, *Oomycetidae*; orden, *Peronosporales*; familia, *Phythiceae*; género, *Phytophthora*; especie, *Infestans*. Es un hongo hemibiotrófico ya que se comporta como parásito biotrófico durante los primeros estadios de la infección. Al avanzar la colonización, el tejido muere y continúan su ciclo como necotróficos (Mentaberry, 2008).

2.3.1 Biología, reproducción y caracterización de poblaciones del hongo

Esta especie se caracteriza por presentar micelio cenocítico y esporas móviles flageladas. Sus esporangios se desarrollan en condiciones de humedad, fundamentalmente durante la noche, y se dispersan bajo condiciones de baja humedad relativa durante el día a través del viento. Zoosporas, uninucleadas y biflageladas, que actúan como fuente de inóculo para la infección. El hongo es heterotálico y se reproduce sexualmente en presencia del grupo de compatibilidad opuesto (Dowley, 1997). Se ha comprobado que la formación de las estructuras reproductivas también ocurre ameiotóticamente por apomixis o por autofecundación. Su complicado ciclo de vida, hace que el manejo de la enfermedad sea difícil, lo que constituye un reto para los productores del tubérculo (Fry y Smart, 1999).

En Cuba han sido detectados los dos tipos de compatibilidad (A_1 y A_2) del hongo (Tomás y López, 1999), por lo cual puede haber ocurrido reproducción sexual, aunque esta aún no ha sido demostrada. Además, se han hecho estudios de resistencia al metalaxyl, comprobándose poblaciones resistentes y poblaciones sensibles (Muiño, 1997). Sin embargo

el análisis de isoenzimas todavía no ha sido llevado a cabo por lo que no se incluyen hasta el momento en ninguna de estas dos categorías descritas (García y Muiño, 1999).

De manera general, en el país la diversidad fenotípica del patógeno es alta en la resistencia al metalaxyl, lo que provoca problemas de control en campo (García *et al.*, 2000). Se observa además un incremento en la población fúngica A_2 durante los últimos años, posiblemente relacionado con la importación de semilla agámica (Hernández y Gómez, 2003).

2.3.2 Síntomas

P. infestans afecta las hojas, los frutos y los tallos. Esta enfermedad puede aparecer en el follaje en cualquier estadio de su desarrollo, se presenta como manchas de color pardo a negro que avanzan rápidamente cuando las condiciones son favorables, produciendo atizonamiento. Las lesiones se detienen si la humedad es baja, mientras que se extienden en ambientes húmedos y cálidos. En los frutos los síntomas pueden aparecer en cualquier estadio de su desarrollo, con frecuencia cerca del extremo del tallo. Las manchas son de un color gris verdoso y apariencia gris acuosa, a veces cubre todo el tallo (Carmona *et al.*, 2000).

Los síntomas de *P. infestans* en un lote de papa, provienen de inóculo primario, es decir, tubérculo. Los cuales son atacados por el hongo con frecuencia durante la recolección y el almacenamiento. En estos órganos las lesiones son color café purpúrea, firme, relativamente superficiales e indoloras, si no hay invasión de bacterias u otros órganos saprófitos. El daño avanza sistemáticamente hasta alcanzar la base de tallos los cuales se tornan de color negro y, con abundante humedad relativa y temperatura fresca, el daño se cubre de un fieltro de color blanco que son los esporangios del hongo. Cuando el tiempo es lluvioso, los tubérculos están expuestos a pudriciones por inóculo, por el agua de lluvia acarrea de las hojas y tallos hacia el suelo (Mayea *et al.*, 1985; AgroNet, 2009; Andréu y Gómez, 2007).

En las hojas los síntomas aparecen como manchas pardo claro verdosas con bordes indefinidos que se inician en los márgenes de los folíolos, de donde pasa a la totalidad del limbo y de allí al resto de la hoja, los pecíolos y tallos causando tizón foliar, por el envés de la

hoja las manchas se cubren de un vello blanquecino, compuesta por las fructificaciones del hongo si se mantienen la alta humedad ambiental y la temperatura fresca. Este signo es conocido por mildiu. De las hojas, la infección avanza hacia el pecíolo y luego al tallo, el cual muestra una pudrición café oscura, al principio, y después superficialmente blanquecina provocada por el desarrollo de micelio, esporangióforos y esporangios, que en conjunto dan esta tonalidad. Si las condiciones favorables cesan, la invasión del hongo en las hojas se detiene y las hojas afectadas se secan adquiriendo una coloración parda (Mayea *et al.*, 1985; AgroNet, 2009; Andréu y Gómez, 2007). Extensos halos acuosos y descomposición foliar, fueron síntomas observados fundamentalmente en la campaña 1993-1994 y parte de la 1996-1997, en Cuba (Stefanova *et al.*, 1999).

La hojas y tallos de las variedades susceptibles son rápidamente invadidas por el patógeno y las deja como si hubieran sido presas del fuego, a lo que alude el nombre de tizón con que se conoce la enfermedad. En las variedades resistentes, las manchas necróticas crecen lentamente y el hongo esporula poco, por lo que no llega a morir. En las variedades inmunes, el hongo penetra, pero, debido a una reacción de hipersensibilidad, las células infectadas mueren rápidamente y con ellas el también perece, dejando solamente una huella diminuta o punto necrótico (AgroNet, 2009).

2.3.3 Etiología

El hongo inverna en forma de micelio en los tubérculos de papa infectados. Este medio se propaga en los tejidos de los tubérculos de papa y por último llega a unos cuantos retoños que se formaron a partir de los tubérculos infectados utilizados como semilla, así como las plantas voluntarias desarrolladas a partir de tubérculos enfermos abandonados en el campo, o bien puede llegar a los brotes que se han formado por las papas infectadas que fueron depositadas en basureros o en montones de desechos. Después de la planta emerge, el hongo invade algunos brotes de desarrollo y esporula siempre que las condiciones de humedad sean favorables, produciéndose así el inóculo primario. Una vez realizada la infección primaria, la diseminación se realiza por medio de los esporangios que son transportados por el agua y por el viento (Mayea *et al.*, 1985; AgroNet, 2009).

Desde 1881 se estableció que los tubérculos infectados con el hongo eran el principal medio de persistencia del hongo y también de la transmisión de la enfermedad. La infección

primaria se manifiesta a las hojas jóvenes apicales y a las axilas de las hojas, donde se acumulan gotas de agua que luego se distribuyen en el resto del follaje de la planta. El riego por aspersión con bajas temperaturas contribuye al surgimiento y difusión de la enfermedad en el campo. Los tubérculos son infectados a partir de conidios que caen del follaje afectado de la planta sobre el suelo del narigón. La enfermedad se manifiesta en condiciones de almacenamiento (Andréu y Gómez, 2007). Se desconocen otras fuentes de inóculo primario de *P. infestans*, además de la introducción del patógeno en los tubérculos (Hernández y Gómez, 2003).

2.3.4 Epidemiología

Condiciones que se deben cumplir para el desarrollo de *P. infestans*: Triángulo de la patogenicidad (hospedante *Solanum spp.*; patógeno y condiciones ambientales favorables para el tizón tardío, desarrollo del patógeno y el hospedante) (AgroNet, 2009).

En Cuba, a partir de la campaña del cultivo 1993-1994, cuando se presentó una severa epidemia que afectó fundamentalmente a las provincias de La Habana y Matanzas, el comportamiento epidemiológico de la enfermedad se ha modificado, y se ha detectado gran variabilidad en la resistencia al fungicida metalaxyl y al aumento paulatino del grupo de compatibilidad A2 (Muiño, 1997; Tomás, 1999; Hernández y Gómez, 2003). Además, posteriormente se han presentado epidemias moderadas y severas, y una mayor agresividad del patógeno ha sido evidente (Hernández y Gómez, 2003 y CNSV, 2007).

2.3.5 Epifitiología

El desarrollo de *P. infestans* depende altamente de las condiciones ambientales (por el efecto que tiene la humedad y la temperatura sobre las distintas etapas del ciclo de vida del hongo) (AgroNet, 2009; Lucca *et al.*, 2008; Mayea *et al.* (1985); AgroNet, 2009 y Andréu y Gómez (2007), plantean que la entrada de frentes fríos lluviosos a Cuba contribuye al establecimiento de períodos favorables para el desarrollo de las epifitias del tizón tardío en la plantación. Los esporangios del hongo se forman con un 91 % de humedad relativa como mínimo y con un óptimo de 100 %. La variable temperatura favorable se encuentra entre 3 y 26°C con óptimo entre 18 y 22 °C. En estas condiciones se requieren noches frías y húmedas para que la penetración e infección del hongo sean exitosas. El período favorable

para la enfermedad son temperaturas frías entre 10 y 20 °C y lloviznas frecuentes. En ocasiones puede advertirse que a pesar de existir condiciones favorables a la enfermedad desde el punto de vista climático y cultivares susceptibles, no existe el inóculo primario del hongo en cantidad suficiente para causar la enfermedad. Gómez (1999), coincide con los valores de humedad relativa pero plantea que el hongo evoluciona adecuadamente en ambientes fríos (11- 28 °C), donde se presentan lluvias, lloviznas, neblinas y nieblas.

2.4 Manejo de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary

Es importante conocer en cada territorio el comportamiento histórico de una enfermedad o plaga. Su control resulta más eficiente y económico cuando se toma en cuenta toda la información pertinente y dispone respecto al cultivo (AgroNet, 2009). Las medidas preventivas de control de la enfermedad dependen a menudo del uso sistemático y a veces excesivo de fungicidas, comprometiendo la salud humana y el ambiente, favoreciendo el desarrollo de resistencia en el patógeno y aumentando perceptiblemente los costos de producción (Lucca *et al.*, 2008).

Emplear cultivares resistentes o tolerantes; rotación de cultivos; no emplear suelos con mal drenaje y con alta retención de humedad; usar semilla sana en la plantación para evitar las propagaciones de las poblaciones A₂ del patógeno que son más agresivas y constituyen una fuente de inóculo primario en el suelo, capaz de desencadenar epidemias severas en nuestras condiciones; emplear sistemas para pronosticar el inicio de los primeros síntomas y poder utilizar con más eficacia los fungicidas, es decir con la puesta en práctica de una eficiente estrategia integrada de control del tizón tardío de la papa (Tomás y López, 1999; AgroNet, 2009; Andréu y Gómez, 2007 y Lucca *et al.*, 2008).

En la provincia de Cienfuegos desde 1996 se estableció como política fitosanitaria la utilización de los Manejos Integrados de Plagas que conllevó a la confección de un Manual el cual recoge las principales alternativas de manejo en los cultivos más importantes producto de los resultados y experiencias de investigaciones nacionales, provinciales y de algunos productores, demostrándose su alta efectividad y factibilidad técnico – económica en las condiciones de Cienfuegos (Castellanos *et al.*, 2000).

2.4.1 Edad y época de plantación más susceptible

Gómez (1999), planteó que la edad más susceptible de las plantaciones en áreas de producción para observar los primeros síntomas es entre 30 y 60 días. El intervalo de tiempo óptimo en que estos aparecen es el mes de enero. Sin embargo, en estudios realizados por Gómez y Suárez (2001), se obtuvo que el tizón tardío no fue detectado antes de los 20 días de plantado el cultivo; el mayor número de detecciones es entre los 30-50 días, disminuyendo a partir de los 50 días y no observándose en plantaciones con más de 91 días. Las primeras apariciones en campos con 21-30 días de plantados coincidieron con campañas donde fueron detectados aislados del grupo de compatibilidad sexual A₂ y resistentes al metalaxyl en la semilla canadiense y holandesa.

El intervalo de tiempo en que los primeros brotes de la enfermedad pueden ser observados desde diciembre hasta marzo, es amplio, pero que en enero es el mes con valores de aparición significativamente diferentes al resto de los intervalos. Este último aspecto corroborado por Gómez *et al.* (2003), quienes plantean que en enero se presenta el mayor número de períodos favorables; diciembre, febrero y marzo continúan en orden descendente.

Según Yanes *et. al.* (2011 a), desde la campaña 1978-1979 hasta 2007-2008 en la Empresa Agropecuaria Horqueta *P. infestans* tuvo su primera ocurrencia seis veces en el mes de enero; nueve veces en el mes de febrero y en solo una campaña en el mes de marzo; es decir que en febrero se presenta el mayor número de períodos favorables; enero y marzo continúan en orden descendente. El mayor porcentaje de detección ocurre cuando el cultivo tiene la edad entre (29-55 días) comienzo de la tuberización hasta el desarrollo máximo del follaje y no apareció en plantaciones con más de 69 días.

Es importante destacar la relación que existe entre la época de plantación del cultivo y el período más favorable para la aparición de los primeros brotes del tizón tardío. Está demostrada la importancia que tiene para el desarrollo epifitotológico el inóculo que se disemina con la semilla (Erwin y Ribeiro, 1996). Con la plantación tardía de papa se hace coincidir la fenología adecuada con el tiempo óptimo para la aparición de los primeros síntomas (Gómez y Suárez, 2001).

Según Yanes *et. al.* (2011 a), desde la campaña 1978-1979 hasta 2007-2008 en la Empresa Agropecuaria Horqueta *P. infestan* es detectada en menor frecuencia cuando se realizan

plantaciones tempranas representando el 12.5 %, no ocurriendo de igual forma cuando se utilizan fechas de plantaciones intermedias (50.0 %) y tardías (37.5%).

2.4.2 Control

El control de *P. infestans* puede ser cultural, genético y con productos químicos. El cultural está enfocado a implementar una o varias prácticas como el uso de semilla libre de enfermedad (una de las condicionales más importante para su aparición y posterior desarrollo es el estado fitosanitario de la semilla; proteger contra la infección el tubérculo por medio de aporque apropiado; proteger adecuadamente el follaje para reducir la producción de inóculo sobre las hojas; matando las plantas dos semanas antes de la cosecha, de tal manera que los esporangios que se encuentran en las hojas se deshidraten y mueran así como que los tubérculos afectados se pudran, prevenir la infección de tubérculos en almacenaje por remoción de los tubérculos afectados antes de almacenarlos y circulación adecuada de aire en el almacén (AgroNet, 2009).

El control genético hasta ahora no ha sido totalmente eficaz en las diferentes regiones geográficas donde se cultiva papa, pues variedades resistentes a tizón tardío y con alta productividad rápidamente han cedido cambios genéticos de tizón tardío que producen variantes que son capaces de atacar a todas. El hongo que produce el tizón tardío comprende varias razas o cepas que difieren entre si de acuerdo a las variedades de papa que infectan. Muchas variedades de papa son resistentes a una o varias razas del hongo del tizón tardío. Algunas de ellas son resistentes a la infección de los tallos, pero no a la infección de los tubérculos de papa (AgroNet, 2009 y Alonso, 2008).

Respecto al comportamiento de algunas de ellas frente al tizón tardío, durante la campaña 1951-1952 se señaló que la variedad Red Pontiac fue muy atacada en parcelas experimentales (González, 1952). Castellanos *et al.* (2008), plantean que la variedad Red Pontiac tiene tendencia a tener mayor susceptibilidad la enfermedad siguiéndole en este comportamiento la variedad Desirée coincidiendo con Tomás y López (1999), quienes agregan las variedades Chieftain y Mondial, pero según criterios de Acuña *et al.* (2005), Yagana es muy susceptible y Amadeus es más resistente relativamente con diferencias significativas.

Según Yanes (2009), los cultivares Aída, Atlas, Inova, Bellini, Call White, Maranca, Simple Red y Romano son relativamente poco afectados por *P. infestans*), mientras que Red Pontiac se ha manifestado como susceptible, Ibole y Amadeus no fue afectado en estudio realizado en la Empresa Agropecuaria Horquita durante las Campañas 1978-1979 hasta 2007-2008.

Las aspersiones químicas con fungicidas (protectantes, sistémicos), sí se aplican adecuadamente, casi siempre mantienen bajo control el tizón tardío de la papa. Las aspersiones deben llevarse a cabo una vez cada 4 ó 5 días cuando el tiempo sea húmedo, brumoso y lluvioso y cuando las noches sean moderadamente frías. El aprovechamiento del momento oportuno y la protección del follaje reciente y anterior son esenciales para que las plantas sean protegidas de la enfermedad. Una vez que se ha establecido el tizón tardío, es extremadamente difícil controlarlo, a menos de que el tiempo vuelva a ser cálido (35°C o más) (AgroNet, 2009).

2.4.3 Servicio de pronóstico

Los sistemas de predicción para la aparición de los primeros síntomas de tizón tardío de la papa, son una herramienta muy valiosa en el manejo de la enfermedad, ya que determina el momento más oportuno para aplicar un fungicida (AgroNet, 2009). Los sistemas de pronóstico para predecir el ataque de tizón han sido ampliamente utilizados y mejorados en los países desarrollados (Acuña *et al.*, 2005). Apuntan principalmente a la necesidad de hacer una intervención de manejo de la enfermedad, generalmente la aplicación de un fungicida (Forbes, 2007). Estos programas se utilizan como complemento a los Programas de Manejo Integrado de Plagas (IPM) y contribuyen al perfeccionamiento de los mismos, ayudando a realizar manejos técnicos más precisos, haciendo un uso eficiente y racional de los pesticidas y logrando mejorar la calidad de los alimentos y el medio ambiente (Acuña *et al.*, 2005; Andréu y Gómez, 2007).

Estos métodos se basan en datos de humedad relativa, temperaturas y precipitaciones registradas. En Cuba se han ensayado el método del “Gráfico Móvil” (Hyre *et al.*, 1959) y de Naumova (1976) (Mayea *et al.*, 1985 y Andréu y Gómez, 2007). El método Naumova (1976) fue el primer modelo implementado en 1978 en las ETPP del país para hacer predicciones de la *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary,

El uso combinado de los métodos Gráficos Móvil y Naumova Modificado ha resultado muy efectivo para las predicciones del tizón tardío, ya sea en forma de foco o de epidemia y que siempre que apareció el tizón se habían presentado previamente períodos críticos por estos métodos (Castellanos *et al.* 2008).

Según Yanes (2009), desde la campaña 1978-1979 hasta 2007-2008 en la Empresa Agropecuaria Horquita para el pronóstico *P. infestans* el método de Naumova modificado manifestó 87.7 % de eficiencia; el Gráfico Móvil de 56.2 % y la combinación de ambos el 93.7 %.

2.5 *Phytophthora parasítica* Dastur

El hongo es un habitante del suelo que puede hospedarse en diversidad de plantas como tabaco, aguacate, algodón, berenjena, cítricos, fresa, fruta bomba, guayaba, pimiento, piña, tomate y ser diseminado por la lluvia y el agua de riego (Mayea *et al.*, 1985; Espino, 2006 y Martínez *et al.*, 2007). Carmona *et al.* (2000), considera que dentro de las principales enfermedades de los cultivos protegidos tomate, pepino, pimiento y melón se encuentra *Phytophthora parasítica* produciendo Damping off.

Según Arbola *et al.*, (2005) y Martínez *et al.*, (2007), en *Ananas comosus* (L.) Merr (piña) la pudrición del corazón la causa el hongo *Phytophthora nicotianae* var *parasítica*. El patógeno provoca muerte de plantas (Bruna y Tobar, 2004). *Phytophthora nicotianae* Van De Han (*Phytophthora parasítica* Dastur) causa la enfermedad conocida como *buck eye* o mildio terrestre del tomate, frecuente en Cuba, la cual se confunde muchas veces con el tizón tardío (Mayea *et al.*, 1985). El agente causal del cancro del tallo y la pudrición parda de los frutos de tomate es *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan (Bruna y Tobar, 2004).

2.5.1 *Phytophthora parasítica* Dastur en papa

Un aspecto de interés constituye el hallazgo de *P. nicotianae* en plantaciones de papa del país al causar síntomas muy similares al tizón tardío. Desde 1992-1993 los especialistas del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Villa Clara detectaron *P. nicotianae* en el follaje de plantas de papa en el valle de Yabú, la que no presentaba mildiu blanco por el envés de la hoja característico de *P. infestans* (Gómez *et al.*, 2002). En 1994-1995 y 1995-1996 también existieron brotes de intensidad ligera en diferentes localidades de esa

provincia. Igualmente *P. nicotianae* fue aislada de muestras supuestamente de tizón tardío procedentes de Alquizar y Güines, provincia de La Habana, en febrero y marzo de 1998, respectivamente (Tomas, 1999).

Cuando se analizaron los datos climáticos precedentes a la toma de los folíolos, se observó que durante toda la campaña existieron, además de períodos favorables para el tizón tardío, períodos de alta humedad a consecuencia de lo lluviosa de la estación, y temperaturas máximas superiores a 28°C, que por los requerimientos de este patógeno beneficia su aparición y desarrollo. Semejante problemática se presentó durante la campaña 2001-2002, donde de un total de 20 aislamientos, dos fueron de *P. nicotianae* en papa (Hernández y Gómez, 2003).

En la provincia de Cienfuegos, no fue hasta la campaña 2002-2003 que se informaron las primeras manchas de *P. infestans* más *P. parasítica*, en el cultivo de la papa, variedad Spunta, el 20 de febrero del 2003 en la Kubans 12, UBPC Che Guevara Empresa Agropecuaria Horquita cuando el cultivo contaba con 69 días de plantado, se determinó en esta área un 20 % de dist. y 4.4 de Int. Este campo de 13.42 ha fue el único afectado durante esta campaña (LAPROSAV, 2003).

Yanes *et al.* (2011 b), plantean que *P. parasítica* ha estado presente en todas las campañas después de ser informada en la Empresa Agropecuaria Horquita, convirtiéndose en una enfermedad endémica que incrementa sus niveles de áreas afectadas año tras año. Mostrando un patrón de dispersión hacia las áreas colindantes cercanas o conectadas por la red vial, asociados a la deficiente nivelación y época de plantación.

2.5.2 Origen y migraciones del patógeno

En 1896 Breda de Haan informa por primera vez la presencia del patógeno causando la enfermedad pata prieta en semilleros de tabaco en Java, denominándolo *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan. Este patógeno en los primeros años de este siglo se presentó en los suelos tabacaleros de Cuba de la provincia de La Habana, introducido probablemente desde Estados Unidos, junto con la tela de tabaco de uso que en aquella época se traía de ese país. Esto constituyó el foco inicial, que en pocos años se logra extender, hasta llegar a contaminar todos los suelos tabacaleros del país (Espino, 2005).

2.5.3 Clasificación taxonómica

Tucker (1931) propuso el nombre *Phytophthora parasítica* Dastur para todos los aislados de *Phytophthora* que se caracterizan por el tipo de crecimiento en medio de cultivo, la papila de los esporocitos, la abundancia de clamidosporas en medio de cultivo, la posición anfígena del anteridio, y la capacidad de crecer a 35°C en medio de cultivo. Este mismo autor propuso que todos los aislados de *Phytophthora parasítica* que afecten a plantas jóvenes o adultas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) sean denominadas *Phytophthora parasítica* var. *nicotianae*, nomenclatura admitida por Gooding y Lucas (1959) ; Savage *et al.* (1968) y Tsao (1969) . Sin embargo, esta clasificación no fue aceptada por Waterhouse (1963), quien denominó a esta especie *Phytophthora nicotianae* y la subdividió en dos variedades: var. *nicotianae* y var. *parasítica*. Posteriormente, Hall (1994) indicó que no hay evidencia suficiente para la separación de esta especie en dos variedades, y que no hay correlación entre morfología (o nombre) y patogenicidad. Actualmente se ha adoptado el nombre de *Phytophthora nicotianae* de acuerdo a las indicaciones del Código Internacional de Nomenclatura Botánica (ICBN). Esta identificación fue confirmada por el International Mycological Institute (CABI Bioscience) del Reino Unido, que agrega los siguientes criterios de identificación: la presencia de esporangios papilados y anteridios anfígenos colocan a este aislado en el grupo II (Stamps *et al.*, 1990) y se identifica como A₂ *Phytophthora nicotianae* (sinónimo *Phytophthora parasítica*). Se ha inscrito con el N° de registro 379626 del IMI (Internacional Mycological Institute), todos estos autores son citados por INIA (2009).

2.5.4 Biología del Hongo

El estudio de los aspectos biológicos sirve de base para otras investigaciones y es importante para el conocimiento del patógeno, lo que a su vez es útil para el manejo y el control de la enfermedad (Fernández, 1998). En medio APD las colonias del hongo son blancas, de contornos circulares y con crecimiento aracnoides; en medio AHM las colonias son transparentes y de contornos lobulados. Los esporangios presentan papilas prominentes, generalmente unipapilados, rara vez con dos papilas. Los esporangios se caracterizan por tener forma esférica a periforme, con un pedicelo muy corto, difícil de observar al microscopio. Las dimensiones de éstos variaron entre 32 a 52 µm de largo por 20 a 28 µm de ancho; el promedio de 100 esporangios fue de 38,5 µm de largo y 25,7 µm de ancho (Bruna y Tobar, 2004). Crecimiento miceliar a 37°C. La medición del crecimiento radial varía entre

4,7 a 8,1 mm en 96 h de oscuridad. Estas características morfológicas y la temperatura cardinal concuerdan con las descripciones dadas en la literatura para la especie *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan (INIA, 2009).

2.5.5 Síntomas

El patógeno provoca la caída de plántulas en almácigo, lesiones o canchros en los tallos, pudrición y muerte de raíces, frutos con manchas pardas concéntricas (Bruna y Tobar, 2004). Una diferencia en la sintomatología en papa es la ausencia del mildiu blanco característico de *P. infestans* por el envés de la hoja, lo cual puede confundir a los técnicos de la sanidad vegetal en el cultivo; otras desigualdades entre las morfología de ambas especies pueden ser observadas a través del microscopio óptico (Erwin y Ribeiro, 1996).

Según Mayea *et al.*, (1985), en el semillero puede producirse un tizón del follaje y muchas veces se le ha confundido con tizón tardío, pero existen características diferenciales entre el mildiu terrestre y el tizón tardío: En el mildiu, tallos y pecíolos contraídos; anillos bien separados y manchas grandes; pudrición en los frutos más bajos y en la parte inferior de estos; presenta mildiu interno en las semillas; ocurre a temperaturas altas y bajas; no ataca los frutos maduros y en el tizón tardío, tallos y pecíolos sin contraerse; anillos muy juntos y manchas pequeñas; pudrición principalmente en los frutos superiores y en la parte superior de estos; no presenta mildiu interno en las semillas; ocurre a temperaturas bajas; ataca tanto los frutos verdes como maduros.

2.5.6 Etiología

Espino (2006), consideró a *Phytophthora nicotianae* var. parasítica Breda de Haan como un hongo de suelo semiacuático, que se transmite fundamentalmente por el agua de riego o de lluvia. Cuando el potencial de inóculo en el suelo es elevado y se presentan temperaturas de los 30 grados con abundantes lluvias, puede llegar a provocar pérdidas de 80 % o más de la plantación. Sobrevive en el suelo por largos períodos y en condiciones favorables se desarrollan epidemias severas, con consecuencias desastrosas para la agricultura (Fernández, 2002 b). Constituyendo el suelo una de las principales vías de infección y propagación de la enfermedad (Mayea *et al.*, 1985).

2. 5.7 Epidemiología

Los factores climáticos influyen sobre el desarrollo del patógeno que bajo condiciones muy favorables pueden propiciar epidemias importantes con pérdidas de consideración en el cultivo (Fernández, 2002 a). El patógeno encuentra condiciones muy favorables para su desarrollo bajo las condiciones de Cuba, donde las temperaturas medias oscilan entre 25 y 30°C, rango favorable para la mayoría de los procesos biológicos de este patógeno. Se desarrolla en temperatura desde 10 hasta 35°C, con rango favorable de 20-30°C y óptimo a 25 °C. (Mayea *et al.*, 1985 y Fernández, 2002a).

La formación de zoosporangios, es más abundante en las temperaturas de 20 y 25 °C y en presencia de agua sobre la superficie del micelio. La germinación de las zoosporas, ocurre entre 1 y 5 horas en las temperaturas desde 10 hasta 40°C, pero es superior en 20, 27,30 y 35°C. La viabilidad de las zoosporas disminuye a medida que se incrementa la temperatura, además permanecen viables durante 50 días a 10 °C y de 22 a 29 días a 20, 25 y 30 °C (Fernández, 2002a)

2.6 Manejo de *Phytophthora parasítica* Dastur

Durante varios años, como control cultural de la enfermedad se utilizó la eliminación de plantas y la demolición de áreas afectadas (Fernández *et al.*, 2004). Mayea *et al.*, (1985), plantea que la enfermedad se manifiesta con mayor intensidad en las zonas bajas de los campos con tendencia al encharcamiento, por lo que recomienda evitar las zonas de pobre drenaje, riegos excesivos y elevar la altura de los surcos. Coincidiendo con Andréu y Gómez (2007) quienes agregan emplearse rotación de cultivos.

A pesar del desarrollo de métodos de control, entre ellos los fungicidas, *P. nicotianae* es considerado como uno de los patógenos del suelo más dañino del tabaco, debido a la falta de fungicidas efectivos a nivel de suelo y raíces, a la resistencia a los fungicidas sistémicos y a la aparición de nuevas razas fisiológicas del hongo. En 1980 se introdujo el uso del metalaxyl, pero en un tiempo breve se detectaron cepas resistentes del patógeno en las principales regiones tabacaleras del país, que unido a la siembra continua de tabaco en los campos tradicionales, motivó el incremento del inóculo en el suelo y afectaciones de consideración en el cultivo. En la campaña 1986-1987 se perdieron más de veintidós mil canteros y 1 334,22 ha de plantación (Fernández *et al.*, 2004).

La principal medida para su control es el uso de variedades resistentes; además de la variedad de más alto grado de resistencia se aplicarán Previcur y *Trichoderma*, así como se debe plantar en el mes de noviembre, para que las bajas temperaturas que se presenten en los meses de diciembre y enero impidan el rápido desarrollo de este patógeno. También se debe evitar por todos los medios el encharcamiento (Espino, 2006).

2.6.1 Edad y época de plantación más susceptible en papa

Los cultivares Aída, Atlas, Inova, Bellini, Call White, Maranca, Simple Red y Romano, fueron afectados por *P. parasítica*; mientras que Red Pontiac se manifestó como susceptible, Ibole y Amadeus no fue afectado, en estudio realizado en la Empresa Agropecuaria Horquita durante las Campañas 2003-2004 hasta 2007-2008 (Yanes, 2009).

Según Yanes *et. al.* (2011 b), desde la campaña 2003-2004 hasta 2007-2008 en la Empresa Agropecuaria Horquita la primera observación de *P. parasítica* ocurrió en todas las campañas en el mes de enero excepto en la 2003-2004 que se detectó en febrero. La fenología de los campos de papa donde se realizó la primera ocurrencia fue entre 41 y 65 días. Mostrando un patrón de dispersión hacia las áreas colindantes cercanas o conectadas por la red vial, asociados a la deficiente nivelación y época de plantación. Se ha encontrado poca información en la literatura cubana, esto obliga a seguir observando las respuestas del patógeno en el cultivo de la papa.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló durante nueve campañas del cultivo de la papa en la Empresa Agropecuaria Horqueta (2003-2004 hasta 2011-2012). La misma está ubicada al sur de la provincia de Cienfuegos, donde predominan los suelos Ferralítico Rojo típico y Ferralítico Rojo hidratado. Los datos para realizar el trabajo fueron tomados de la información recopilada en los informes de campañas anuales realizados por la Estación de Protección de Plantas de Yaguaramas (EPP).

Se consideró como unidades productivas a las Unidades Básicas Producción Cooperativa, Granjas, CCS o CPA, máquina de riego de pivote central a las Kubans. La unidad básica de muestreo fue el campo, sinónimo de cuadrante (cuarta parte del área bajo las máquina de riego de pivote central).

3.1 Determinación de la incidencia de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary y *Phytophthora parasítica* Dastur en papa durante nueve campañas en la Empresa Agropecuaria Horqueta

Para la evaluación de este aspecto se recogió la siguiente información por campaña del cultivo:

- Primera observación u ocurrencia del agente patógeno.
- Porcentaje de área con presencia del agente patógeno.
- Nivel de incidencia del agente patógeno por campaña.

Para determinar el nivel de incidencia del patógeno se procedió a calcular la distribución e intensidad ponderada de estos agentes por cada cuadrante, variedad y campaña. Para la distribución de la enfermedad se evaluó el momento de la máxima incidencia de este patógeno (60-70 días de plantado el cultivo) en 100 plantas por campo o cuadrante de la máquina de riego por pivote central de forma diagonal, determinando esta variable mediante la siguiente formula:

Plantas enfermas

$$\% \text{ Distribución (\%D)} = \frac{\sum a \times b}{5N} \times 100$$

Plantas evaluadas

La intensidad de la enfermedad de cada campo o cuadrante se determinó asignándole a cada una de las 100 plantas evaluadas un grado según la escala de seis grados (0-5) establecida (INISAV, 1979).

A partir de esa información se aplicó la fórmula de Townsend y Heuberger para determinar el porcentaje de intensidad en cada campo (CIBA GEIGY, 1981).

$\sum a \times b$

$$\% \text{ Intensidad (\% I)} = \frac{\sum a \times b}{5N} \times 100$$

5N

Dónde:

a: Grado determinado de la escala.

b: Números de plantas con ese grado.

N: Número de plantas evaluadas.

5: Grado mayor de la escala.

A partir de la distribución e intensidad de cada enfermedad por campo o cuadrante se determinó la distribución e intensidad ponderada por área y unidades productivas (Granja, Unidad Básica Producción Cooperativa, etc.) hasta obtener la distribución e intensidad ponderada para la empresa por campaña, para lo cual se empleó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ D ponderada} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{D_i \times A_i}{\sum A_i}}{\sum A_i}$$

$$\% \text{ Iponderada} = \sum_{i=1}^n \frac{I_i \times A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Dónde:

D_i : Distribución (%) del campo.

A_i : Área en hectárea del campo.

I_i : Intensidad (%) del campo.

La enfermedad se encontró en nivel ligero cuando tenía valor hasta 5 % de intensidad; medio con valores entre 6-20 % e intenso cuando es mayor de 20 % (CNSV, 1978). Teniendo esto en consideración se clasificó por campo de producción la enfermedad cuando alcanzó su máxima incidencia.

3.2 Relación de la incidencia de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary y *Phytophthora parasítica* Dastur con las variedades, época de plantación y fenología

Para la evaluación de este aspecto se recogió la incidencia del agente patógeno en relación a la variedad, época de plantación, edad y período vegetativo de cada campo o cuadrante por campaña. Con los valores obtenidos se determinaron los porcentajes de incidencias correspondientes a cada uno de estos aspectos. Para determinar el nivel de incidencia de estos patógenos por variedad, la distribución e intensidad y las medias ponderadas de cada una de estas variables se emplearon las fórmulas y aspectos descritos en el epígrafe 3.1.

Para el estudio de la edad más susceptible, época de plantación y período vegetativo más propicia para la aparición del patógeno, se tuvo en consideración que el período vegetativo de la papa en Cuba según Quintero (1978) se divide en cuatro períodos principales. El primero considerado desde la plantación hasta la brotación máxima (19 días); el segundo, entre la brotación máxima y el comienzo de la tuberización (9 días); el tercero, desde el comienzo de la tuberización hasta el desarrollo máximo del follaje (26 días), y el cuarto desde el desarrollo máximo hasta la cosecha (a partir de 55 días). En Cuba las épocas de

plantación establecidas en la papa son tres: temprana (del 15 de octubre al 15 de noviembre), intermedia (del 16 noviembre al 15 de diciembre) y tardía después del 15 de diciembre (Gómez y Suárez, 2001).

La información de la fecha de incidencia de la enfermedad de acuerdo a la edad del cultivo y época de plantación se empleó para relacionar estas variables y hacer comparaciones entre las fechas de plantación y los períodos vegetativos de la papa. Con los datos de porcentaje de área afectada por edad del cultivo y época de plantación se realizó un análisis de proporciones muestrales para lo cual se empleó la función de Z para $n \leq 20$ según Leach (1977) con una probabilidad de error del 5%.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Determinación de la incidencia de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary y *Phytophthora parasítica* Dastur en papa durante nueve campañas en la Empresa Agropecuaria Horquita

Primera observación u ocurrencia del agente patógeno

Phytophthora infestans (Mont.) De Bary incidió durante cinco campañas de las nueve en estudio lo que representa el 55.56 % de ocurrencia. *Phytophthora parasítica* Dastur incidió durante las nueve campañas en estudio lo que representa el 100 % de ocurrencia (Figura 1).

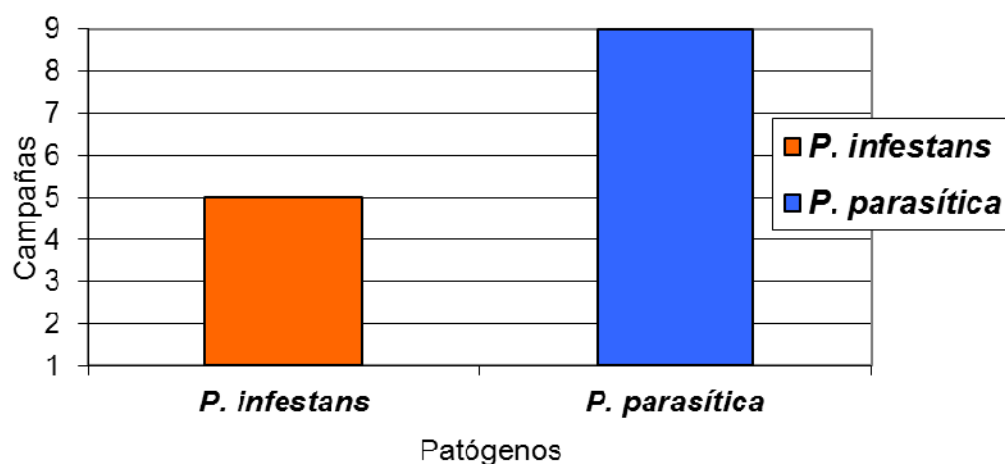


Figura 1. Ocurrencia de *P. infestans* y *P. parasítica* durante nueve campañas de papa en la Empresa Agropecuaria Horquita

El porcentaje de ocurrencia de *Phytophthora infestans* (55.56) concuerda con el reportado hasta la década del 90 por Gómez y Suárez (2001), quienes utilizando la escala de la frecuencia de aparición (%) siguiente: 0-20, mínimo; 21-49, ligero; de 50-69, moderado; 70-100, alto; desde 1978-1979 hasta 1997-1998 se consideró a la Empresa Agropecuaria Horquita como zona de frecuencia de aparición moderado. Yanes *et. al.* (2011 a), realizaron

un estudio del patógeno que abarcó 30 campañas (1978-1979 hasta 2007-2008) en esta Empresa y utilizando esta misma escala también concuerda con ellos.

La ocurrencia en el 100 % de *P. parasítica* en las campañas en estudio coincide con obtenido por Yanes *et. al.*, 2011 b, quienes tomaron un tamaño de muestra menor (cinco campañas) pero los resultados fueron similares. La primera aparición de *Phytophthora parasítica* Dastur ocurrió en la campaña (2002-2003) el 20 de febrero del 2003 en la variedad Spunta, Kubans 12, UBPC Che Guevara de la Empresa Agropecuaria Horquita donde se había diagnosticado por el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal en el cultivo de la papa (LAPROSAV, 2003). Esto reafirma que el patógeno, sobrevive en el suelo por largos períodos y se desarrolla en condiciones favorables, planteado por Fernández, (2002 b). Su aparición se ha caracterizado por surgir en cuadrantes con nivelación deficiente reafirmando la coincidencia de Mayea *et al.* (1985); Espino (2006) y Andréu y Gómez (2007) quienes plantean que la enfermedad se manifiesta con mayor intensidad en las zonas bajas de los campos con tendencia al encharcamiento, constituyendo el suelo una de las principales vías de infección y propagación de la enfermedad unido al agua de riego o de lluvia recomendándose evitar estas zonas. A su vez Andréu y Gómez (2007), agregan que se debe emplear rotación de cultivos.

Con respecto a la primera observación de las cinco campañas en que incidió *P. infestans*, en cuatro campañas (2004-2005, 2007-2008, 2008-2009 y 2011-2012) la primera observación se realizó en el mes de febrero, siendo en el mes de enero la primera observación en la campaña 2010-2011. Mientras que la primera observación de *P. parasítica* ocurrió en febrero en dos campañas (2003-2004 y 2008-2009); seis en enero (2004-2005, 2005-2006, 2006-2007, 2007-2008, 2010-2011 y 2011-2012) y solo en una (2009-2010) en el mes de diciembre (Tabla 1).

Tabla 1. Fecha de primera observación de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary y *Phytophthora parasítica* Dastur en el cultivo de la papa en la Empresa Agropecuaria Horquita

Campañas en estudio	Fecha primera observación	
	<i>P. infestans</i>	<i>P. parasítica</i>
2003-2004	-	4/02/04
2004-2005	17/02/05	20/01/05
2005-2006	-	5/01/06
2006-2007	-	18/01/07
2007-2008	7/02/08	3/01/08
2008-2009	5/02/09	5/02/09
2009-2010	-	17/12/09
2010-2011	26/01/011	26/01/011
2011-2012	9/02/12	12/01/12

Es decir que febrero es el mes más favorable; enero continúa en orden descendente para la primera observación de *P. infestans*. Con respecto a que febrero es el mes óptimo se coincide con Yanes, (2009) y no se coincide con Gómez, (1999); Gómez y Suárez, (2001); Gómez *et al.*, (2003) quienes plantean que el intervalo de tiempo óptimo para observar los primeros síntomas es en el mes de enero. Para *P. parasítica* el mes más favorable fue enero; febrero y diciembre continúan en orden descendente, respecto a que enero el mes más favorable y febrero continua en orden descendente se coincide con Yanes *et. al.*, 2011 b. Según criterios de Fernández, (2002 b) el patógeno, sobrevive en el suelo por largos períodos y en condiciones favorables se desarrollan. Fernández (2002a), plantea condiciones de temperaturas más amplias desde 10 hasta 35°C, con rango favorable de 20-30°C y óptimo a 25 °C lo cual explica un intervalo de tiempo óptimo más amplio para observar los primeros síntomas.

En general *P. infestans* en el 75 % de las campañas su primera incidencia lo hace en el mes de febrero y solo en el 25 % en el mes de enero a diferencia de *P. parasítica* donde el 62.5 % de la primera incidencia ocurrió en el mes de enero; el 25 % en febrero y el 12.5 % en diciembre

Porcentaje de área con presencia del agente patógeno

Durante las campañas en estudio la mayor área afectada por *P. infestans* se presentó en la campaña 2008-2009 con 79.49 %, mientras que en *P. parasítica* ocurrió en la campaña 2011-2012 con 86.67 % (Figura 2).

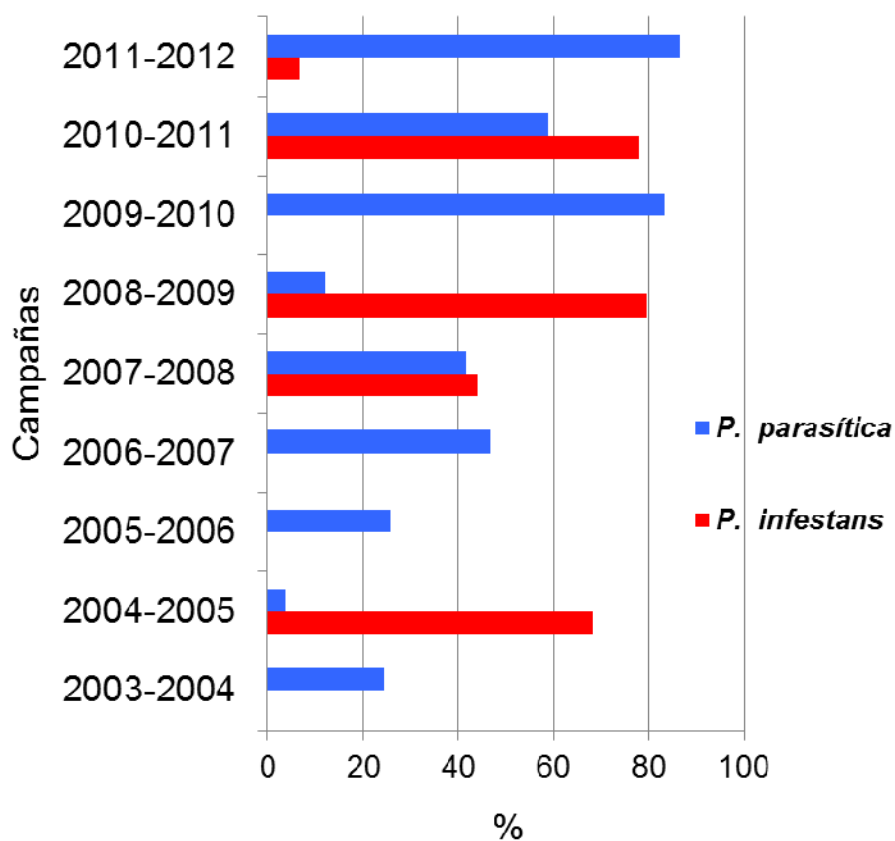


Figura 2. Porcentaje de áreas con presencia de *P. infestans* y *P. parasítica* durante nueve campañas de papa en la Empresa Agropecuaria Horquita

El mayor porcentaje de *P. infestans* ocurrido en la campaña 2008-2009 con (79.49 %), pudo estar dado por la aparición del patógeno sin estar antecedido por períodos críticos según los métodos de pronóstico Naumova (Zchumakov, 1969), modificado según criterios de Castellanos *et al.*, (1989) y el Método de Gráfico Móvil (Hyre, 1959) que son los utilizados en esta Empresa; en noviembre del 2008 nuestro territorio fue afectado por el evento meteorológico IKE, lo que impidió la prestación de servicio de datos climáticos ofrecidos por la “Estación Meteorológica de Aguada de Pasajeros” imposibilitando la utilización del de pronóstico Naumova modificado y las lluvias antecedidas no fueron iguales o mayores de

30 mm para poder ser pronosticado el tizón por el Método Gráfico Móvil por lo que el factor sorpresa influyó en la aparición espontánea en el 79.49 % de las áreas plantadas en el mes de febrero, criterio que también se valoró por la Sanidad Vegetal (EPP Yaguaramas, 2008).

Las áreas afectadas por *P. parasítica* manifestaron un incremento paulatino campaña tras campaña, hasta llegar a sobrepasar el nivel de área afectada por *P. infestans* a partir de la campaña 2009-2010, el mayor porcentaje de *P. parasítica* ocurrido en la campaña 2011-2012 (86.67 %), pudo estar dado por reiteración del 64.67% del área plantada en más de cuatro campañas y que el 67.89% presenta deficiente nivelación (EPP Yaguaramas, 2012). Según Fernández (2002 b), el patógeno sobrevive en el suelo por largos períodos y en condiciones favorables se desarrollan; Mayea *et al.* (1985); Espino (2006) y Andréu y Gómez (2007) plantean que la enfermedad se manifiesta con mayor intensidad en las zonas bajas de los campos con tendencia al encharcamiento, constituyendo el suelo una de las principales vías de infección y propagación de la enfermedad unido al agua de riego o de lluvia recomendándose evitar estas zonas. Andréu y Gómez (2007), agregan que se deben emplear rotación de cultivos.

En general *P. infestans* afectó más del 40% del área cultivada de papa en tres de las cuatro campañas donde incidió (2004-2005, 2007-2008, 2008-2009 y 2010-2011) y por debajo de este valor en la campaña 2011-2012 con 6.67 %; mientras *P. parasítica* afectó más del 40% en las campañas (2006-2007, 2007-2008, 2009-2010, 2010-2011 y 2011-2012) y por debajo de este valor en las campañas (2003-2004 con 24.36 %, 2004-2005 con 3.72 %, 2005-2006 con 25.76 % y 2008-2009 con 12 %).

Nivel de incidencia del agente patógeno por campaña

Durante las campañas 2003-2004 hasta 2011-2012 ningunos de los patógenos incidieron con niveles medios e intensos, solo niveles ligeros. El valor máximo de intensidad alcanzado por *P. infestans* fue 5.34% en la campaña 2007-2008, mientras que *P. parasítica* fue 3.7% en la campaña 2011-2012; menor que el valor alcanzado por *P. infestans* (Figura 3).

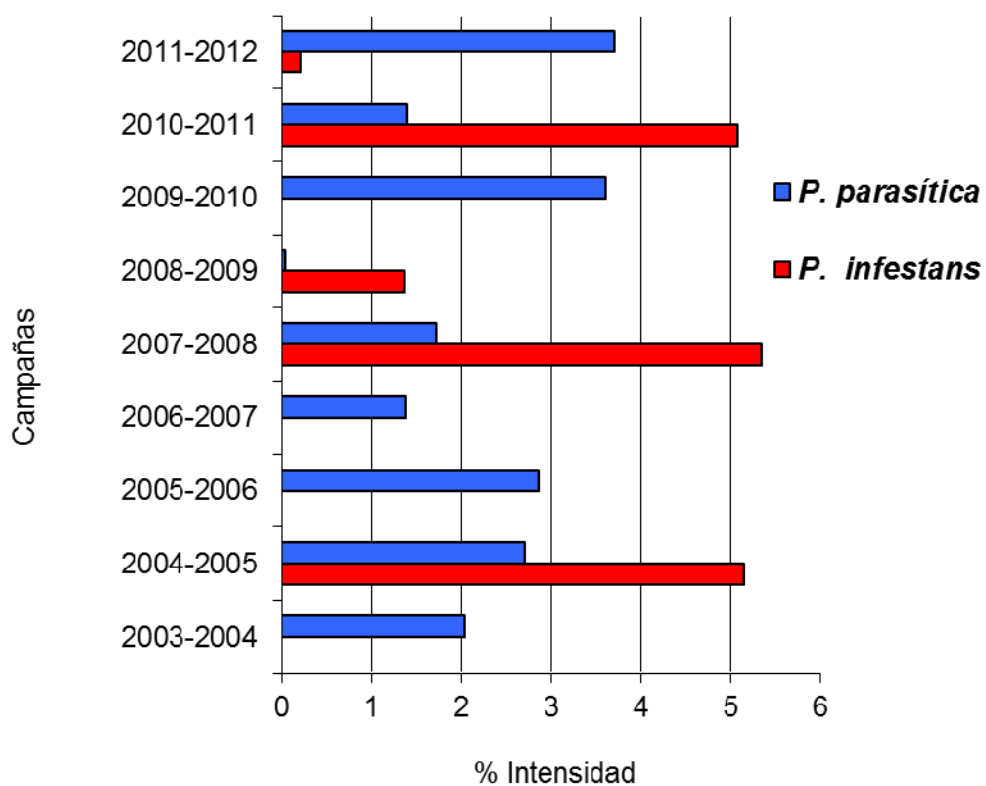


Figura 3. Intensidad de *P. infestans* y *P. parasítica* durante nueve campañas de papa en la Empresa Agropecuaria Horquita

El comportamiento ligero de *P. infestans* se le atribuye a las variables climáticas que ejercen una mayor influencia sobre el patógeno, en los meses de enero-febrero donde se localizan las mayores áreas plantadas, las mismas se han comportado de la siguiente forma: con respecto a la media histórica la temperatura media ha tenido valores que oscilan entre menos 2.5 hasta 2.5°C; Humedad relativa media desde menos 4 % hasta 4 %; la lluvia desde menos 39.1mm hasta 42.9 mm con la excepción del mes de febrero en la campaña 2009-2010 con 171.6 mm y los días lluviosos desde menos 4 hasta 0.2, con respecto a la media histórica (EPP Yaguaramas, 2012 y ACC, 2006).

Este comportamiento de las variables meteorológicas sobre todo de la temperatura que estuvo por encima de la media histórica mensual en todos los meses en las últimas campañas de las estudiadas, se corresponden con el fenómeno de calentamiento global que se ha originado en el planeta, se predice que para el año 2100 se haya producido una elevación de la temperatura global entre 1.8-4°C debido al incremento de gases invernadero (Alonso, 2008) y que como se observa tiene su incidencia sobre el comportamiento de *P. infestans* bajo las condiciones de Cienfuegos.

Las condiciones antes referidas pudieron ser los motivos del comportamiento de *Phytophthora parasítica*. Según Mayea *et al.*, (1985) y Fernández (2002a); este patógeno se desarrolla en condiciones de temperatura desde 10 hasta 35°C, con rango favorable de 20-30°C y óptimo a 25°C. Este amplio rango de condiciones meteorológicas favorece su comportamiento endémico.

4.2 Relación de la incidencia de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary y *Phytophthora parasítica* Dastur con las variedades, época de plantación y fenología

Nivel de incidencia por variedad

Los niveles de incidencias de estos patógenos por cultivares han variado durante las campañas en dependencia de las condiciones climáticas concurrentes, los cultivares presentes, las épocas de plantación y la calidad de los tratamientos fungicidas.

Algunos cultivares sólo se han plantado en campañas donde no ha incidido *P. infestans*, en otros no incidió uno u otro patógeno aunque su frecuencia de plantación durante las campañas en estudio fue poca. *P. infestans* incidió en 14 variedades alcanzando en alguna de ellas niveles ligero, medios e intensos. *P. parasítica* incidió en 19 variedades alcanzando niveles ligeros y medios; no presentando niveles intensos.

Para *P. infestans* las variedades Ajiba, Atlantic, Chieftain, Desirée (importado), Larouge, Red Scarlet y Romano (importado) fueron afectadas en la mayoría de las campañas donde estaban plantadas, en *P. parasítica* sucedió en los cultivares Aída, Ajiba, Atlanttic, Atlas, Call white, Chisftain, Larouge, Red Scarlet, Red Pontiac, Romano, Santana y Spunta. De forma general Ajiba, atlanttic, Atlas, Call white, Chisftain, Larouge, Red Scarlet, Romano, Santana y Spunta fueron afectadas por los dos patógenos (Anexo 1 y 2).

Los niveles medios de *P. infestans* se alcanzaron en las variedades Atlantic, Call White, Red Scarlet, Santana y Spunta; en intenso solo sucedió en la variedad Desirée (importada). Castellanos *et al.*, (2008) plantean que Desirée tiene tendencia a tener susceptibilidad a *P. infestans*, coincidiendo con Tomás y López (1999), quienes agregan a Chieftain.

Es importante detallar que los cultivares Aída, Armada, Belini, Maranca, Mondial y Simple Red no presentaron *P. infestans*; Desirée, Hermes y Red La Soda no presentaron *P. parasítica*; así como Arnova a ambos, ya que Acuña *et al.* (2005) y Andréu y Gómez (2007), plantean que conocer la resistencia relativa de un cultivar es determinante al momento de tomar medidas de manejo integrado que ayuden a evitar una epifitia de la enfermedad.

Relación de la incidencia con época de plantación

Al relacionar los resultados con las épocas establecidas para la plantación de la papa en Cuba se observa que *P. infestans* es detectada en menor frecuencia cuando se realizan plantaciones tempranas representando el 3.55 %, no ocurriendo de igual forma cuando se utilizan fechas de plantaciones intermedias (43.78 %) y tardías (52.66%). *P. parasítica* no es detectada cuando se realizan plantaciones tempranas, no ocurriendo de igual forma cuando se utilizan fechas de plantaciones intermedias (15.9 %) y tardías (84.09%). El análisis de proporciones muestrales para *P. infestans* no arrojó diferencia entre las fechas de plantación intermedia y tardía, pero si entre estas y la fecha de plantación temprana; en caso de *P. parasítica* sí arrojó diferencia entre las fechas de plantación intermedia y tardía (Figura 4).

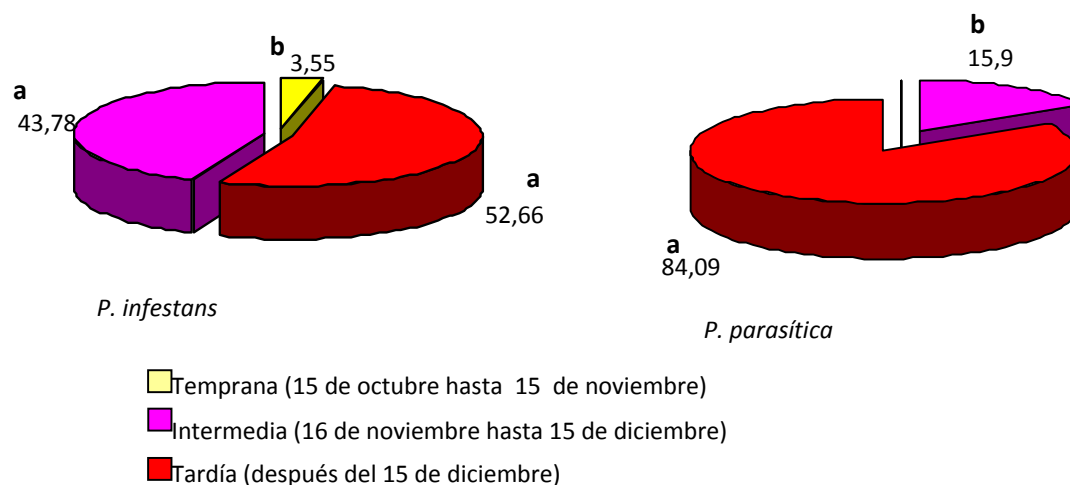


Figura 4. Porcentaje de aparición de *P. infestans* y *P. parasítica* por época de plantación durante nueve campaña en la Empresa Agropecuaria Horquita

Valores con letras diferentes difieren; función Z para $n \leq 20$

Esta relación observada en *P. infestans* ha sido también señalada por Erwin y Ribeiro (1996), quienes destacan la relación que existe entre la época de plantación del cultivo y el período más favorable para la aparición de los primeros brotes del patógeno, así como la importancia que tiene para el desarrollo epifitotiológico, el inóculo que se disemina con la semilla.

Estos resultados también son avalados por los del INISAV (1998) donde señala que en la campaña 1993-1994, caracterizada por una severa epidemia, fundamentalmente en La Habana y Matanzas, en la cual se llegaron a desfoliar 780.10 há del cultivo, dentro de los factores que contribuyeron a la explosión de la enfermedad estuvo el gran número de plantaciones tardías, así como por los investigadores Gómez y Suárez (2001) quienes plantean que con épocas de plantación tardía se hace coincidir la fenología adecuada con el tiempo óptimo para la aparición de los primeros síntomas.

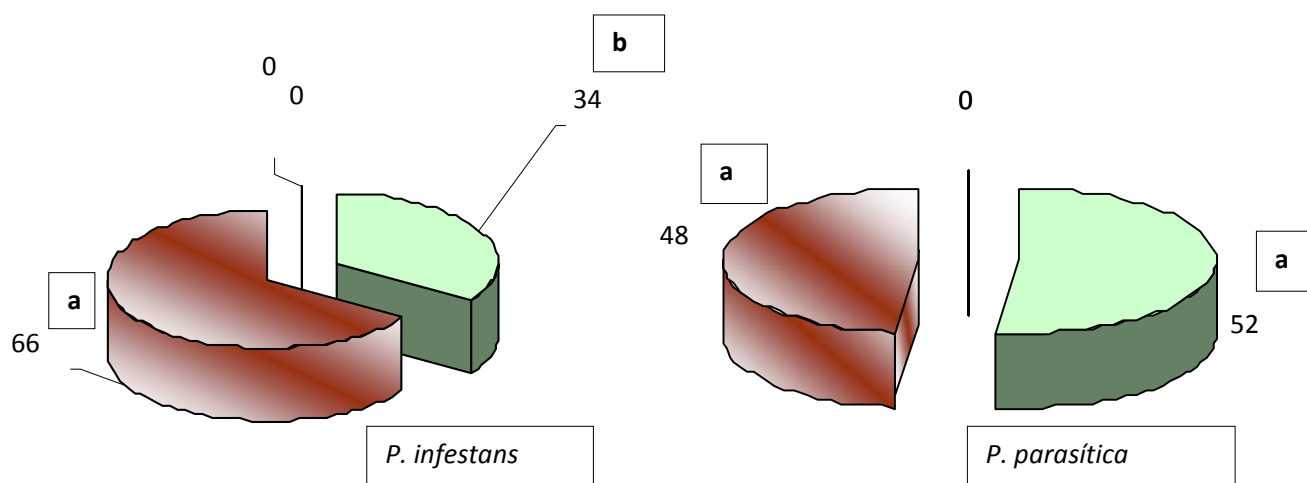
Se puede observar que *P. infestans* es detectada en mayor frecuencia cuando se utilizan épocas de plantaciones tardías (52.66 %). Por lo que se cumple con lo planteado por AgroNet (2009), con respecto a que el cultivo requiere de noches frías y suelos bien drenados con humedad adecuada con lo cual coincide Gómez (1999) al señalar que el hongo

evoluciona adecuadamente en ambientes fríos (11- 28 °C) y húmedos (60-100 % Hr), donde se presentan lluvias, lloviznas, neblinas y nieblas. Las condiciones favorables para la producción del cultivo de papa son también favorables para el desarrollo del patógeno, han sido referidas por Lucca *et al.*, (2008). Estos resultados coinciden con Yanes *et. al.*, 2011 a, quienes plantearon que se observa que *P. infestans* es detectada en menor frecuencia cuando se realizan plantaciones tempranas, no ocurriendo de igual forma cuando se utilizan fechas de plantaciones intermedias y tardías

Con respecto a *P. parasítica* se observa un comportamiento similar a *P. infestans*, esto obliga a seguir observando las respuestas del patógeno ante las épocas de plantación, ya que no se ha encontrado información en la literatura cubana.

Relación de la incidencia con la fenología

En el primer y segundo período vegetativo del cultivo de la papa nunca fueron detectados los patógenos en estudio; para *P. infestans* en el tercer período (comienzo de la tuberización hasta el desarrollo máximo del follaje que se produce entre 29-55 días) ocurrieron 45 detecciones representando el 34.09 % y en el último período (desde el desarrollo máximo del follaje hasta la cosecha) es donde ocurrieron el mayor número de detecciones para 66 %. Para *P. parasítica* sucedió de forma inversa; en el tercer período (comienzo de la tuberización hasta el desarrollo máximo del follaje que se produce entre 29-55 días) ocurrió el mayor número de detecciones (88) representando el 52.07 % y en el último período (desde el desarrollo máximo del follaje hasta la cosecha) ocurrió (81) detecciones para el 48 %. El análisis de proporciones muestrales para *P. infestans* mostró diferencia estadística entre los dos porcentajes de aparición del patógeno en los dos últimos períodos vegetativos, no mostrando diferencia en caso de *P. parasítica* (Figura 5).



- Desde la plantación hasta la brotación máxima (19 días)
- Entre la brotación máxima y comienzo de la tuberización (20-28 días)
- Comienzo de la tuberización hasta el desarrollo máximo del follaje (29-55 días)
- Desde el desarrollo máximo del follaje hasta la cosecha (más de 55 días)

Figura 5. Porcentaje de aparición de *P. infestans* y *P. parasitica* por período vegetativo durante nueve campañas de papa en la Empresa Agropecuaria Horquita

Valores con letras diferentes difieren; función Z para $n \leq 20$

Con respecto a que en el cuarto y último período es donde ocurren el mayor número de detecciones de *P. infestans* se difiere con Gómez y Suárez, (2001) y Yanes *et. al.*, 2011 a, quienes detectaron el mayor número en el tercer período vegetativo (comienzo de la tuberización hasta el desarrollo máximo del follaje que se produce entre 29-55 días). Para *P. parasitica* que si se observan las mayores detecciones en el comienzo de la tuberización hasta el desarrollo máximo del follaje, no se ha encontrado información en la literatura cubana, esto obliga a seguir observando las respuestas del patógeno ante los períodos vegetativos de la papa.

En un análisis particular de la edad más susceptible para la aparición de los patógenos en estudio, para *P. infestans* el intervalo de edad se manifestó entre 49-65 días de plantado, mientras que *P. parasitica* osciló entre 40-73 días de plantado el cultivo. Se apreció que *P. parasitica* afectó el cultivo en un rango de edad más amplio que *P. infestans* (Tabla 2).

Tabla 2. Edad más susceptible para la aparición *P. infestans* y *P. parasítica* durante nueve campañas de papa en la Empresa Agropecuaria Horquita

Campaña	Edad promedio de aparición	
	<i>P. infestans</i>	<i>P. Parasítica</i>
2003-2004	0	61
2004-2005	65	73
2005-2006	0	40
2006-2007	0	57
2007-2008	49	61
2008-2009	58	59
2009-2010	0	57
2010-2011	55	48
2011-2012	61	52

P. infestans no fue detectada antes de los 20 días de plantado el cultivo coincidiendo con Gómez y Suárez (2001); Yanes *et. al.* (2011 a), quienes alegan que la enfermedad aparece después de los 20 días de plantado el cultivo. Gómez (1999), planteó que la edad más susceptible de las plantaciones en áreas de producción para observar los primeros síntomas se encuentra entre 30-60 días; difiriendo ya que durante las campañas en estudio este patógeno apareció en un rango de 49-65 días; también se difiere con Yanes *et. al.* (2011 b), pues la edad de los campos de papa donde se realizó la primera ocurrencia de *P. infestans* varió desde 41 hasta 69 días, disminuyendo el intervalo de edad más susceptible.

Gómez y Suárez, (2001), plantearon que las detecciones de *P. infestans* disminuyen a partir de los 50 días y no observa en plantaciones con más de 91 días. Difiriendo en el primer aspecto ya que de las cinco campañas donde incidió el patógeno en cuatro lo hizo con edades superiores a 50 días; se coincide en el segundo aspecto ya que durante el estudio no aparece el patógeno en plantaciones con más de 65 días.

En el caso de *P. parasítica* el intervalo de edad más susceptible 40 y 73 días aumentó al compararlo con Yanes *et. al.* (2011 b), quienes plantearon que para la primera observación el rango de aparición es de 41-65 días, ya que su estudio comprendió menor número de campaña.

5. CONCLUSIONES

1. *Phytophthora parasítica* Dastur se presentó en el 100% de las nueve campañas en estudio con un 86.67 % del área afectada, siendo enero el mes más favorable para su aparición, mientras que *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary incidió solamente en el 55.56 % de las campañas afectando el 79.49 % del área preferentemente en el mes de febrero; ambos patógenos alcanzaron niveles ligeros.
2. Las variedades Ajiba, Atlántic, Atlas, Call white, Chisftain, Larouge, Red Scarlet, Romano, Santana y Spunta fueron afectadas por los dos patógenos, mientras Arnova no fue afectada. *P. infestans* incidió en 14 variedades y *P. parasítica* en 19.
3. En épocas de plantaciones intermedias y tardías fueron detectados con mayor frecuencia ambos patógenos; en plantaciones tempranas solo fue detectada *P. infestans* pero en menor frecuencia.
4. En el primer y segundo período vegetativo de la papa nunca fueron detectados los patógenos. En el último período es donde ocurre el mayor número de detecciones para *P. infestans* con edades entre 49 y 65 días, mientras que para *P. parasítica* las mayores detecciones tienen lugar en el tercer período con rango 40-73 días de plantado el cultivo.

6. RECOMENDACIONES

1. Establecer para *Phytophthora parasítica* Dastur un sistema de manejo que considere los resultados obtenidos con respecto al comportamiento de las variedades, época de plantación, fechas de primera incidencia, período vegetativo, edades más susceptibles y lograr una correcta nivelación y rotación de suelo para disminuir la incidencia del patógeno.
2. Perfeccionar el sistema de manejo actual para *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary incorporando los resultados obtenidos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Academia de Ciencias de Cuba (A.C.C.). (1992). Dirección provincial de meteorología. Guía Climática sobre el clima de Cienfuegos. Cienfuegos.
- Academia de Ciencias de Cuba (A.C.C.). (2006). Dirección provincial de meteorología. Guía Climática sobre el clima de Cienfuegos. Medias Históricas 1977-2006. Estación Meteorológica Aguada de Pasajeros. Cienfuegos.
- Acuña, I. (2004). Cómo reconocer los tizones de la papa.
- Acuña, I., J. Inostroza, et al. (2005). Resistencia relativa al Tizón Tardío de cultivares comerciales de papa bajo condiciones climáticas de la Décima Región de Chile. *XIV Congreso Nacional de Fitopatología*.
- Acuña, I., R. Bravo, et al. (2005). Uso de pronosticadores para el desarrollo de estrategias de manejo integrado del tizón tardío de la papa en la zona sur de Chile. *XIV Congreso Nacional de Fitopatología*.
- Acuña, I., & Torres, H. (2000). El Tizón tardío de la papa.
- AgroNet. (2009). Los Mochis Sin. En *El portal Agrícola Mexicano* (2001º ed.). México. Recuperado Marzo 9, 2009, a partir de <http://www.agronet.com>.
- Alexopoulos, C. J., & C. W. Mims y otros. (1996). *Introductory Mycology*. New York.
- Alonso, J. L. (2008). La papa y el tizón tardío; La papa y el calentamiento global. En *Bitácora de Papa*. Recuperado Marzo 9, 2009, a partir de <http://bitacoradelapapa.wordpress.com>.
- Andréu, C. M., & J. Gómez. (2007a). *La Sanidad Vegetal en la Agricultura Sostenible*. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas”.
- Andréu, C. M., & J. Gómez. (2007b). *La Sanidad Vegetal en la Agricultura Sostenible. Agentes bióticos causantes de enfermedades en las plantas*. Capítulo. Cuba.: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- Arbola, M, P. Espinosa, L. Yabor, A. Iglesias, J.C. Lorenzo, & A. Arencibia. (2005). Evaluación en condiciones de climatización de la resistencia a *Phytophthora nicotianae* var. parasitica y al

- herbicida FINALE en plantas transgénicas de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr). *Centro Agrícola Cuba*, 4, 18.
- Bruna, A., & G. Tobar. (2004). Determinación de *Phytophthora nicotianae*, causante del cancro del tallo de tomate en Chile. *Agricultura Técnica*, Chillán, 64(3), 17.
- Carmona, M, A. Zalacaín, R. Salinas, G. Alonso, & L. Hurtado de Mendoza. (2000). Los fitosanitarios vegetales: una opción en la Agricultura Moderna. *Revista de Fitopatología y Entomología*, 64(3er. Trimestre), 52.
- Castellanos G. L., C. Rodríguez, & T. Rivero. (1989). Efectividad del método Naumova para el pronóstico del tizón tardío de la papa en la provincia Cienfuegos durante siete años. *Agrotécnica de Cuba*, 21(1), 82.
- Castellanos, L, Rivero, T, Pérez, A, Roselló, B, Dueñas, M, Jiménez, R., et al. (2000). Manual para el establecimiento de los Manejo Integrado de Plagas en la provincia Cienfuegos.
- Castellanos, L., T. Rivero, F. Mora, P. Brito, B. Rivas, & J. Pajón. (2008). *Explotación de un nuevo Sistema de Pronóstico (SISPROSAV) para cuatro agentes fitosanitarios*. Anuario Científico. Recuperado a partir de [www. ucf. cu](http://www.ucf.cu).
- CIBA GEIGY. (1981). Manual de ensayos de campo Bacilea. Suiza.
- CIP. Centro Internacional de la papa. (2002). Informe Anual. La Molina, Lima, Perú. Recuperado Marzo 10, 2009, a partir de <http://www.cipotato.org/cip/spanish/about.asp>.
- CNSV. (1978). Manual de funciones y procedimientos del sistema estatal de protección de plantas para las estaciones territoriales. Ciudad de La Habana. . . Cuba.
- CNSV. (2007). Informe fitosanitario del cultivo de la papa.Campañas 1992-1993; 1994-1995; 1995-1996; 1996-1997; 1998-1999; 2001-2002. archivos, . Recuperado Julio 23, 2008, a partir de <http://www.sanidadvegetal.cu/>.
- Cook, T. M. (1906). Primer informe anual de la Estación Central Agronómica de Cuba. 1 de abril de 1904-30 de junio 1905. La Habana.
- Dowley, L. J. (1997). *The Potato and Late Blight in Ireland. Famine 150 Commemorative Lecture Series*. Teagasc: Dublin.

- Elizondo A. I, C.A Murguido, E. Fernández, M. Martínez, L. Licor, L. Castellanos, et al. (2002). Impacto del manejo integrado de plagas en la recuperación de los enemigos naturales en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Fitosanidad*, 6(1), 64.
- EPP Yaguaramas. (2008). Informes de campañas del cultivo la papa desde la campaña 1978-1979 hasta 2007-2008.
- EPP Yaguaramas. (2012). Informes de campañas del cultivo la papa desde la campaña 1978-1979 hasta 2007.
- Erwin, D.C., & O. K. Ribeiro. (1996). The American Phytopathological Society, *Phytophthora Diseases Worldwide*. St. Paul Minnesota.
- Espino, E. (2005). Mejoramiento Genético del Tabaco Cubano (*N. tabacum* L.) Desarrollo y perspectivas.
- Espino, E. (2006a). Manual Práctico del supervisor agrícola del Tabaco..
- Espino, E. (2006b). Manual Práctico del supervisor agrícola del Tabaco.
- Fernández, A. (1998). *Biología, epifitotología, nocividad y control de Phytophthora nicotianae (= Phytophthora parasítica) en tabaco*. La Habana.
- Fernández, A. (2002a). Biología de *Phytophthora parasítica* var. *nicotianae*. I. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo del hongo. *Agrotécnia de Cuba*, 28(1), 53.
- Fernández, A. (2002b). Biología de *Phytophthora parasítica* var. *nicotianae*.II. Influencia de la nutrición sobre el desarrollo del hongo. *Agrotécnia de Cuba*, 28(1), 59.
- Fernández, A., B.L. Muiño, V. Toledo, M. Martínez, M.L. Martínez, W. Wong, et al. (2004). Estrategias de lucha para evitar epidemias provocadas por la enfermedad pata prieta del tabaco en Cuba. *Fitosanidad*, 6(1), 36.
- Font, C. (1999). Detección de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary mediante técnicas de ELISA. *Fitosanidad*, 3(3), 7.
- Forbes, G. (2007). *Simulación y pronóstico de enfermedades de plantas CIP*. La Molina, Lima, Perú: Centro Internacional de la papa. Recuperado Marzo 10, 2009, a partir de <http://www.cipotato.org/cip/spanish/about.asp>.

- Fry, W. E., & C. D. Smart. (1999). *Try Return of Phytophthora infestans, a Potato Pathogen that Just Won't Quit, Potato Research*.
- Fry, W. E., S. B. Goodwin, A. T. Dyer, J. M. Matuszak, A. Drenth, P. W. Tooley, et al. (1993). *Historical and Recent Migrations of Phytophthora infestans*.
- FUNDACIÓN CHILE. (2001). Cadenas agroalimentaria, Papas. Recuperado Abril 8, 2005, a partir de <http://www.funch.cl/fc/papas>.
- García, T., B. L. Muiño, D. Marín, Y. Tomás, & M. Espino. (2000). Detección de aislamientos de *Phytophthora infestans* resistentes al metalaxyl en semillas de papa de importación. En *Memorias XIX Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa*. La Habana.
- García, T., & Muiño, B. L. (1999). Análisis de los resultados concernientes a la genética poblacional de *Phytophthora infestans*. *Fitosanidad*, 3(4), 63-69.
- Gómez et al. (1995). Manejo Integrado del tizón tardío de la papa. *X Forum de Ciencia y Técnica*. INISAV., .
- Gómez G. (1999). Sistema de pronóstico para el tizón tardío de la papa causado *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary en Cuba. *Fitosanidad*, 3(2), 75-76.
- Gómez G., J. Rodríguez, L. Castellanos, M. L. González, I. Figueroa, A. Sarmientos, et al. (1999). Naumova Modificado: Ajuste de un método de pronóstico para el tizón tardío de la papa y el tomate en Cuba. *Fitosanidad*, 3(2), 95-99.
- Gómez G., & M. Suárez. (2001). Pronóstico del Tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) de la papa en Cuba. I. Análisis de la edad del cultivo e intervalo de tiempo óptimo para el surgimiento de los primeros brotes de la enfermedad. *Fitosanidad*, 5(2), 23-28.
- Gómez G., M. Suárez, F. Moisés, T. Rivero, & A. Hernández. (2002). Pronóstico tizón tardío *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) de la papa en Cuba. II. Evaluación de la efectividad del modelo Naumova modificado. *Fitosanidad*, 6(2), 35-38.
- Gómez G., M. Suárez, I. Suárez, J. Montero, et al. (2003). Pronóstico del tizón tardío (*Phytophthora infestans* (mont.) De bary) de la papa en Cuba. IV. Estudio de los períodos favorables para el desarrollo de la enfermedad y su relación con el clima. *Fitosanidad*, 7(2), 43-48.

- Gómez G., M. Suárez, I. Suárez, L. Montero, M. E. Arredondo, T. Rivero, A. Hernández, et al. (2003). Pronóstico de Tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) de la papa en Cuba. V Evaluación de la efectividad del método Umbral de lluvias para la predicción de epifitotias. *Fitosanidad*, 7(3), 33-38.
- Gómez G., M. Suárez, M. Figueroa, L. Castellanos, C. Álvarez, & V. M. Pico. (2003). Pronóstico de Tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) de la papa en Cuba. III Relación entre los frentes fríos, la ocurrencia de períodos favorables y la aparición de los primeros brotes de la enfermedad. *Fitosanidad*, 7(1), 43-49.
- Gómez G., M. Suárez, T. Rivero, M. Figueroa, & A. Hernández. (2002). Pronóstico del tizón tardío (*Phytophthora infestans* (mont.) De bary) de la papa en Cuba. II. Evaluación de la efectividad del modelo Naumova modificado. *Fitosanidad*, 6(2), 36-38.
- Gómez, G. (1999). *Sistema de alerta temprana para el tizón tardío Phytophthora infestans (Mont.) de Bary de la papa en Cuba*. En opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, La Habana.
- González, D. E. (1952). Estudio comparativo de variedades de papa Canso y Pontiac. *Agrotécnia*, 7, 12-16.
- Goodwin, S. B., L. J. Spielman, J. M. Metuszak, S. N. Bergeron, & W. E. Fry. (1992). *Clonal Diversity and Genetic Differentiation of Phytophthora infestans Populations in Northern and Central México*. *Phytopathology*.
- Hernández K., & G. Gómez. (2003). Aplicación de marcadores bioquímicos y moleculares en el estudio de poblaciones de *Phytophthora infestans* (mont.) De Bary causante del tizón tardío en papa y tomate. *Fitosanidad*, 9(4), 39-52.
- Hernández K., & G. Gómez. (2005). Aplicación de marcadores bioquímicos y moleculares en el estudio de poblaciones de *Phytophthora infestans* (mont.) De Bary causante del tizón tardío en papa y tomate. *Fitosanidad*, 9(4), 50.
- Hyre, R. A. (1954). *Progress in Forecasting Late Bligh of Potato and Tomato* (págs. 245-253). Estados Unidos: Plant Disease.

- INIA. (2009). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Identification of *Phytophthora nicotianae*, causal agent of tomato stem canker in Chile. Chile.
- INISAV. (1979). Metodología de señalización y pronóstico de plagas y enfermedades en los cultivos. Cuba.
- INISAV. (1998). Informe sobre la estrategia fitosanitaria del cultivo de la papa en la provincia de Matanzas y resultados hasta el 6/3/98. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal.
- INSMET. (1991, Enero). Boletín de la Vigilancia del Clima.
- LAPROSAV. (1997). *Informe de campaña de papa*. Cienfuegos: INSAV.
- LAPROSAV. (2003). *Informe de campaña de papa*. Cienfuegos: INSAV.
- LAPROSAV. (2004). *Informe de campaña de papa*. Cienfuegos: INSAV.
- Learch, G. (1977). La Experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. Ciencia y técnica.
- López, M. O., & Y. Tomas. (1997). Distribución e importancia del grupo de cruzamiento A2 de *Phytophthora infestans* en Cuba. En *III Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal*, (pág. 68 y 69). La Habana.
- Lucca M. F, S. de Jerónimo, S. Capezio, & M. Huarte. (2008). Validación de modelos predictivos de tizón tardío y desarrollo de un servicio de extensión en la Argentina. En *Actualidad Papera Año 7* (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)., Vol. 21). Argentina. Recuperado Marzo 10, 2009, a partir de <http://www.inta.gov.ar/balcarce/index.htm>.
- Mayea, S. S. (1984). *Biologie, Okologie und, Bekämpfung von Kartoffel in Cuba*. Grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, Rostock.
- Mayea, S. S., Herrera, L., & Andréu, C. M. (1985). Enfermedades de las plantas cultivadas en Cuba. (Ciudad de La Habana.). Cuba: Pueblo y Educación.
- Mendoza F., & Gómez J. (1982). *Principales insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba*. Cuba: Pueblo y Educación.
- Mentaberry A. (2008). Resistencia a hongos fitopatógenos mediante ingeniería genética. Agrobiotecnología. En *Actualidad Papera Año 7* (Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales., Vol. 21, pág. 6). Argentina. Recuperado Marzo 10, 2009, a partir de <http://www.inta.gov.ar/balcarce/index.htm>.

- Muiño, B. L. (1997). *Manejo de la resistencia a las fenilamidas en especies de Oomycetes en Cuba*. Grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, La Habana.
- Naumova, E. (1976). Método de pronóstico de tizón tardío orientado por la estación de prueba de productos. Cuba.
- Padrón, S. J. (1982). Umbrales de lluvia para el pronóstico del tizón tardío en Cuba. *Ciencia y Técnica en la Agricultura*, Protección de Plantas, 5(2), 77-85.
- Quintero, F. (1978). Observaciones sobre el crecimiento y desarrollo de la papa en la Estación Experimental de Remedios. *Centro Agrícola Cuba*, 5(5), 27-37.
- RedePapa. (2008). Tizón o Gota de la Papa (*Phytophthora infestans*). Boletín de la Papa. En *RedePapa* (Fundación PROINPA., Vols. 1-19, Vol. 9). Bolivia. Recuperado Marzo 10, 2009, a partir de <http://redepapa.org/contactosred.html>.
- Stefanova, M., I. Pérez, & L. Larrinaga. (1999). Interacción *Phytophthora infestans* –bacterias en el filoplano de la papa y su relación con las condiciones climáticas en CUBA. *Fitosanidad.*, 3(3), 41.
- Tomás G. Y. (1999). *Reproducción, sobrevivencia y estudio de algunos aspectos biológicos de Phytophthora infestans (Mont.) De Bary*. Título académico de Master en Protección Vegetal, La Habana.
- Tomás, Y., & M. O. López. (1999a). Sobreviven los propágulos asexuales de *Phytophthora infestans* a diferentes temperaturas. *Fitosanidad.*, 3(3), 37-30.
- Tomás, Y., & M. O. López. (1999b). Estudio sobre la sobrevivencia de las oosporas y variación en la composición de las poblaciones de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary. *Fitosanidad.*, 3(3), 37-30.
- Tsao, P. H. (1983). Factors affecting Isolation and Quantification of *Phytophthora* from Soil. *Phytophthora, it's Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology*, The American Phytopathological Society.
- Yanes, N. (2009). *Incidencia de Phytophthora spp en papa durante 30 campañas en la Empresa Cultivos Varios Horqueta*. Título académico de Master en Agricultura Sostenible, Universidad

Carlos Rafael Rodríguez de Cienfuegos. Centro de Estudio para la Transformación Agraria Sostenible.

Yanes, N., Castellano, L., Martín, C.V., & Morejón, N. (2011a). Incidencia de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary en papa durante 30 campañas en la Empresa Cultivos Varios Horquita. *Simposio Internacional de Sanidad Vegetal*.

Yanes, N., Castellano, L., Martín, C.V., & Morejón, N. (2011b). Incidencia de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary y *Phytophthora nicotianae* Van De Han (*Phytophthora* paraítica Dastur) durante cinco campaña de la papa. *Revista Protección Vegetal, AGROSOT*, 1(1), 5.

Zchumakov, A. A. (1969). Metodología para el pronóstico de la papa en la URSS. *Kolos*.

8. ANEXOS

Anexo 1. Distribución e intensidad de *P. infestans* por campaña y variedades

Cultivares	2004-2005		2007-2008		2008-2009		2010-2011		2011-2012	
	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I
Aída	0,00	0,00								
Ajiba			0,00	0,00	4,24	*0.85	11,57	*2.36	0,00	0,00
Armada									0,00	0,00
Arnova	0,00	0,00								
Atlantic	30,17	**6.04	15,00	*3	4,42	*0.88				
Atlas							20,00	*4,00	0,00	0,00
Bellini										
Call White			0,00	0,00	8,64	*1.74	100,00	**20		
Chieftain	20,78	*4.16			5,06	*1.01				
Desirée importada	100,00	***28.33			12,51	*2.76				
Hermes	4,00	0,80								
Larouge					3,86	*0.77	26,00	*5.2		
Maranca									0,00	0,00
Mondial	0,00	0,00								
Red La Soda					3,42	*0.68				
Red Pontiac										
Red Scarlet	2,75	*0.55	50,03	**10.01	5,20	*1.04				
Romano importada	4,19	*0.88	20,40	*4.68	6,43	*1.33	10,07	*2.01	0,00	0,00
Romano nacional	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	25,00	*5.00
Santana	42,60	**8.47	18,74	**5.48	5,37	*1.08	38,42	**10.91	5,00	*1.00
Simple Red			0,00	0,00						
Spunta	58,37	**11.84								

* Ligero

**Medio

***Intenso



Plantada

Anexo 2. Distribución e intensidad de *P. parasítica* por campaña y varietal

Cultivares	2003-2004		2004-2005		2005-2006		2006-2007		2007-2008		2008-2009		2009-2010		2010-2011		2011-2012	
	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I
Aída	0,0 0	0,0 0	13, 50	*2, 7	23, 92	*5, 84	8, 00	*1, 6										
Ajiba							4, 13	*0, 83	9,2 9	*1, 86	0, 00	0,0 0	10, 22	*2,0 4	5,1 3	*0, 98	33, 30	**6, 66
Armada	0,0 0	0,0 0			0,0 0	0,0 0	0, 00	0,0 0									12, 71	*2,5 4
Arnova	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0, 00														
Atlantic	6,0 0	*1, 2	0,0 0	0, 00	0,0 0	0,0 0	0, 00	0,0 0	8,0 0	*1, 6	2, 19	*0, 44						
Atlas					3,0 0	0,6 0	4, 00	*0, 8					35, 00	**7, 00	12, 00	* 2,4	23, 73	*4,7 5
Bellini							5, 01	*1, 01										
Call White					0,0 0	0,0 0	8, 75	*1, 75	12, 00	*2, 4	0, 62	*0, 12	31, 99	**6, 48	14, 62	*2, 92		
Chieftain	15, 00	*3, 00	0,0 0	0, 00							0, 00	0,0 0						
Desirée importada	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0, 00							0, 00	0,0 0						
Diamant	5,0 0	*1, 00																
Hermes			0,0 0	0, 00														
Larouge											0, 00	0,0 0	19, 80	*3,9 6	27, 00	*5, 4		
Maranca							8, 00	*1, 6									14, 17	*2,8 3
Mondial	25, 00	*5, 00	0,0 0	0, 00														
Red La Soda							0, 00	0,0 0			0, 00	0,0 0						
Red Pontiac	0,0 0	0,0 0			6,0 0	*1, 2	8, 65	*1, 73										
Red Scarlet			0,0 0	0, 00	0,0 0	0,0 0	5, 00	*1, 00	7,6 1	*1, 52	0, 00	0,0 0	15, 00	*3,0 0				
Romano importada	7,5 5	*1, 51	0,0 0	0, 00	0,0 0	0,0 0	8, 00	*1, 6	6,5 5	*1, 31	0, 26	*0, 05	18, 08	*3,7 5	1,8 1	*0, 36	17, 16	*3,4 3
Romano nacional			0,0 0	0, 00			0, 00	0,0 0	9,7 4	*1, 95			9,3 6	*1,8 7	8,7 5	*1, 75	11, 46	*2,2 9
Santana	4,6 7	*0, 94	0,0 0	0, 00	4,5 0	*0, 9	5, 50	*1, 1	8,1 0	*1, 62	0, 22	*0, 04	0,0 0	0,0 0	4,5 7	*0, 91	14, 05	*2,8 1
Simple Red									6,0 3	*1, 18								
Spunta	11, 61	*2, 32	0,0 0	0, 00	2,0 0	*0, 4												

* Ligero

**Medio

***Intenso



Plantada

