

Distribución espacial de las ninfas del mosquito verde *Jacobiasca lybica* (Homoptera; Cicadellidae) en un viñedo de secano en Andalucía, España

Spatial distribution of the nymphs of the green mosquito *Jacobiasca lybica* (Homoptera; Cicadellidae) in an unirrigated land vineyard in Andalusia, Spain

Ramírez-Dávila, J. F.¹, Porcayo-Camargo, E.²

1 Profesor Investigador de la Facultad de Ciencias Agrícolas, UAEM. Centro universitario el Cerrillo Piedras Blancas km 15 Carr. Toluca - Ixtlahuaca Entronque al Cerrillo. C.P. 50200 Toluca, Méx. Tel. (01 729) 296 55 31 Ext: 139

2 Pasante de la Facultad de Geografía UAEM. Cerro de Coatepec s/n Ciudad Universitaria, C.P. 50000, Toluca, México.

E-mail: elvia_pcamargo@yahoo.com

E-mail: jfrd@uaemex.mx

RESUMEN. En el trabajo se determinó la distribución espacial de las poblaciones de ninfas del mosquito verde *Jacobiasca lybica* en una parcela experimental de secano en Cádiz, España. Esta distribución espacial se estableció mediante las técnicas geoestadísticas. Los resultados demostraron que las poblaciones de ninfas presentaron una distribución en agregados. Los mapas de densidad elaborados corroboraron la mencionada distribución agregada. Se determinó que el grado de infestación no alcanzaba el 100 % de la parcela experimental, lo cual resulta interesante para poder dirigir las medidas de control sobre áreas específicas de infestación. Se logró determinar una estabilidad espacial y temporal a corto plazo de las poblaciones de ninfas.

Palabras clave: Agricultura de precisión, distribución espacial, geoestadística, *Jacobiasca lybica*.

ABSTRACT. In the present study we determined the spatial distribution of the populations of nymphs of green mosquito *Jacobiasca lybica* in an experimental plot of dry land in Cadiz, Spain. This behavior space was established by the geoestadistical techniques. The results showed that populations of nymphs submitted an aggregate distribution. The density maps produced corroborated the above aggregate distribution. It was determined that the degree of infestation not reached 100% of the sample plot, which is interesting to be able to direct control measures on specific areas of infestation. It was possible to identify a spatial and temporal stability in the short deadlines for the populations of nymphs.

Key words: Precision agriculture, spatial distribution, geostatistics, *Jacobiasca lybica*.

INTRODUCCIÓN

Dentro del Marco de Jerez se cuenta con 10.500 ha donde se cultiva la viña, de las cuales, casi el 96 % corresponde a la variedad Palomino fino, 3 % a la Pedro Ximénez y un 1% al Moscatel de Chipiona (Moscatel de Alejandría).

El Palomino fino se caracteriza por poseer hojas pentagonales grandes, de color verde oscuro y seno peciolar en V, que presentan en el envés una alta densidad de pelos tumbados entre los nervios. Los racimos suelen estar conformados por un número elevado de bayas, aunque son poco compactos, y aparecen, como mucho dos por pámpano. Las

bayas tienen un tamaño mediano, de un color verde-amarillo muy uniforme, con una piel muy fina.

Se conoce como “mosquito verde” a un grupo de insectos chupadores, cicadélidos, que afectan a la viña y a un gran número de plantas silvestres y cultivadas. Las especies encontradas son varias. (Freitas y Amaro, 2001; Mazzoni *et al.*, 2001)

Los ataques de insectos llega a defoliar totalmente las cepas, impidiendo la normal maduración del racimo y agostamiento de los sarmientos (Toledo, 1992). Dentro de España, este homóptero es el

mosquito verde *Jacobiasca lybica* (Homoptera; Cicadellidae), el más abundante en los viñedos de la zona meridional, (López, 1997) en el Marco del Jerez.

Los daños directos sobre el cultivo se limitan a las hojas, principalmente los nervios, con su aparato chupador ataca principalmente los nervios de las hojas provocando la decoloración y posterior necrosamiento de los bordes del limbo foliar en variedades blancas, como es el caso del Palomino fino (López, 1997). Como consecuencia de ello y de la brotación de nuevas yemas, los racimos no llegan a madurar bien, lo que se traduce en un descenso del grado Baumé y los sarmientos no se agostan normalmente. (Ruiz Castro y Mendizábal, 1939; Ruiz Castro, 1965).

Toledo (1992) señala como daños indirectos del ataque del mosquito verde la falta de madurez en el fruto, y que con ataques graves supone una pérdida importante en la calidad de la cosecha; la madera no se agosta con normalidad.

Los métodos comúnmente utilizados en la estadística “clásica” para el estudio de las distribuciones espaciales de los organismos se basan en el uso de las distribuciones estadísticas e índices de dispersión, y por consiguiente no tienen en cuenta la exacta localización espacial de la muestra. Ello produce ciertos efectos indeseables. Estos métodos, en ocasiones, fallan al diferenciar patrones espaciales diferentes, y sus descripciones de los patrones espaciales son altamente dependientes del tamaño de las unidades de muestreo y de la relación entre la media y la varianza (Sawyer, 1989; Hurlbert, 1990) y no tienen en consideración toda la información espacial disponible. A causa de estos problemas y la disponibilidad de paquete estadísticos apropiados, se ha incrementado el interés en el uso de distintas ramas de la estadística espacial.

Una de las ramas más frecuentemente utilizada es la Geoestadística que tiene la ventaja de caracterizar la distribución espacial en un espectro de escalas y direcciones múltiples, además de ser independientes de la relación entre la media y la varianza.

Para este estudio la base fue el uso de la estadística espacial, particularmente la Geoestadística, que se define como la aplicación de la Teoría de Funciones Aleatorias al reconocimiento y estimación de fenómenos naturales (Journel y Huijbregts, 1978), o simplemente, el estudio de las variables numéricas distribuidas en el espacio (Chauve, 1968), siendo una herramienta útil en el estudio de estas variables (Zhang, 1992). Su punto de partida es asumir una intuición topo-probabilista. (Matheron, 1970)

Los métodos geoestadísticos proporcionan una medida más directa de la dependencia espacial, ya que tienen en cuenta la naturaleza bidimensional de la distribución de los organismos a través de su exacta localización espacial. La Geoestadística además, permite elaborar mapas de gran utilidad de la distribución espacial de un organismo (Isaaks y Srivastava, 1988; Olivier y Webster, 1991; Rossi *et al.*, 1992; Blom y Fleischer, 2001).

El objetivo general de este trabajo consistió en modelizar la distribución espacial de las ninfas de *J. lybica* mediante la utilización de la estadística espacial (Análisis Geoestadístico).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en El Centro de Investigación y Formación Agraria “Rancho de la Merced”, situado en Jerez de la Frontera (Cádiz). El “Rancho de la Merced” se encuentra ubicado en la comarca vitícola denominada Marco del Jerez. En esta zona las temperaturas límite son 0 °C y 40 °C, estableciéndose la media anual en 17,07 °C. La precipitación media es de unos 600 ml/m². Los materiales geológicos más abundantes son las *albarizas*, que reciben ese nombre debido a su coloración blanquecina.

Para el estudio del comportamiento espacial de las ninfas del mosquito verde en el año 2006 se estableció una parcela experimental de secano que constaba de 1 925 cepas de la variedad Palomino fino, separadas entre sí por aproximadamente 1 m, con una extensión de 3,700 m² cada una. En cada parcela se estableció una malla rectangular (Oliver

y Webster, 1990) de 35 x 55 cepas. Se muestreo cada dos líneas, partiendo inicialmente de la primera línea, es decir, en total se muestrearon 35 líneas, de cada línea muestreada se tomaron 7 cepas para cada muestreo, con un intervalo de 9 cepas entre sí, por lo tanto, en cada parcela se muestrearon 126 cepas. Se realizaron 5 muestreos durante la fase de mayor actividad del insecto que se corresponde con los meses de junio y octubre, según lo reportado por Toledo (1992).

En cada fecha se contabilizó el número total de ninfas del mosquito verde *J. lybica* presentes en 10 hojas por cepa, y se realizó un promedio de los estadios preimaginales del insecto por cepa. Estas hojas fueron seleccionadas al azar abarcando en la selección hojas de las partes superior, media e inferior.

Se realizó una exploración estadística de los datos originales de las poblaciones de ninfas del mosquito verde, para cada muestreo. Cuando fue necesario se realizó una transformación logarítmica de los datos $[\log_{10}(n+1)]$ para normalizarlos.

Análisis Geoestadístico Estimación del Semivariograma

El llamado semivariograma experimental se estimó sobre la base de los datos recolectados en los distintos muestreos de la población de ninfas del mosquito verde en cada parcela experimental. El valor experimental del semivariograma se calculó con la expresión siguiente (Journel y Huijbregts, 1978; Isaaks y Srivastava, 1989):

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i + h) - z(x_i)]^2$$

donde: $\gamma^*(h)$ es el valor experimental del semivariograma para el intervalo de distancia h ; $N(h)$ es el número de pares de puntos muestrales separados por el intervalo de distancia h ; $z(x_i)$ es el valor de la variable de interés en el punto muestral x_i y $z(x_i+h)$ es el valor de la variable de interés en el punto muestral x_i+h .

Para la realización del semivariograma experimental se utilizó el programa Variowin 2.2 (Software for Spatial Data Analysis in 2D. Spring Verlag, New York. USA.) y el WinGslib 2002.

Estimación de los parámetros del modelo de Semivariograma

Una vez que se estimó el correspondiente semivariograma experimental considerando el muestreo de las poblaciones de ninfas del mosquito verde en cada parcela correspondiente, este se ajustó a algún semivariograma teórico. Los semivariogramas teóricos son las funciones con una expresión analítica simple y que, por ello, se emplean con regularidad para representar semivariogramas reales (Englund y Sparks, 1988). El modelo teórico más común y al cual se ajustaron los semivariogramas experimentales realizados fue el Modelo Esférico. (Samper y Carrera, 1996; Chilés y Delfiner, 1999).

Para ajustar los correspondientes semivariogramas experimental y teórico de los muestreos en cada parcela, se utilizó la extensión geoestadística del Programa ArcGis 9.

Validación

Una vez ajustados los semivariogramas experimentales al modelo esférico se procedió a validar estos modelos. La validación se realizó con el procedimiento denominado validación cruzada (Isaaks y Srivastava, 1989). Los parámetros del modelo a validar (C_0 , efecto pepita, C , meseta y a , rango ó alcance) se van modificando en un procedimiento de prueba y error hasta la obtención de estadísticos de validación cruzada adecuados. Estos estadísticos son los siguientes:

a) Media de los errores de estimación (MEE)

$$MEE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [z^*(x_i) - z(x_i)]$$

donde: $z^*(x_i)$ es el valor estimado de la variable de interés en el punto x_i ; $z(x_i)$ es el valor medido de la variable de interés en el punto x_i y n es el número de puntos muestrales utilizado en la interpolación.

El MEE no debe ser significativamente diferente de 0 (prueba de t), en cuyo caso, indicaría que el modelo de semivariograma permite el cálculo de estimaciones no sesgadas.

b) Error cuadrático medio (ECM).

Un modelo de semivariograma se considera adecuado si, como regla práctica, el ECM es menor que la varianza de los valores muestrales (Hevesi *et al.*, 1992).

$$ECM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [z'(x_i) - z(x_i)]^2$$

c) Error cuadrático medio adimensional (ECMA).

$$ECMA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{[z'(x_i) - z(x_i)]^2}{\sigma_k}$$

donde: σ_k es la desviación standar del error esperado en la estimación con el kriging.

La validez del modelo se satisface si ECMA está comprendido entre los valores $1 \pm 2 (2/N)^{0.5}$.

Además se debe cumplir que la varianza de los errores de estimación debe de ser £ que la varianza muestral. (Samper y Carrera, 1996)

El grado de relación entre los datos correspondientes se establecio mediante el nivel de dependencia espacial. Este valor se obtiene al dividir el efecto pepita entre la meseta y expresando en porcentaje el resultado. Si el resultado es menor de 25 % el nivel de dependencia espacial es alto, si se encuentra entre 26 y 75 % el nivel de dependencia espacial es moderado y si es mayor del 76 % el nivel de dependencia es bajo. (Cambardella *et al.*, 1994)

Elaboración de mapas

Una vez validados los modelos, se empleó el método de interpolación geoestadístico denominado Kriging que permite la estimación insesgada de valores asociados a puntos no muestreados.

Se utilizó el Kriging Ordinario para obtener las estimaciones de las poblaciones de ninfas del mosquito verde en cada parcela experimental mediante el programa WinGslib 2002.

En el presente trabajo una vez obtenidas las estimaciones correspondientes con el método del Kriging para cada muestreo de las parcelas

experimentales, se elaboraron los mapas que indicaron la distribución espacial en el campo de las poblaciones de ninfas del mosquito verde en Marco del Jerez. Las estimaciones obtenidas se representaron en forma de mapa mediante el uso del programa Surfer 9.0.

Estabilidad espacial y temporal a corto plazo

Para determinar la existencia de una estabilidad espacio-temporal a corto plazo (dentro de un año), de las poblaciones de ninfas del mosquito verde, se compararán las estimaciones obtenidas con el método del Kriging utilizando una modificación de la prueba estadística no paramétrica de Cramér von Mises. (Syrjala, 1996)

Superficie infestada

Utilizando los mapas se estableció la superficie que realmente estaba infestada con las ninfas de *Jacobiasca lybica*, mediante el programa Surfer 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis Geoestadístico

El modelo de la estructura espacial de las ninfas de *J. lybica* (modelos esféricos) fue con efecto pepita en la mayoría de los casos y exponencial con efecto pepita en algunos. Los resultados obtenidos mostraron la existencia de una estructura espacial agregada, siendo el nivel de dependencia de la misma, en general, moderado. Ello nos indica que el efecto pepita no fue demasiado acusado, siendo la escala de estudio adecuada mientras el error de muestreo no fue importante. (Oliver y Webster, 1990).

En las ninfas del insecto se halló que el modelo que produjo el mejor ajuste a los datos en todos los casos fue el modelo esférico con efecto pepita. (tabla 1)

Se observa que los valores de la pepita se encontraron entre 0,05 hallado el 27 de Septiembre y 0,01 detectado el 28 de octubre. El valor del efecto pepita fue menor del 67 % del valor de la meseta en todos los semivariogramas, por lo que el 33 % de la variación total fue debido a la dependencia espacial hallada en la escala de muestreo que se usó.

Tabla 1. Parámetros (Efecto Pepita, Meseta y Alcance) de los modelos ajustados a los semivariogramas del número de ninfas de mosquito verde

Fecha	Modelo	Pepita	Meseta	Alcance	Pepita/ Meseta (%)	Nivel de dependencia espacial
27-06-2006	Esférico	0,04	0,06	26,38	62,50	Moderada
25-07-2006	Esférico	0,03	0,06	30,47	52,23	Moderada
30-08-2006	Esférico	0,04	0,06	27,56	66,66	Moderada
27-09-2006	Esférico	0,05	0,08	38,60	64,19	Moderada
28-10-2006	Esférico	0,01	0,03	40,01	42,42	Moderada

Según el nivel de dependencia espacial la distribución fue moderadamente agregada. Las densidades medias no mostraron marcadas diferencias entre todos los muestreos lo que ocasionó posiblemente un mismo tipo de agregación de todas las poblaciones de ninfas. Como no hubo aplicación de insecticidas es muy posible que la agregación moderada encontrada entre las ninfas sea la que de forma natural adoptan estas poblaciones (Tabla 1).

Los valores de la meseta fluctuaron entre 0,08 del 27 de septiembre y 0,03 del 28 de octubre. Para el caso del alcance sus valores se hallaron entre el rango de 40,01 m del 28 de octubre y 26,38 m del 27 de junio.

Los valores dentro del rango apropiado de los estadísticos de validación cruzada se pueden ver en la Tabla 2. Dichos valores permitieron validar los modelos ajustados en cada fecha.

Tabla 2. Valores de los estadísticos de la validación cruzada: media de los errores de estimación (MEE), error cuadrático medio (ECM) y error cuadrático medio adimensional (ECMA), de las ninfas de mosquito verde

Fecha	Tamaño de muestra	Media Muestral	Varianza Muestral	MEE	Varianza de los errores	ECM	ECMA
27-06-2006	126	0,14	0,04	0,11 ^{ns}	0,02	0,03	1,11
25-07-2006	126	0,20	0,07	0,10 ^{ns}	0,05	0,06	1,12
30-08-2006	126	0,25	0,06	0,13 ^{ns}	0,04	0,05	1,07
27-09-2006	126	0,26	0,08	0,10 ^{ns}	0,06	0,07	1,10
28-10-2006	126	0,13	0,03	0,11 ^{ns}	0,01	0,02	1,13

$$1 \pm 2 (2/N)^{0.5} = 10,45, \text{ ns: diferencia no significativa al } 5\%$$

En la Figura 1 se aprecian los semivariogramas realizados para las ninfas del insecto.

Elaboración de mapas de densidad

Los mapas de estimas elaborados para los huevos, larvas y ninfas de *J. lybica* se concentraron en la Figura 2.

En este caso tampoco se apreció tan claramente la relación entre la densidad y la cantidad de centros de agregación.

En la parte central de los mapas se hallaron los centros de agregación más grandes y los de mayor densidad, también existieron algunos

focos de agregación en los bordes de dichos mapas. En la parte central y en la parte izquierda de la parcela se hallaban las cepas más vigorosas por lo que resultaban más atractivas para el insecto. Además, estas cepas estaban ubicadas más próximas a la parcela con riego, la cual presentaba poblaciones más elevadas del insecto.

En los muestreos con menor densidad de ninfas se presentó el mayor porcentaje de área libre de infestación, esto ocurrió en el primer y último muestreos. Por el contrario, a mayor densidad esta área sin infestación fue menor, como resulta lógico suponer, este caso se presentó en el segundo, tercer y cuarto muestreos.

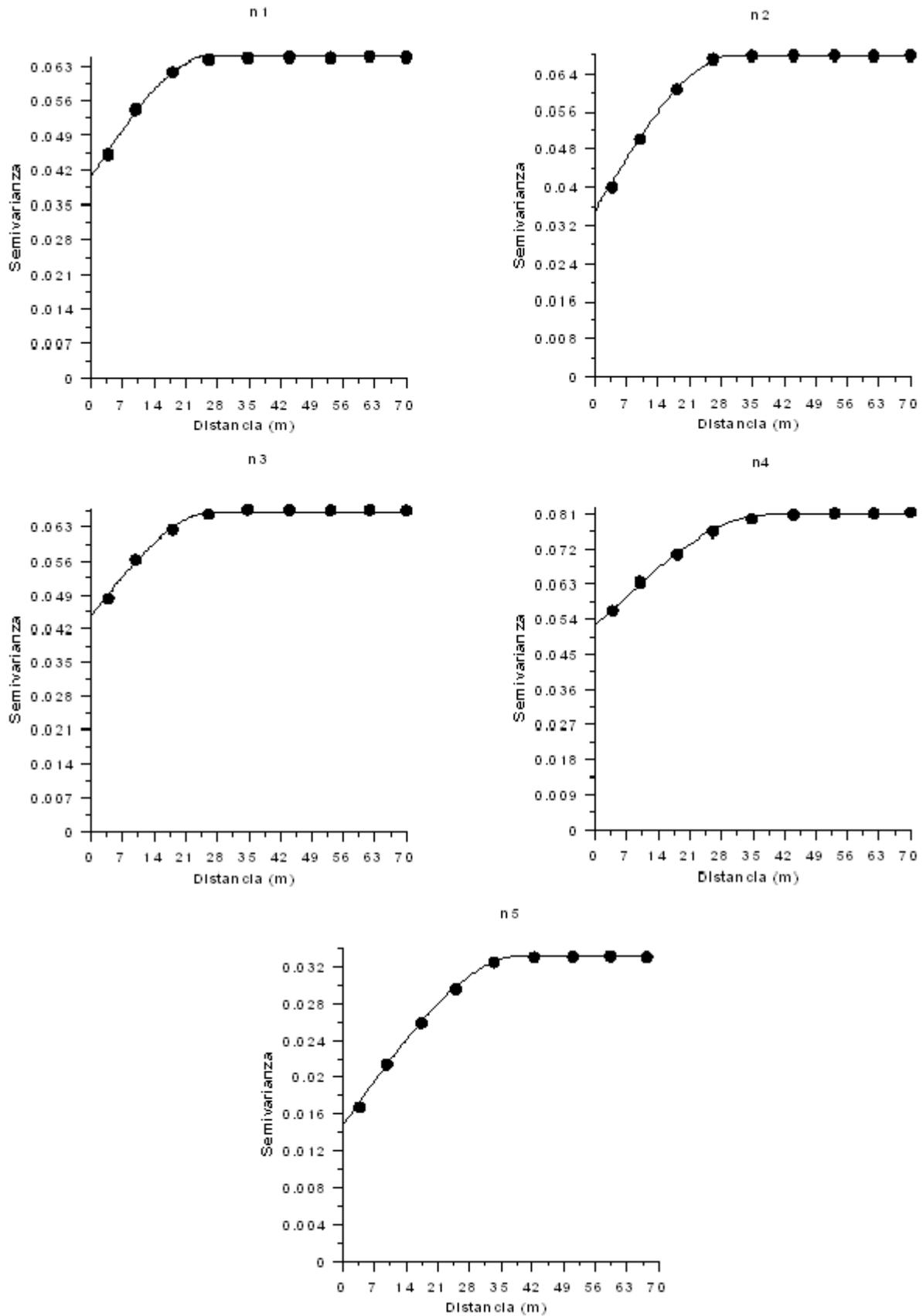


Figura 1. Semivariogramas de las ninfas de *J. lybica* en las cinco fechas de muestreo de la Parcela sin riego del año 2006

La utilización de técnicas geoestadísticas permite la elaboración de mapas. Los mapas resultantes de esta tarea pueden conducir a un manejo más preciso de las plagas (Fleischer *et al.*, 1997). Este manejo tiene el potencial de reducir el uso de insecticidas y de retardar el desarrollo de la resistencia debido a la creación de refugios temporales dinámicos (Fleischer *et al.*, 1999a). Los autores indican, además, que estos mapas pueden llegar a ser de gran ayuda en el manejo con precisión de insectos plaga, proporcionando una herramienta para obtener ahorros económicos al reducir la cantidad de insecticida a utilizar.

Los mapas generados han mostrado claramente la existencia de zonas de densidad variable, lo que permite la posibilidad de aplicación localizada de medidas de control. Dichas zonas han variado desde valores de 0 % de infestación hasta 100 % dejando, con unos valores medios de 49,75 % en las ninfas, lo que se traduce en que sólo se aplicaría insecticida en esas áreas, lo que conlleva un significativo ahorro

de insecticida y una rentabilidad económica suficiente como para aplicar las técnicas de Agricultura de Precisión en esta localidad. Aunque existe poca información sobre el porcentaje de infestación sobre insectos plaga, el establecimiento de mapas de densidad que permitan visualizar la variabilidad poblacional es vital para conocer con precisión la distribución espacial de las ninfas del mosquito verde. Lo anterior nos permitió identificar áreas infestadas y libres de infestación.

Estabilidad espacial y temporal a corto plazo

Uno de los objetivos de este trabajo fue estudiar la posible existencia de estabilidad espacial y temporal a corto plazo. En nuestro caso el estudio de las ninfas de *J. lybica* nos ha permitido obtener resultados que muestran estabilidad a corto plazo. Más concretamente de las comparaciones realizadas encontramos estabilidad espacio-temporal en el 75 % de los casos, que representan las tres primeras comparaciones. Los resultados se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3. Comparación de mapas con la prueba bivariable de Cramér-von Mises (ψ)

Estadio/ Fecha	Krigado		ψ	Valor de P	Diferencia (5 %)	
	% Infestado	% No Infestado				
27-06-2006	35,7	64,3	07	0,16	0,39	No Significativa
25-07-2006	40,8	59,2	08	0,21	0,20	No Significativa
30-08-2006	54	46	09	0,25	0,47	No Significativa
27-09-2006	49,2	50,8	10	0,46	0,04	Significativa
28-10-2006	38,9	61,1				

Superficie infestada

Era importante conocer las áreas infestadas y el porcentaje que representan del total de la superficie. Ello va a precisar la cantidad de un posible ahorro económico y de aplicación de tácticas de control. Con ese objetivo, se determinó el porcentaje de área infestada en cada uno de los mapas elaborados para cada muestreo. (Tabla 4)

En los mapas elaborados el rango de área sin infestar estuvo entre 64,3 % y 46 % con un valor medio de 56,28 % en el caso de las ninfas. En el primer muestreo, con la segunda menor densidad de ninfas, se presentó el mayor porcentaje libre de infestación. Se apreció que el insecto no invadió el 100 % de la

Tabla 4. Porcentaje de superficie infestada y no

superficie de la parcela experimental, considerar que su invasión es uniforme es un grave error. Schotzko y Quisenberry (1999) hallaron que *S. lineatus* invade como máximo alrededor del 82 % del área que infesta, por lo que sugieren que podrían dirigirse medidas de control sobre las áreas que realmente están infestadas por el insecto.

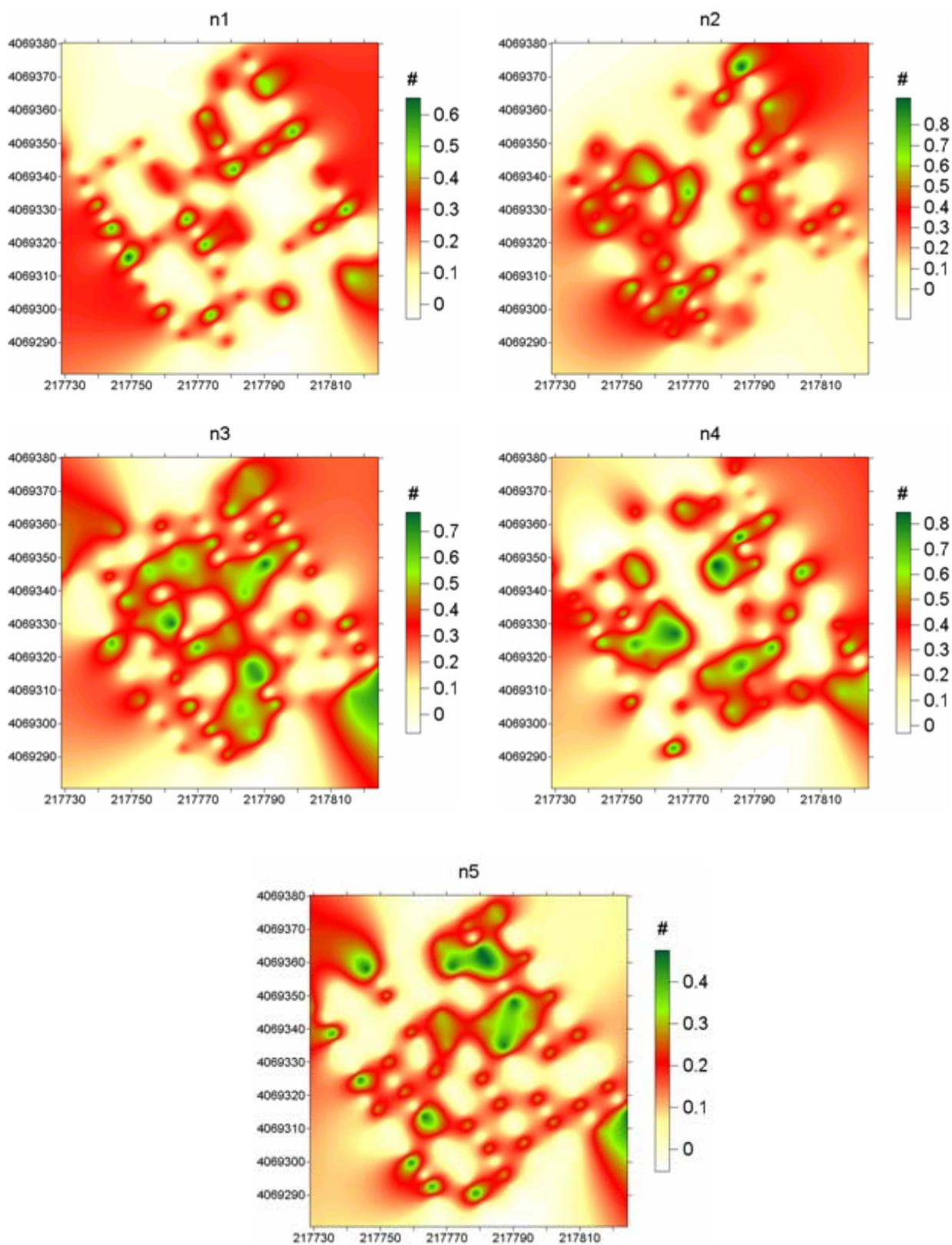


Figura 2. Mapas de densidad de las ninfas de *J. lybica* en las cinco fechas de muestreo de la parcela sin Riego del año 2006

Como hemos visto la infestación media de las poblaciones de ninfas no alcanza el 100 % lo que abre las puertas al uso de diferentes técnicas de control, dirigidas hacia áreas específicas de infestación. Lo anterior tendría como consecuencia un ahorro en la cantidad de insecticidas que se pudieran utilizar en el control de este insecto plaga y por lo tanto, una reducción en los gastos económicos y principalmente ahorros medioambientales al reducir la aplicación de insecticidas.

Dentro del área de la estadística espacial es cada vez más común el uso de la Geoestadística como una herramienta de modelización de multitud de fenómenos biológicos (Rossi *et al.* 1992). Uno de los campos que más beneficiado está siendo es la protección de cultivos donde el conocimiento de la distribución espacial es de vital importancia para el manejo de plagas, enfermedades y malas hierbas. (Liebhold *et al.*, 1993)

CONCLUSIONES

1. La aplicación de la Geoestadística permitió modelizar la estructura espacial de las ninfas de *J. lybica* con modelos esféricos con efecto pepita en la mayoría de los casos.
2. Los resultados obtenidos con las técnicas geoestadísticas mostraron la existencia de una estructura espacial agregada, siendo el nivel de dependencia de la misma, en general, moderado.
3. Utilizando el krigado se lograron establecer mapas de distribución espacial de las ninfas de *J. lybica*.
4. A corto plazo se identificó la existencia de una estabilidad espacial y temporal de las poblaciones de ninfas de *J. lybica*.
5. Se identificaron áreas libres de infestación que podrían permitir un control sobre áreas específicas de infestación por parte de las poblaciones de ninfas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Blom, E. and S. Fleisher "Dynamics in the spatial structure of *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae)." *Environ. Entomol.* 30 (2): 350-364, 2001
2. Cambardella, C.; T. Moorman; J. Novak and T. Parkin: "Field scale variability of soil properties in central Iowa soils." *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 58: 1501-1511, 1994.
3. Chauve, P.: *Etude géologique du nord de la province de Cádiz*. Mem. I. G. M. E., 69: 377, 1968. Chilés, J. P. and P. Delfiner: *Geostatistics: Modeling spatial uncertainty*, John Wiley & Sons, Nueva York, 695 pp., 1999.
4. Englund, E. and A. Sparks: *GEO-EAS (Geostatistical Environmental Assessment Software) User's Guide*. U.S. Environmental protection agency document EPA/600/4-88/033, Environmental Monitoring Systems Laboratory, Las Vegas, NV, USA, 1988.
5. Freitas, J. et P. Amaro: "Explosion" de Cicadelle verte dans la region du Douro au Portugal en juillet/aout 1998. *Integrated Control in Viticulture IOBC wprs Bulletin* 24(7):217-219, 2001.
6. Garcia Del Barrio, I.: Mapa de los suelos de la provincia de Cádiz. 1. Jerez de la Frontera. Consejería de Agricultura y Pesca de la J. A. 62 pp., 1988.
7. Hevesi, J.; J. Istok and A. Flint: "Precipitation estimation in mountainous terrain using multivariate geostatistics. Part. I. Structural analysis," *Journal of Applied Meteorology*. 31 (7): 661-676, 1992.
8. Hulbert, S.: Spatial distribution of the montane unicorn. *Oikos*. 58: 257-71, 1990.
9. Isaaks, E. and M. Srivastava: "Spatial continuity measures for probabilistic and deterministic geostatistics," *Mathematical Geology* 20(4): 313-341, 1988.
10. Isaaks, E. H. and R.M. Srivastava: *An introduction to applied geostatistics*, Oxford university press, Nueva York, 561 pp., 1989.
11. Journel, A. G. and C. J. Huibregis: *Mining geostatistics*. Academic Press, London, Reino Unido, 600 pp., 1978.

12. Lopez, M. A.: Incidencia de *Kaloterme flavicollis* (Fabr.) (Isoptera, Kalotermitidae) En el Marco del Jerez/ Ensayos de técnicas blandas de control sobre plagas del viñedo, Tesis Doctoral, Univ. Sevilla, 477 pp., 1997.
13. Matheron, G.: The theory of regionalized variables and its applications. Les Cahiers du CMM, Fasc. N° 5, ENSMP, Paris, 211 pp., 1970.
14. Mazzoni, V. ; A. Lucchi Cosci and L. Santini: "Ocurrence of leaf hoppers (Auchenorrhyncha, Cicadellidae) in three vineyards of the pisa district," *Integrated Control in Viticulture IOBC wprs Bulletin*. 24(7): 267-271, 2001.
15. Nuñez, M.: Los vinos de Jerez. Excma. Diputación de Cádiz, 48 pp., 1981.
16. Oliver, M. and R. Webster: "How geostatistics can help you. *Soil use and management*. 7 (4): 206-217, 1991.
17. Ocete, R.: Estudios de la distribución del fósforo en una catena de tres suelos pesados desarrollados sobre margas calizas del oligoceno. Tesina de Licenciatura, C. S. I. C. Sevilla, 64 pp., 1978.
18. Oliver, M. A. and R. Webster: *Statistical Methods in soil and land resource survey*. Oxford university press, Oxford, 232 pp., 1990.
19. Perconing, E.: "La estratigrafía del mioceno en Andalucía Occidental (España). El límite Oligoceno/Mioceno y la fase terminal marina del mioceno," *Cursillos y Conferencias*, 9: 219-223, 1964.
20. Pliego, D. y F. Babiano: Las diatomitas en España. *Tecniterrae*, S – 304: 47-52, 1982.
21. Rossi, R.; J. Mulla; G. Journel and H. Franz : "Geostatistical Tools for Modeling And interpreting Ecological Spatial Dependence," *Ecological Monographs*. 62(2): 277-314, 1992.
22. Ruíz Castro A. y M. Mendizabal: "La roya colorada producida por *Empoasca lybica* De Bergeriu (Hem. Hom.) en los parrales de Almería." *Bol. Pat. Veg. Ent. Agraria*, (7), 1992.
23. Ruíz Castro, A.: *Plagas y enfermedades de la vid*. INIA, Madrid, 1965.
24. Samper, F. J. y J. Carrera: *Geoestadística: Aplicaciones a la Hidrología subterránea*. 2ª Ed. Centro Internacional de Métodos en Ingeniería, Barcelona, 484 pp., 1996.
25. San Miguel Arribas, M: Estudio del nannoplacton calcáreo del estrecho Nort-Bético. Tesis Doctoral, Universidad Complutense, Madrid, 344 pp., 1976.
26. Sawyer, J.: Inconstancy of taylor's b: simulated sampling with different quadrat sizes and spatial distributions. *Res. Popul. Ecol.* 31: 11-24, 1989.
27. Soil Survey Staff: *Soil Taxonomi*. Us. Dept. Agric. Handbook. Us Government Printing. Washington D.C., 87 pp., 1975.
28. Syrjala, E.: "A statical test for a difference between the spatial distributions of two population," *Ecology*. 77(1): 75-80, 1996.
29. Toledo, J.: Mosquitos verdes, en *Los Parásitos de la Vid. Estrategias de Protección Razonada*. MAPA-Ediciones Mundi-Prensa, España. pp. 67-70, 1992.

Recibido: 17/Octubre/2007

Aceptado: 11/Diciembre/2007