

DINÁMICA ESPACIO-TEMPORAL EN EL PATOSISTEMA PUDRICIÓN BLANCA-AJO EN CARACHE, TRUJILLO, VENEZUELA

Dilcia Ulacio-Osorio¹, María Jiménez-Tamayo¹ y Wilfredo Perdomo¹

RESUMEN

El conocimiento de la distribución de la pudrición blanca del ajo en el campo es importante para obtener mediciones precisas y diseñar estrategias de manejo. Con el objetivo de evaluar el comportamiento de la pudrición blanca inducida por *Sclerotium cepivorum*, se determinó la distribución espacial y el progreso temporal de la enfermedad en un huerto cultivado con ajo, en Carache, estado Trujillo, en dos ciclos del cultivo. El área experimental se dividió en cuatro sub-parcelas de 12 m² y éstas a su vez en cuadrantes de 1 m². La incidencia de la enfermedad se registró periódicamente una vez que aparecieron los primeros síntomas. La distribución espacial de la pudrición blanca se analizó a través de mapeo e índices de agregación (relación varianza/media, Lloyd y el parámetro *k*). La distribución temporal se analizó construyendo curvas del progreso de la enfermedad. En ambos periodos se tomó en cuenta la distancia entre plantas y su relación con la incidencia de la enfermedad. La distribución espacial de la pudrición blanca se ubicó en agregados. Se detectó una relación inversa entre la distancia entre plantas y la incidencia de la enfermedad, aunque ésta se comportó de forma policíclica en ambos ciclos. Se concluye que la evaluación espacio-temporal de la pudrición blanca permitió conocer la distribución de la enfermedad, con sitios de mayor o menor concentración del inóculo en el campo, así como los ciclos de infección del patógeno durante la etapa del cultivo.

Palabras clave adicionales: *Allium sativum*, distribución espacial, progreso temporal de la enfermedad, *Sclerotium cepivorum*

ABSTRACT

Spatio-temporal dynamics from white rot disease-garlic pathosystem at Carache, Trujillo, Venezuela

The distribution knowledge of the garlic white rot disease in the field is important to get precise measurement to design strategies of control. The objective of the investigation was to evaluate the spatial and temporal distribution of garlic white rot disease induced for *Sclerotium cepivorum* in a farm in Carache, Trujillo State, for two crop cycles. The experimental area was divided in four 12 m² sub-plots, and these in twelve 1 m² quadrants. Disease incidence was registered periodically since the first symptom was evident. Spatial distribution of garlic white rot was analyzed by mapping and index of aggregation (the variance/mean ratio, Lloyd's index, and *k* parameter). Temporal distribution of the disease was analyzed by developing the disease progress curves. The distance between plants and its relation with disease incidence were considered in both crop cycles. Spatial distribution of white rot resulted in aggregated. An inverse relationship was detected between plant distance and white rot incidence, though disease progress resulted polycyclic in both cycles. It is concluded that spatio-temporal evaluation permitted to know the distribution of the garlic white rot, with zones of greater and minor inoculum concentration in the field, as well as infection cycles of the pathogen during crop growth.

Additional key words: *Allium sativum*, spatial distribution, temporal progress of the disease, *Sclerotium cepivorum*

INTRODUCCIÓN

La pudrición blanca del ajo es inducida por el hongo *Sclerotium cepivorum* Berk. El inóculo primario de este patógeno está conformado por pequeños esclerocios (Crowe et al., 1980; Schwartz y Mohan, 1995) que comúnmente germinan una sola vez en respuesta a exudados de raíces de *Allium*; la hifa resultante crece a través

del suelo e infecta raíces cercanas, produciendo la infección secundaria (Entwistle, 1990). La ocurrencia de una o ambas infecciones determina el comportamiento monocíclico o policíclico de la enfermedad (Campbell y Madden, 1990; Schwartz y Mohan, 1995).

Los compuestos volátiles que emanan del ajo pueden inducir la germinación de los esclerocios a 10 cm de distancia de las raíces; esta germinación

Recibido: Septiembre 19, 2011

Aceptado: Julio 27, 2012

¹ Posgrado de Fitopatología, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela. e-mail: dilciau@ucla.edu.ve

es abundante a temperaturas entre 14 y 18 °C (Schwartz y Mohan, 1995).

Los esclerocios pueden mostrar una dormancia exógena, producto de la acción fungistática de la dinámica microbial del suelo o por falta de cultivos de la familia de las Alliaceas (Crowe et al., 1980) o una dormancia endógena o constitutiva por efecto de factores climáticos (Adams, 1987) o baja estimulación en la germinación por la presencia de Alliaceas con baja concentración en compuestos azufrados, entre otros (Coley-Smith, 1986).

En forma natural, la distribución espacial de los propágulos de patógenos con origen en el suelo, ocurre rara vez de manera aleatoria o regular; siendo común detectar agregaciones (Ristaino et al., 1993). En el caso de *S. cepivorum*, se ha encontrado que los esclerocios de este hongo mostraron agregación en el cultivo de ajo en el estado de Guanajuato, México (A. Cano. CP, México. Comunicación personal). Esta forma de arreglo de los patógenos, también ha ocurrido en plantas enfermas (Campbell et al., 1980).

El conocimiento de la distribución de los esclerocios de *Sclerotium cepivorum* y/o de la pudrición blanca del ajo en el tiempo y en el espacio es importante para obtener mediciones precisas, indispensables para el diseño de estrategias de manejo integrado en el campo. Existen diferentes instrumentos analíticos para evaluar la distribución espacial de los patógenos y las enfermedades que inducen, y entre las técnicas más utilizadas se encuentran los índices de dispersión tales como la relación varianza/media y el índice de Lloyd (Rekah et al., 1999; Avila et al., 2002; Villate et al., 2008), así como el parámetro o índice k que estima máxima vecindad entre los individuos muestreados (Gilligan, 1988).

La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar la dinámica espacio-temporal de la pudrición blanca bajo las condiciones de siembra establecidas en dos ciclos del cultivo de ajo en un huerto ubicado en la localidad de Carache, estado Trujillo en Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área experimental se ubicó en un campo naturalmente infestado con *Sclerotium cepivorum* con una densidad de inóculo entre 0,28 y 1,71 esclerocios por gramo de suelo en el sector Mesa

Arriba, municipio Carache del estado Trujillo, Venezuela, a una altitud de 1500 msnm. La misma ocupó un área de 12 x 4 m, con un total de 48 hileras de plantas de ajo tipo morado, colocadas a chorro corrido a una distancia de 0,25 m entre hileras.

El área se dividió en cuatro sub-parcelas y en cada una se establecieron 12 hileras de plantas. Cada sub-parcela fue dividida en cuadrantes de 1 m² a fin de evaluar la dinámica espacial de la pudrición blanca, ubicando las plantas enfermas por cuadrante.

Los métodos analíticos utilizados para la determinación de la distribución espacial de la pudrición blanca fueron la relación varianza/media (VM) y el índice de Lloyd (LIP, por sus siglas en inglés) según Campbell y Madden (1990). Las ecuaciones fueron:

$$VM = s^2/x \quad \text{y} \quad LIP = [x + (s^2/x) - 1]/x$$

donde s^2 es la varianza y x representa el promedio de los datos (porcentaje de plantas enfermas) de cada sub-parcela (12 cuadrantes) o del área experimental total (48 cuadrantes).

Cuando el resultado de la relación VM o del LIP fue igual a 1 la distribución de la enfermedad en el campo se consideró aleatoria; cuando el resultado fue menor a 1, la distribución se consideró uniforme y cuando fue mayor a 1 se interpretó que había agregación (Gilligan, 1988; Campbell y Madden, 1990).

Por otra parte, como método de comprobación de la agregación se usó el parámetro k , calculado mediante la ecuación $k = x/(s^2/x) - 1$.

El parámetro k oscila entre 0 e infinito; si k se acerca a 0, la disposición espacial de los individuos se ajusta a la distribución binomial negativa, indicando agregación. Por el contrario, si k tiende al infinito (un número muy grande), la binomial negativa se reduce a la distribución de Poisson, indicando aleatorización (Campbell y Madden, 1990).

Se realizaron, además, mapas bidimensionales utilizando el método interpolativo Kriging del programa Surfer versión 7, a fin de corroborar la distribución espacial de la pudrición blanca en toda el área bajo estudio, complementando los resultados de los índices de dispersión (VM, LIP y k).

Dado que normalmente se observan fallas en la germinación por diferentes factores inherentes a la semilla, plagas o estructura del suelo, lo cual

establece distancias variables entre plantas, se realizó un análisis de correlación con el fin de conocer la influencia de este atributo en el comportamiento espacial de la enfermedad (relación entre la distancia entre plantas y la incidencia de la enfermedad).

Para evidenciar el comportamiento temporal de la enfermedad se realizaron evaluaciones durante dos ciclos del cultivo (mayo-septiembre 2006 y octubre 2006-febrero 2007) mediante un conteo de plantas enfermas del total de la población en cada cuadrante. Cada evaluación se inició una vez que se observaron los primeros síntomas de la pudrición blanca (amarillamiento intenso en las hojas bajas y debilitamiento generalizado en la planta) así como la formación de esclerocios del hongo. La cuantificación se hizo cada 7 o 14 días hasta el final del ciclo de cultivo; en cada tiempo de evaluación se marcaron las plantas con daño. A lo largo de los dos períodos, la temperatura del suelo medida a 15 cm de profundidad varió entre 10,0 y 44,5 °C. Se realizó un adecuado manejo hortícola que incluyó la incorporación de materia orgánica, una aplicación de fertilizante fórmula completa, dos

aplicaciones de urea, un adecuado riego y control de malezas.

Para detectar diferencias entre sub-parcelas para la distancia de siembra y la incidencia de la enfermedad (porcentaje de plantas enfermas) se realizó un análisis de varianza y prueba de comparación de medias según Tukey utilizando el programa SAS, versión 6.12 (Cary, NC).

RESULTADOS

Dinámica espacial de la pudrición blanca. En el primer ciclo del cultivo la distribución espacial del porcentaje de plantas enfermas en las diferentes sub-parcelas indicó que hubo agregación (tanto VM como LIP mayores que 1), con una incidencia de la enfermedad que osciló en promedio entre 13,7 y 34,9 % (Cuadro 1). Esto significa que el daño más intenso se estableció de manera focalizada en el campo, como se muestra en los mapas bidimensionales (Figura 1). Estos resultados se mantuvieron en el segundo ciclo donde también se detectó la agregación de plantas enfermas en todas las sub-parcelas, oscilando la intensidad de la enfermedad entre 6,4 y 15,2 % (Cuadro 2).

Cuadro 1. Distribución espacial del porcentaje de plantas enfermas (IE) por pudrición blanca en el ciclo Mayo-Septiembre, 2006 en Carache, Trujillo, Venezuela, a través de la relación varianza/media (VM), Lloyd (LIP) y prueba de comparación (parámetro k)

Sub-parcela	IE (%)	VM	Distribución	LIP	Distribución	k	Distribución
1	29,7	10,6	Agregado	1,32	Agregado	3,08	Agregado
2	34,9	19,6	Agregado	1,63	Agregado	1,58	Agregado
3	20,1	15,1	Agregado	1,71	Agregado	1,40	Agregado
4	13,7	16,2	Agregado	2,01	Agregado	0,98	Agregado
Área Total	24,6	16,0	Agregado	1,64	Agregado	1,60	Agregado

Al analizar toda el área experimental, tanto en el primero como en el segundo ciclo, también se detectó una distribución en agregados. La existencia de este tipo de distribución fue comprobado con los valores de k, los cuales resultaron muy alejados del infinito (es decir, cercanos a cero) e indicaron la tendencia de los datos a la distribución binomial negativa, y por ende, a la agregación en el porcentaje de plantas enfermas por pudrición blanca (Cuadros 1 y 2).

De acuerdo a la Figura 1A, en el primer ciclo se detectó un fuerte conglomerado de plantas enfermas con una incidencia de pudrición blanca superior a 45 % en las sub-parcelas 1 y 2

mientras que hacia las sub-parcelas 3 y 4 se evidenciaron dos focos menos extensos con incidencias de la enfermedad mayores a 20 %.

En el caso del segundo ciclo (Figura 1B), el mapa muestra dos focos de agregación de plantas enfermas en las sub-parcelas 2 y 3 con incidencias de la enfermedad mayor a 25 %; no obstante, la intensidad de daño fue menor y ocupó menos área, al compararlo con lo detectado en el primer ciclo del cultivo (Figura 1A).

Influencia de la distancia entre plantas en el progreso espacial de la pudrición blanca. En el primer ciclo se observaron algunas fallas en la

emergencia de la semilla de ajo, lo que trajo como consecuencia una variación en la distancia entre plantas y por ende, en la densidad de plantas por hilera. En el segundo ciclo hubo mayor variación en este atributo, producto de las precipitaciones que ocurrieron al inicio del cultivo. De esta forma, la población de plantas en el primer ciclo fue mayor que en el segundo, y osciló, en promedio, entre 18 y 30 plantas por metro lineal, con una distancia entre ellas de 5,5 a 3,3 cm, respectivamente, y se detectaron en promedio de 2 a 15 plantas enfermas. En el segundo, la población promedio de ajo osciló entre 4 y 18 plantas por metro lineal, con una distancia entre plantas de 25 a 5,5 cm y un promedio de 0 a 4 plantas enfermas.

Se detectaron diferencias estadísticas ($P \leq 0,01$) tanto para el número de plantas enfermas como para la distancia entre plantas. En este sentido, distancias entre plantas de 3,30 a 3,50 cm (con 9,5 hasta 11,5 plantas enfermas por metro lineal) en el primer ciclo del cultivo fueron estadísticamente diferentes de aquellas con distancias de 5,40 a 5,50 cm (con 2,3 a 3,5 plantas enfermas por metro lineal) (Figura 2A). En el segundo ciclo las diferencias fueron más notables; las distancias mayores a 12,2 cm fueron estadísticamente diferentes a las menores a 8,9 cm (Figura 2B). El análisis de correlación detectó una relación inversamente proporcional y significativa ($r = -0,62$; $P \leq 0,05$) entre el número de plantas enfermas y la distancia entre plantas, evidenciado también en ambos ciclos.

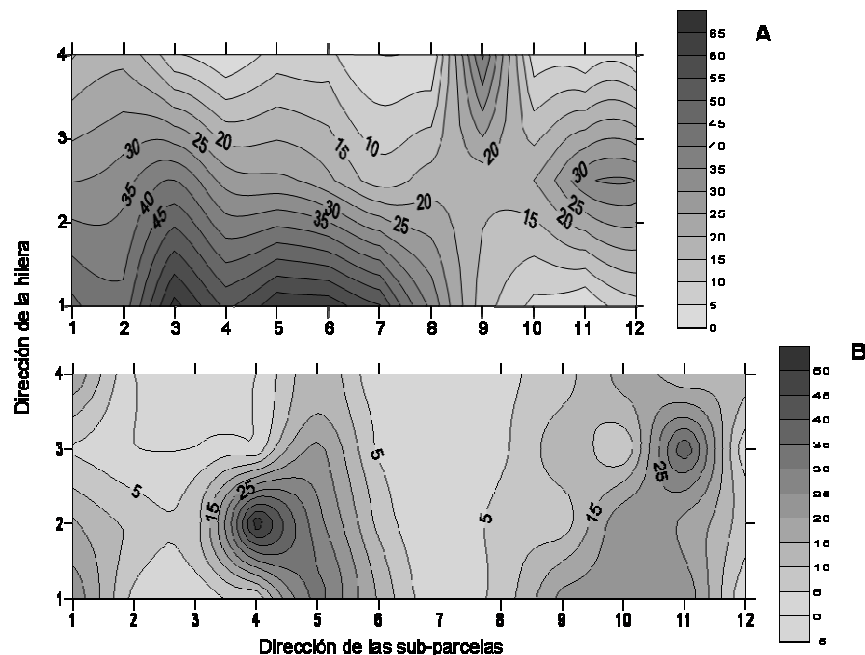


Figura 1. Agregación de plantas enfermas en un huerto en Carache, Trujillo, Venezuela. A. Ciclo Mayo-Septiembre 2006. B. Ciclo Octubre 2006-Febrero 2007. Los números internos representan el porcentaje de plantas enfermas en relación al total de la población

Cuadro 2. Distribución espacial del porcentaje de plantas enfermas (IE) por pudrición blanca en el ciclo Octubre 2006-Febrero 2007 en Carache, Trujillo, Venezuela, a través de la relación varianza/media (VM), Lloyd (LIP) y prueba de comparación (parámetro k)

Sub-parcela	IE (%)	VM	Distribución	LIP	Distribución	k	Distribución
1	9,4	1,36	Agregado	1,03	Agregado	0,78	Agregado
2	15,2	18,1	Agregado	2,12	Agregado	0,89	Agregado
3	6,4	6,64	Agregado	1,88	Agregado	1,13	Agregado
4	15,1	9,18	Agregado	1,54	Agregado	1,85	Agregado
Área total	11,5	13,02	Agregado	2,04	Agregado	0,95	Agregado

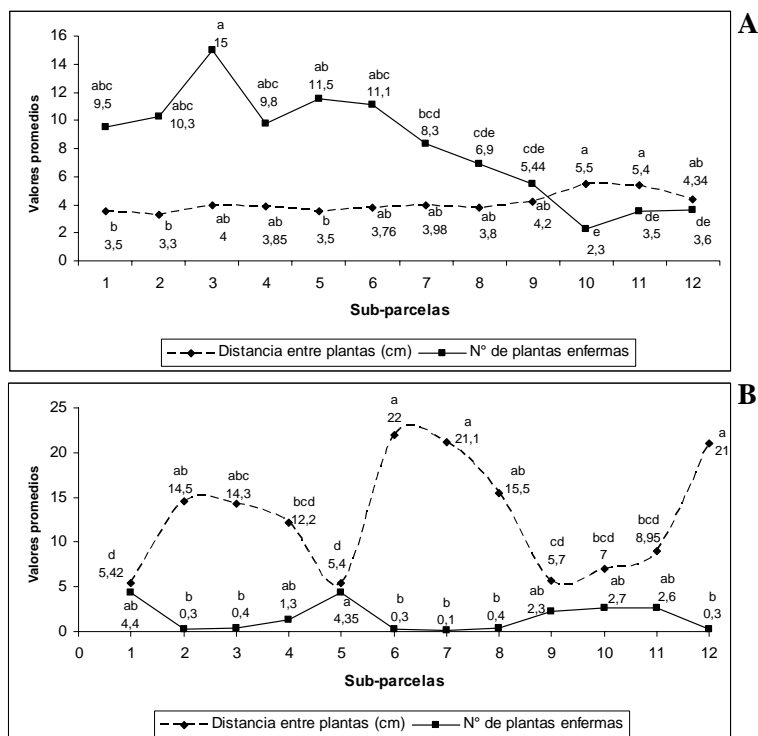


Figura 2. Relación entre la distancia entre plantas y el número de plantas de ajo enfermas por la pudrición blanca. A. Ciclo Mayo-Septiembre 2006. B. Ciclo Octubre 2006-Febrero 2007. Comparación de las medias entre sub-parcelas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para la distancia entre plantas o para el número de plantas enfermas

Evaluación temporal de la pudrición blanca

En ambos ciclos los resultados del comportamiento de la pudrición blanca en el tiempo mostraron curvas de tipo policíclico debido a que presentaron al menos un punto de inflexión (Figura 3). Esto indica que la enfermedad presentó más de un ciclo de infección, lo cual es notorio incluso en la incidencia acumulada en el segundo ciclo, período en el que existió baja densidad de plantas, tal como se mencionó anteriormente.

DISCUSIÓN

En el primer ciclo del cultivo los índices de dispersión utilizados evidenciaron agregación en la intensidad de la pudrición blanca en toda el área objeto de estudio y fueron mayores en algunas sub-parcelas de acuerdo a lo observado en el mapa bidimensional (Figura 1A). En este período se detectaron varios focos de agregación, uno de los cuales abarcó buena parte del área experimental, con una alta incidencia de la enfermedad que

superó el 45 %. Esto parece lógico, no sólo por la alta densidad de inóculo del patógeno existente por gramo de suelo en ambos ciclos, sino también por la mayor densidad de plantas establecidas en el primer ciclo.

Sin embargo, al promediar la incidencia de la enfermedad en la totalidad del área la misma no superó, en promedio, el 30 % en ambos ciclos. En este sentido, se hubiese esperado una alta intensidad de daño ya que 0,1 esclerocios de *S. cepivorum* por gramo de suelo ha inducido 85 % de pudrición blanca en ajo (Crowe et al., 1980). Los resultados en cuanto a la cantidad de enfermedad pudieran justificarse principalmente, por variabilidad en la actividad de los esclerocios, por al menos tres razones: muchos de ellos debieron declinar de forma natural (Ulacio et al., 2006), otros pudieron debilitarse e incluso algunos murieron atribuido al efecto de la aplicación de algunas alternativas de manejo en el cultivo (Ulacio et al., 2011) y otros pudieron mantenerse en dormancia endógena, producto de la alta temperatura alcanzada en el suelo en el período

evaluado, la cual registró a 15 cm de profundidad valores de hasta 44,5 °C. Se conoce que la infección por parte de *S. cepivorum* se detiene cuando la temperatura excede los 24 °C (Crowe y Hall, 1980; Schwartz y Mohan, 1995).

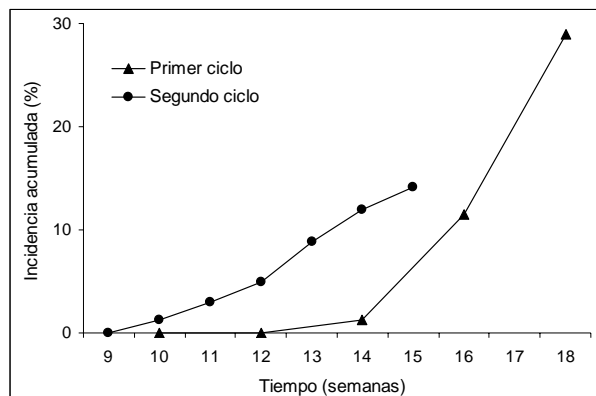


Figura 3. Progreso temporal de la pudrición blanca que muestra un comportamiento de tipo policíclico en ambos periodos. Primer ciclo: Mayo-Septiembre 2006; Segundo ciclo: Octubre 2006-Febrero 2007

En el segundo ciclo, adicionalmente a las consideraciones anteriores, la alta humedad producto de las fuertes precipitaciones debió contribuir también en la reducción de la cantidad, la viabilidad y/o actividad de los esclerocios, tal como ha sido comprobado por Crowe et al. (1980). Muy probablemente todas estas condiciones habrían limitado el potencial del inóculo de *S. cepivorum* (Adams, 1987; Sánchez et al., 2000); no obstante, la población del hongo, aún se mantuvo alta y mostró dos focos de agregación (Figura 1B), aunque menos intensos que los detectados en el primer ciclo. En este sentido, Crowe et al. (1980) señalan que aun con estas limitaciones, las densidades de inóculo mayores a 0,1 esclerocio por gramo de suelo pudieran ocasionar grandes pérdidas económicas, al producirse las condiciones favorables.

La distancia entre plantas, en el segundo ciclo, fue otro factor que influyó en la disminución de la actividad de los esclerocios de *S. cepivorum* para enfermar a las plantas de ajo (principalmente, después de la semana 12). Lo anterior fue corroborado con la asociación inversamente proporcional entre la distancia entre plantas y el número de plantas enfermas; no obstante, no impidió que la pudrición blanca se comportara de

manera policíclica debido a que mostró puntos de inflexión, al igual que en el primer ciclo, tal como se ha evidenciado en otros estudios con ajo (Ulacio et al., 2006). Esto puede ser indicio de que la agregación de los esclerocios, dada la preparación continua del suelo, se dispone de manera difusa en el área objeto de estudio, tendiendo a la uniformidad en ciertas partes del terreno, permitiendo así la cercanía de las estructuras del patógeno con las plantas, independientemente de su ubicación.

Lo anterior se evidenció en el comportamiento de la enfermedad en el segundo ciclo a partir de la semana 12, donde se detectó que la forma de la curva cambió su comportamiento, a diferencia de lo detectado en la dinámica de la enfermedad en el primer ciclo (con una curva de tipo exponencial). Sin embargo, entre las semanas 9 y 12 del segundo ciclo, se pudiera deducir que aquellas plantas con una distancia entre ellas de menos de 11 cm debieron permitir la diseminación del patógeno a través de las raíces, por estimulación activa de los exudados radicales, tal como lo han señalado Schwartz y Mohan (1995). Precisamente, las menores distancias entre plantas, coincidieron con las zonas de mayor agregación de la enfermedad.

Es posible además, que los propágulos del hongo en el segundo ciclo pudieran alcanzar mayores distancias por salpique a causa de las precipitaciones, tanto dentro de la hilera, como entre las hileras (con una distancia de 0,25 m), contribuyendo así con la generación de más de un ciclo de infección, actuando no sólo el micelio producto de la germinación de los esclerocios en pre-siembra del cultivo, sino también nuevo micelio y esclerocios diseminados planta a planta.

Lo anterior es factible tomando en cuenta que el comportamiento policíclico también se ha observado con la pudrición causada por *Fusarium oxysporum* en tomate sembrado a una distancia de 0,5 m entre plantas y 1,9 m entre hileras (Rekah et al., 1999) así como con el tizón causado por *Phytophthora capsici* en pimentón sembrado a 0,25 m entre plantas y 1,0 m entre hileras (Ristaino et al., 1993).

Dada la relación inversa detectada entre la densidad de plantas dentro de la hilera y la incidencia de la pudrición blanca es muy importante conocer el tipo de dispersión o agregación del inóculo para decidir no sólo un

adecuado plan fitosanitario, sino también la mejor densidad de población del ajo, de acuerdo a las zonas de mayor riesgo de infección, practicando así la llamada agricultura de precisión o de sitios específicos (Fleischer et al., 1999).

Es de destacar que bajo las condiciones de alta densidad de inóculo de *S. cepivorum* y en presencia de factores favorables para la ocurrencia de la enfermedad, no sería recomendable sembrar más de 22 plantas por metro lineal (considerando una distancia mínima entre plantas de 4,5 cm). Sin embargo, lo anterior implicaría una baja densidad de población si se toma en cuenta que se recomiendan al menos 40 plantas·m⁻¹ (Brewster, 2001). Al respecto, es importante considerar, entre otros aspectos, la altitud de la zona, y el manejo fitosanitario y hortícola.

Por otra parte, se pudiera considerar el establecimiento de más de una distancia entre plantas, dependiendo de las zonas de mayor riesgo para la ocurrencia de la enfermedad. En este sentido, es preferible obtener un rendimiento al menos sustentable, que pérdidas totales causadas por la pudrición blanca, a causa de altas densidades de siembra. De esta forma, se hace necesario evaluar cada situación en particular.

CONCLUSIONES

La dinámica espacial de la pudrición blanca resultó en agregación tanto en las sub-parcelas individuales como en el área total, lo cual fue corroborado por los mapas bidimensionales.

La distancia entre plantas afectó inversamente la incidencia de la pudrición blanca, por lo que pudieran considerarse diferentes distancias al momento de establecer el cultivo tomando en cuenta los focos de agregación del patógeno.

El comportamiento de la pudrición blanca en el tiempo resultó ser de tipo policíclico en ambos períodos evaluados, lo que evidenció la habilidad parasítica del patógeno, aun en condiciones adversas para su diseminación entre plantas.

AGRADECIMIENTO

Al CDCHT de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA) por financiar el proyecto 010-AG-2005. A Ana Gómez, del Laboratorio de Fitopatología de la UCLA, y a Manuel Velásquez y familia, por la colaboración y

hospitalidad en la localidad del ensayo.

LITERATURA CITADA

1. Adams, P. 1987. Effects of soil temperature, moisture and depth on survival and activity of *Sclerotinia minor*, *Sclerotium cepivorum* and *Sporidesmium sclerotivorum*. Plant Disease 71: 170-174.
2. Avila, G., D. Téliz, H. González, H. Vaquera, L. Tijerina, R. Johansen y A. Mojica. 2002. Dinámica espacio-temporal de la roña (*Elsinoe perseae*), el daño asociado a trips y antracnosis (*Glomerella cingulata*) del Aguacate en Michoacán, México. Revista Mexicana de Fitopatología 20: 77-87.
3. Brewster, J. 2001. Las cebollas y otros *Allium*. Acirbia. Zaragoza, España.
4. Campbell, C.L. y L.V. Madden. 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. Wiley. NY. Cap. 11.
5. Campbell, C.L., S.P. Pennypacker y L.V. Madden. 1980. Progression dynamics of hypocotyl rot of snapbean. Phytopathology 70: 487-494.
6. Coley-Smith, J. 1986. A comparison of flavour and odour compounds of onion, leek, garlic and *Allium fistulosum* in relation to germination of sclerotia of *Sclerotium cepivorum*. Plant Pathology 35: 370-376.
7. Crowe F. y D. Hall. 1980. Soil temperature and moisture effects of *Sclerotium* germination and infection of onion seedlings by *Sclerotium cepivorum*. Phytopathology 70: 74-78.
8. Crowe, F.J., D. Hall, A.S. Greathead y K.G. Baghott. 1980. Inoculum density of *Sclerotium cepivorum* and incidence of white rot of onion and garlic. Phytopathology 70: 64-69.
9. Entwistle, A.R. 1990. *Allium* white rot and its control. Soil Use and Management 6: 201-209.
10. Fleischer, S.J., P.E. Blom y R. Weisz. 1999. Sampling in precision IPM: When the objective is a map. Phytopathology 89: 1112-1118.
11. Gilligan, C.A. 1988. Analysis of the spatial pattern of soilborne pathogens. In: J. Kranz y J. Rotten (eds.). Experimental Techniques in Plant Disease Epidemiology. Springer-Verlag. Heilderberg. Germany. pp. 85-98.

12. Mihail, J.D. 1989. Spatio-temporal dynamics of inoculum and of disease in a highly susceptible crop. *Phytopathology* 79: 848-855.
13. Rekah, Y., D. Shtienberg y J. Katan. 1999. Spatial distribution and temporal development of *Fusarium* crown and root rot of tomato and pathogen dissemination in field soil. *Phytopathology* 89: 831-839.
14. Ristaino, J.B., R.P. Larkin y C.L. Campbell. 1993. Spatial and temporal dynamics of *Phytophthora* epidemics in commercial bell pepper fields. *Phytopathology* 83: 1312-1320.
15. Sánchez, J., E. Zavaleta, G. Mora y L. Pérez. 2000. Variability of four mexican isolates of *Sclerotium cepivorum* Berk. *Revista Mexicana de Fitopatología* 18: 103-110.
16. Schwartz, H. y S. Mohan. 1995. Compendium of onion and garlic disease. American Phytopathological Society (APS). St. Paul. Minnesota. 54 p.
17. Ulacio, D., M.A. Jiménez y W. Perdomo. 2011. Estrategias de manejo integrado de *Sclerotium cepivorum* Berk. y la pudrición blanca del ajo en Carache, estado Trujillo, Venezuela. *Bioagro* 23: 105-114.
18. Ulacio-Osorio, D., E. Zavaleta-Mejía, A. Pedroza-Sandoval y A. Martínez-Garza. 2006. Strategies for management of *Sclerotium cepivorum* Berk. in garlic. *Journal of Plant Pathology* 88: 253-261.
19. Villate, L., V. Fievet, B. Hanse, F. Delemarre, O. Plantard, D. Esmenjaud y M. van Helden. 2008. Spatial distribution of the dagger nematode *Xiphinema index* and its associated grapevine fanleaf virus in french vineyard. *Phytopathology* 98: 942-948.