

Análisis espacial de la incidencia de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary y *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan en papa

Spatial analysis of the incidence of *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary and *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan on potato

Leónides Castellanos González¹, Neivys Yanes López², Roberto Gómez Brito³, Carmen V. Martín Vasallo², Niafi Morejón López².

1. Centro de Estudios para la Transformación Agraria Sostenible (CETAS). Universidad de Cienfuegos, Carretera de Rodas, km 4, Cienfuegos. Teléfonos. 05343522912 y 05343517282

2. Estación de Protección de Plantas de Yaguaramas.

3. Ministerio de Ciencia Tecnología y Media Ambiente, Cienfuegos.

E-mail: lcastellanos@ucf.edu.cu

RESUMEN. El objetivo de la presente investigación fue realizar un análisis espacial de la incidencia de *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan y *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary; durante cinco campañas del cultivo de la papa en la Empresa Cultivos Varios de Horquita (2003-2004 hasta 2007-2008) para lo cual se tomó la información sobre los agentes patógenos recogida por la Estación de Protección de Plantas de Yaguaramas. Se confeccionó una base de datos alfa numérica orientada a un grupo de áreas bajo las máquinas de riego de pivote central (Kubans y Bayama) y sus cuadrantes. Paralelamente se generó la cartografía de máquinas de pivote central y cuadrantes en SIG MapInfo 8.5. Para relacionar la base de datos alfanumérica y cartográfica se hicieron varias geocodificaciones automáticas, con las que se generaron mapas temáticos de la presencia o no de los patógenos. Los dos agentes en estudio han presentado una alta variabilidad espacial durante las cinco campañas. Los mismos han incidido en la misma zona geográfica y con similar fecha de aparición. *P. infestans* no ha manifestado un patrón de dispersión definido, se ha diseminado de forma aleatoria a partir de la fuente primaria de incidencia, mientras que *Phytophthora nicotianae* se ha convertido en un agente endémico que muestra un patrón de dispersión hacia las áreas colindantes cercanas o conectadas por la red vial a partir de las fuentes primarias, las cuales han estado asociadas a la deficiente nivelación del suelo y a épocas de plantación intermedias y tardías.

Palabras clave: análisis espacial, papa, *Phytophthora parasitica*, *Phytophthora infestans*

ABSTRACT. The objective of this research was to conduct a spatial analysis of the incidence of *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan and *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary, during five seasons of potato in Fields Company Miscellaneous Crops in Horquita, Cienfuegos (2003-2004 to 2007-2008). Information about pathogens, collected by the Plant Protection Station of Yaguaramas, was used in order to do so. An alpha numerical database was made, oriented to a group of areas under center pivot irrigation machines (Kubans and Bayamón) and its quadrants. Parallel to this, mapping of center pivot machines and quadrants was generated in MapInfo GIS 8.5. Several automatic geo codifications were made in order to relate the alphanumeric database and the mapping, and thematic maps were generated in the presence or absence of pathogens. The two study agents have presented high spatial variability during the five planting seasons. Both have influenced the same geographical area with similar appearance date. *P. infestans* has not expressed a defined dispersion pattern and it has spread at random from the primary source of incidence, while *Phytophthora nicotianae* has become an endemic agent which shows a dispersion pattern towards neighboring areas or areas connected by the road network from the primary sources, which have been associated with poor land leveling and late or intermediate planting seasons.

Keywords: spatial analysis, potato, *Phytophthora parasitica*, *Phytophthora infestans*

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) se considera el tubérculo de mayor consumo en Cuba, teniendo un peso fundamental en la alimentación humana tanto en forma natural como industrial. Es la más importante

de las siembras de invierno en el país, además de una fuente alimenticia, sus tubérculos pueden ser almacenados, a diferencia del resto de las viandas (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). En Cuba, las enfermedades causadas por hongos del género *Phytophthora* son muy importantes (Hernández y Gómez, 2005), ya que causan perjuicios serios en este cultivo de gran importancia económica. (Fernández, 2002)

En Cuba el hallazgo de *P. nicotianae* en plantaciones de papa se realizó en la campaña 1992-1993, en Villa Clara (Hernández y Gómez, 2005), sin embargo en la provincia de Cienfuegos no fue hasta la campaña 2002-2003, que se informó oficialmente a *P. nicotianae* en este cultivo, sobre manchas de la variedad Spunta, en la Kuban 12, UBPC Che Guevara, Empresa Cultivos Varios Horquita. (LAPROSAV, 2003)

La coexistencia de dos enfermedades del género *Phytophthora* en el follaje de la papa en la Empresa Cultivos Varios Horquita, ha motivado el desarrollo de diferentes estudios para aumentar el conocimiento científico, por lo que el objetivo de la presente investigación fue realizar un análisis espacial de la incidencia de *Phytophthora* spp. durante cinco campañas del cultivo en la Empresa de Cultivos Varios Horquita.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un análisis espacial de la incidencia de *P. parasitica* y *P. infestans* en la papa durante cinco campañas, desde 2003-2004 hasta 2007-2008, en zonas de la Empresa de Cultivos Varios Horquita a partir de la información recogida por la Estación de Protección de Plantas de Yaguaramas. Se consideró como zona norte los asentamiento Inglesito, Vila, Manguito, Batalla y Guanál Grande; zona central a Horquita, Vista Hermosa, Leona y San Ignacio y zona sureste, Carmelina y Mijalito.

Se confeccionó una base de datos alfanumérica orientada a un grupo de áreas bajo las máquinas de riego de pivote central (Kubans y Bayama) y sus cuadrantes a partir de información fitosanitaria, donde se capturó la información con una frecuencia semanal de ambas enfermedades. La unidad de producción, máquina de riego de pivote central y cuadrante se relacionaron en la base de datos con las unidades cartográficas, en el caso del cultivo se

especificó cuál de los cuadrantes estaba plantado o no de papa. El área (ha) varió en dependencia del radio de la máquina. Se tuvo en cuenta en cada cuadrante la variedad del cultivo y la fecha de plantación. En cuanto a los agentes nocivos se consideró la presencia o ausencia de los patógenos *P. infestans* y *P. nicotianae*.

Paralelamente se generó la cartografía de máquinas de pivote central y cuadrantes en SIG MapInfo 8.5. Las coordenadas del centro de cada una se tomaron de una imagen satelital GoogleEarth. Alrededor de cada coordenada, se crearon áreas circulares según los radios de pivote aportados por la Unidad de Riego de la Empresa Cultivos Varios de Horquita, geocodificándose manualmente con los nombres reales asignados. Desde el punto de vista espacial, el cuadrante es la base de los análisis descritos y su superficie fue reducida en ¼ respecto a cada máquina individual. La geocodificación manual de estos cuadrantes se realizó a partir del vial de entrada y en el sentido de las manecillas del reloj. Los códigos empleados fueron los mismos que sirven para denominar las máquinas en la Empresa, pero agregándole el número de cada cuadrante.

Para relacionar la base de datos alfanumérica y cartográfica se hicieron varias geocodificaciones automáticas, con las que se generaron mapas temáticos de la presencia o no de la enfermedad para las campañas referidas. Las capas monoespecíficas empleadas en las distintas representaciones cartográficas fueron aportadas por la Empresa Nacional de Proyectos Agropecuarios (ENPA) y la entonces Unidad de Medio Ambiente (UMA) del CITMA en Cienfuegos.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis espacial de las áreas afectadas por *P. nicotianae* y *P. infestans* en la Empresa Cultivos Varios Horquita durante las campañas 2003-2004 a la 2007-2008 puso de manifiesto que en la primera campaña *P. nicotianae* estaba presente en la zona central (Vista Hermosa, Leona y San Ignacio) y sureste de la empresa (Carmelina y Mijalito) y no en la zona norte (Inglesito, Manguito, Vila, Batalla y Guanál Grande); ubicándose la primera aparición de la enfermedad en Carmelina, zona de altimetría baja y problemas con la nivelación del suelo. (Figura 1)

Ya en la campaña 2004-2005 *P. nicotianae* se localiza en Guanál Grande (zona norte) pero también se presenta

el tizón tardío en casi toda la empresa. En la campaña 2005-2006 *Phytophthora nicotianae* se presenta en cinco Kubans de las 14 plantadas de papa y en la 2006-2007 en 10 Kubans de las 14 plantadas. Durante la campaña 2007-2008 *P. nicotianae* se presenta en nueve Kubans de las 17 plantadas de papa, pero en tres coincide con la presencia del tizón tardío, enfermedad presente en siete Kubans. En dos máquinas, Kubans-1 y 9 donde aparecieron en una misma fecha los dos patógenos cuatro campañas atrás, 2003-2004, se reportó la primera incidencia de *P. nicotianae* y de las cinco campañas estudiadas solo en una 2004-2005 para la Kubans-1 no apareció, sucediendo esto para la Kubans 9 en dos campañas, 2004-2005, y 2006-2007. Esto reafirma que el patógeno sobrevive en el suelo por largos períodos y en condiciones favorables se desarrolla, coincidiendo con lo planteado por Fernández (2002).

De forma general se observa que mientras que *P. infestans* se concentra con mayor fuerza en la zona norte y central de la empresa, *P. nicotianae* se ha convertido en un patógeno endémico que se ha estado expandiendo y ocupa toda la zona geográfica de la empresa. Aunque desde la campaña 2002-2003 en que se realiza el primer informe oficial de *P. nicotianae* (Kubans-12, Vista Hermosa) por parte del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (LAPROSAV, 2003), datos de archivos indican que síntomas asociados con tizón pero sin la presencia de la esporulación característica de *P. infestans* habían sido observados por los técnicos de la EPP Yaguaramas en las campañas 1997-1998 y 1998-1999, en Leona y San Ignacio (zona central).

Desde la campaña 2003-2004 donde se le comienza a dar seguimiento a este patógeno (Kubans-12 y Frontal-2 de Vista Hermosa, Kubans-9 y 11 de San Ignacio, Kubans-10 de Leona, Kubans-1 de Carmelina y Bayama-10 de Mijalito), su aparición se ha caracterizado por presentarse en cuadrantes con nivelación deficiente reafirmando lo afirmado por Andreu y Gómez (2007) quienes plantean que en tabaco *P. nicotianae* 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. Esto ha obligado a ser más exigente en la rotación de cultivo de la papa en la Empresa de Cultivos Varios de

Horquita cumpliéndose lo planteado por Andreu y Gómez (2007)

Un análisis particular de la fecha de primera incidencia de ambas enfermedades en las mismas plantaciones, ubicadas en la zona central, Kubans-4 (Leona) y la Kubans-9 (San Ignacio) así como en la zona sureste Kubans-1 (Carmelina) de la campaña 2007-2008, (Tabla 1), evidenció que en dos máquinas, Kubans-1 y 9 aparecieron las dos enfermedades en una misma fecha, mientras que en la Kubans-4, *P. nicotianae* apareció 21 días antes que *P. infestans*. Esto explica, como se ha evidenciado anteriormente, que la fenología sensible del cultivo es similar a ambos patógenos, pero calendarialmente, *P. nicotianae* incide primero que *P. infestans* por presentar un rango de condiciones climáticas más amplio, como señalan Mayea *et al.* (1985).

Tabla 1. Comparación de la primera incidencia de ambas enfermedades en las mismas plantaciones

Plantaciones	Fecha de primera incidencia	
	<i>Phytophthora infestans</i>	<i>Phytophthora nicotianae</i>
Kubans-9	14/02/08	14/02/08
Kubans-4	21/02/08	31/01/08
Kubans-1	21/02/08	21/02/08

Durante la campaña 2003-2004, *P. nicotianae* se dispersó a partir de la Kubans-1 (Carmelina) zona sureste, hacia la Bayama-10 ubicada dentro de la misma zona y a la zona central (San Ignacio, Vista Hermosa y Leona) en las Kubans, 11, 12 y 10, respectivamente. Esta dispersión del patógeno a partir del punto inicial se realizó hacia una Kubans cercana y tres lejanas, donde las características que las unen es la misma época de plantación (intermedia) y que tenían comunicación con la Kuban 1 por la red vial Mijalito-Horquita. De Vista Hermosa Kuban 12 pasó hasta la Frontal 2 y por último aparece en la Kuban 9, que además de estar colindante con la red vial, su época de plantación fue tardía. (Figura 2)

En la campaña 2004-2005 solamente *P. nicotianae* se presentó en la Kubans-5 (Guanal Grande) de la zona norte (cuadrantes con deficiente nivelación) y no se diseminó. Tres cuadrantes de la Kubans-25 (Batalla) coincidieron con la época de plantación temprana de la Kubans-5 (Guanal Grande); influyendo en la no diseminación de la enfermedad, lo que pudo estar

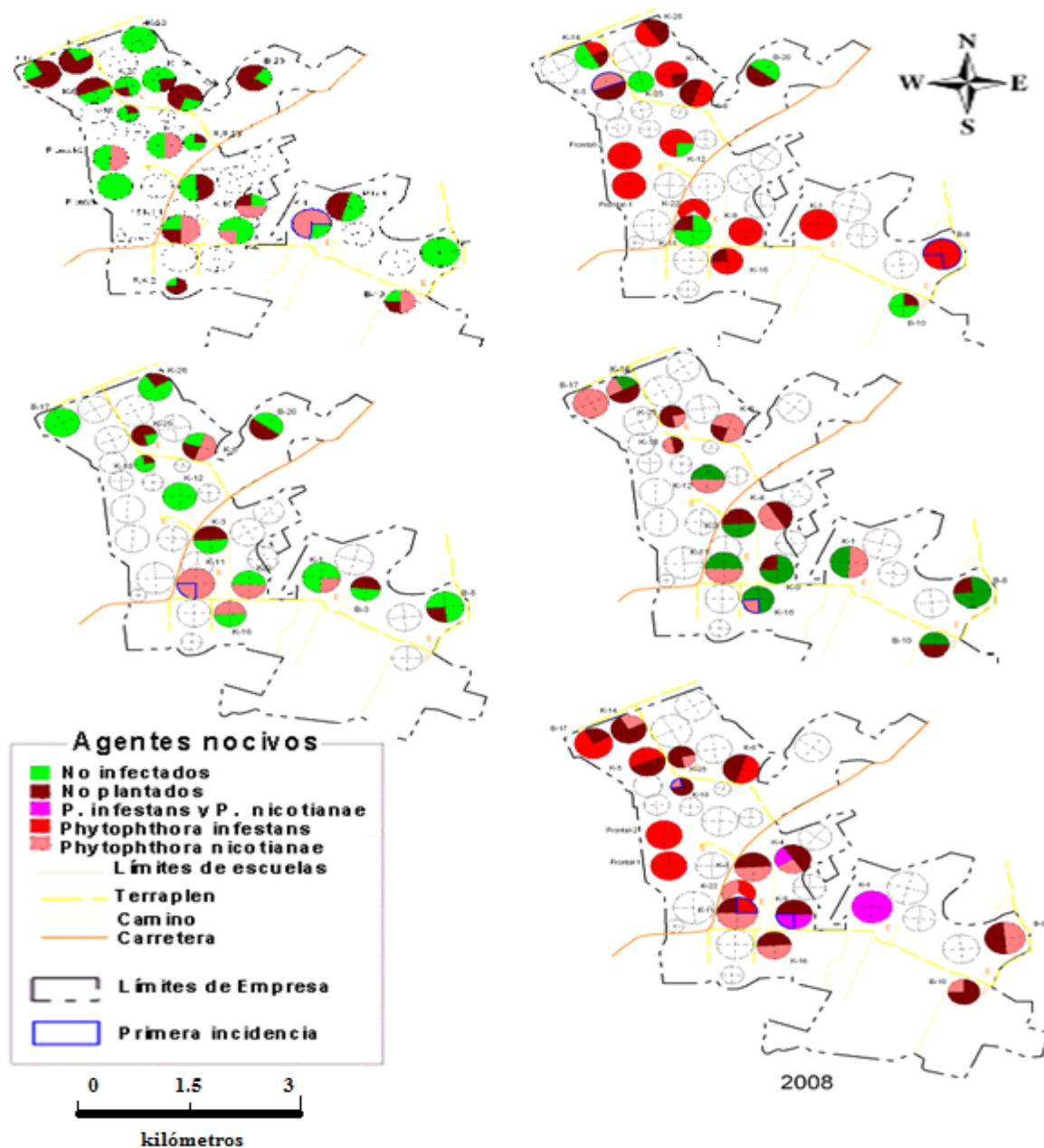


Figura 1. Análisis espacial de las áreas afectadas por *Phytophthora nicotianae* y *Phytophthora infestans* en la Empresa Cultivos Varios Horquita durante las campañas 2003-2004 a la 2007-2008

favorecido porque durante la campaña solo se acumularon 47 mm de lluvia en tres días lluviosos. Durante esta campaña el tizón tardío hizo su primera aparición en tres cuadrantes de la Bayama-8 (Mijalito) posteriormente se detectó en esta misma máquina y en la zona norte en las máquinas Kubans-6 (Vila) y 13 de Batalla; Kubans 14 y 26 de Guanál Grande; estas últimas en el extremo opuesto de su primera observación.

Posteriormente la enfermedad se detectó en la Frontal-1 y 2, Kubans-12 (Vista Hermosa) y Kubans-6 (Vila) (Figura 2). según Mayea et al. (1985) *P. infestans* se disemina fundamentalmente por el aire por medio de sus conidios.

En la campaña 2005-2006 solo estuvo presente *P. nicotianae* y apareció en la zona central, Kubans-11, cuadrante-1 de San Ignacio; en la semana siguiente se distribuyó en el resto de los cuadrantes; y una semana posterior se detectó dentro de la misma zona y lugar en la Kubans-16 y Kubans-9 y en la zona norte Kubans-6 de Vila. La enfermedad presenta de nuevo un patrón de distribución relacionado con la cercanía o colindancia y comunicación por la red vial. Se cumplió la condición de que las áreas afectadas fueron de deficiente nivelación y que las primeras detecciones ocurren en plantaciones intermedias y tardías.

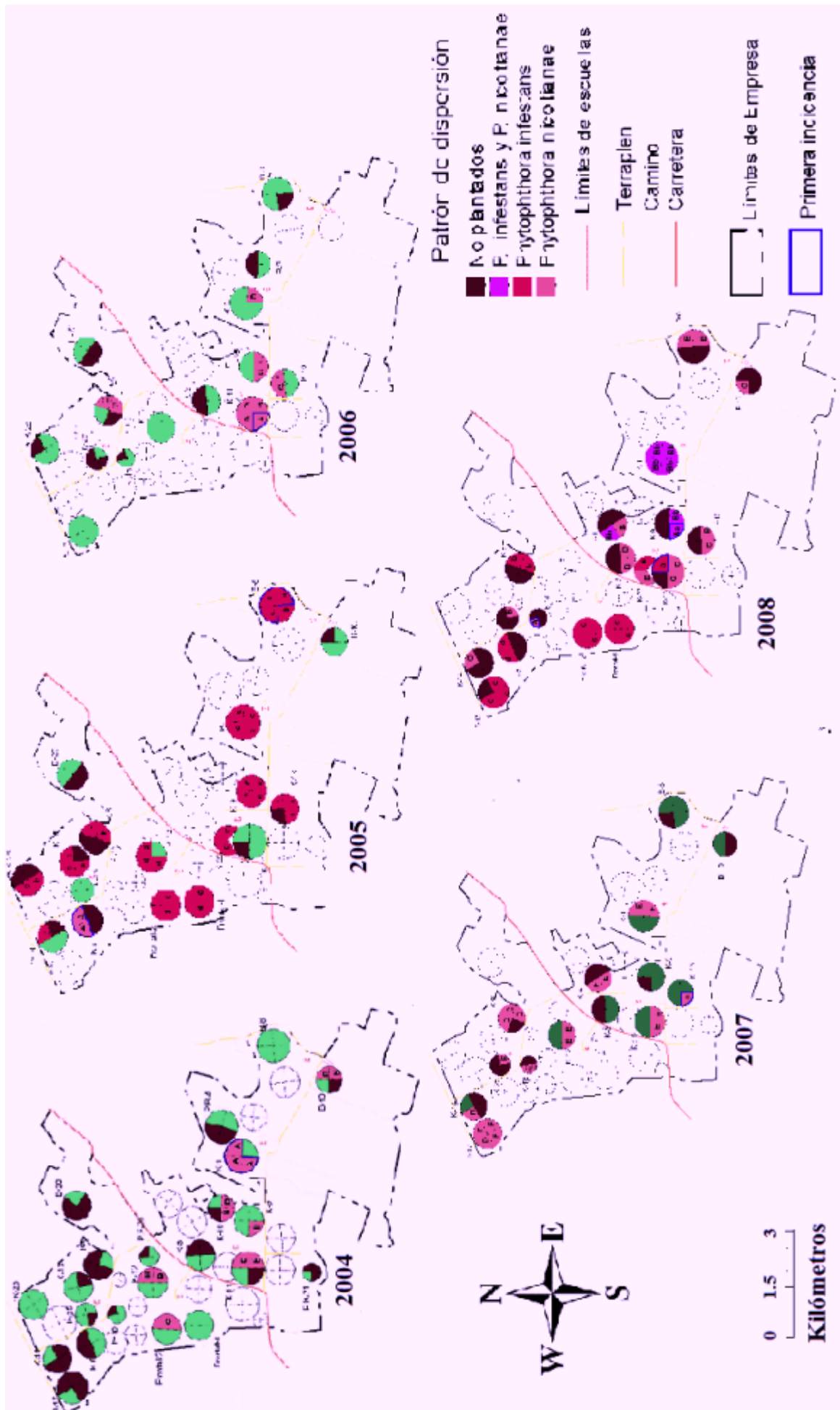


Figura 2. Patrón de dispersión por años de *Phytophthora nicotianae* (mayúsculas) y *Phytophthora infestans* (minúsculas) en la Empresa Cultivos Varios Horquita (2004-2008)

En la campaña 2006-2007 solo se presentó *P. nicotianae*, con dos centros de dispersión, uno a partir de la zona central Kubans-16 de San Ignacio y otro de la zona norte Kubans-14 de Guanál Grande. De la Kubans-16 se dispersó dentro de la misma zona y lugar a la Kubans-11 y a la zona sureste Kubans-1 de Carmelina, comunicándose estas máquinas con la red vial. De la Kubans-14 dentro de la misma zona se dispersó a la Kubans-18 de Manguito; después a la Kubans-6 de Vila y a la Bayama-17 de Guanál Grande, colindante con la Kubans-14; por último en la Kubans-25 de Batalla y a la zona central Kubans-12 de Vista Hermosa. Se mantuvo el patrón.

En la última campaña en estudio 2007-2008 se hizo más difícil la interpretación por la forma en que se distribuyeron los patógenos, ya que incluso coincidieron ambos en los mismos cuadrantes. *P. nicotianae* hace su primera aparición en la zona norte Kubans-18 de Manguito y posteriormente en la Kubans-25 de Batalla, Kubans-14 de Guanál Grande, dentro de la misma zona y en la zona central Kubans-16 de San Ignacio; a partir de los puntos secundarios donde ya se había presentado en campañas anteriores se diseminó a áreas contiguas o más lejanas pero siempre aledañas a la red vial de comunicación con los puntos secundarios y así sucesivamente.

El tizón tardío apareció en la zona central Kubans-11 de San Ignacio, detectándose en la zona norte Kubans-6 de Vila; seguido en la Bayama-17 de Guanál Grande dentro de la misma zona y Frontal-1 y 2 de Vista Hermosa de la zona central; posteriormente en la Kubans-5 de Guanál Grande. Cinco semanas después apareció en la Kubans-22 colindante y de época de plantación tardía, igual que la Kubans-11, ocurriendo esto cuando ya se había presentado en toda la Empresa y de forma aleatoria (Figura 6), lo que ratifica el patrón de dispersión que se manifestó en la campaña 2004-2005, explicado anteriormente.

Como se ha puesto en evidencia el análisis espacial permitió obtener mayor información de las primeras incidencias y el patrón de distribución diferente de ambas patologías que podrían incorporarse al manejo de éstas. El Sistema de Información Geográfico resultó ser el primero para la papa en Cuba, lo que hace que la Empresa cuente con nuevas herramientas para la toma de decisiones en el campo de la sanidad vegetal.

CONCLUSIONES

1. Los dos agentes patógenos presentaron alta variabilidad espacial y coincidido en la misma zona geográfica y con similar fecha de aparición.
2. *P. infestans* no presentó un patrón de dispersión definido.
3. *P. nicotianae* tuvo un patrón de dispersión hacia las áreas colindantes cercanas o conectadas por red vial, las cuales han estado asociadas a la deficiente nivelación del suelo y épocas de plantación intermedias y tardías.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acuña, I.: Cómo reconocer los tizones de la papa. Osorno, Chile. Boletín N° 47, 2 pp., 2004.
2. Andréu, C. M. y J. Gómez: La Sanidad Vegetal en la Agricultura Sostenible Agentes bióticos causantes de enfermedades en las plantas Capítulo 4, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, pp., 126-244, 2007.
3. Fernández, A.: “Biología de *Phytophthora parasítica* var. *nicotianae*. I. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo del hongo”. *Agrotécnia de Cuba*, 28 (1): 48-53. ISSN 0568-3114, 2002.
4. Hernández K. y G. Gómez: “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, 2005.
5. LAPROSAV: Informe de campaña de papa, provincia de Cienfuegos, 30 pp., 2003.
6. Martínez E.; G Barrios; L. Robesti y R. Santos: Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico. Cuba. CNSV, Cuba; Entre pueblos, España; GVT, Italia, 526 pp., 2007.
7. Mayea, S.; L. Herrera y C. M. Andréu: Enfermedades de las plantas cultivadas en Cuba, Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba, 1985.
8. Muiño, B.: Manejo de la resistencia a las fenilamidas en especies de Oomycetes en Cuba. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, INISAV, MINAGRI, p. 83, 1997.

Recibido: 20/11/2012

Aceptado: 20/01/2013