

Comportamiento espacial de las larvas del mosquito verde *Jacobiasca lybica*, en un viñedo de secano en Andalucía, España

Ramírez Dávila, J. F.* y Porcayo Camargo, E.**

Recepción: 21 de abril de 2008

Aceptación: 3 de septiembre de 2008

* Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, México.

Correo electrónico: jfrd@uaemex.mx.

** Pasante de la Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México, México.

Correo electrónico: elvia_camargo@yahoo.com

Agradecemos a todas y cada una de las personas que después de leer y analizar este artículo aportaron sus ideas, comentarios y observaciones con el objeto de enriquecer lo expuesto en él. Particularmente, agradezco las aportaciones de los árbitros que resultaron de gran interés en el desarrollo del escrito final.

Resumen. Se determina la distribución espacial de las poblaciones de larvas del mosquito verde *Jacobiasca lybica* en una parcela experimental de secano en Cádiz, España. Los resultados demostraron que las poblaciones de larvas presentaron una distribución en agregados, lo que se observa en los mapas elaborados. 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 larvas.

Palabras clave: SADIE, *Jacobiasca lybica*, distribución espacial, agricultura de precisión.

Spatial Behavior of the Green Mosquito Larvae *Jacobiasca Lybica*, in Dryland Vineyards in Andalusia, Spain

Abstract. We determined the spatial distribution of the populations of the green mosquito larvae *Jacobiasca lybica* in an experimental plot of the dry land in Cadiz, Spain. The results show that populations of larvae have an aggregate distribution, which is observed on elaborated maps. The density maps produced corroborated the above aggregate distribution. It was determined that the degree of infestation did not reach 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 larvae.

Key words: SADIE, *Jacobiasca lybica*, spatial distribution, precision agriculture.

Introducción

Actualmente en el Marco de Jerez, Cádiz, España, se cultivan 10500 ha de vid, de las cuales un 96% corresponde a la variedad Palomino Fino, a la variedad Pedro Ximénez le corresponde el 3% y al Moscatel de Chupona le corresponde un 1% de la producción total.

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 generalmente aparecen dos por pámpano. Las bayas tienen un tamaño mediano, de un color verde-amarillo muy uniforme, con una piel muy fina.

Esta variedad de uva, la cual es fundamental para la elaboración de los vinos de la zona, se adapta de forma excelente

a la poda jerezana y a los suelos de albariza, siendo en estos pagos donde se obtienen los mostos de mayor calidad, y además la variedad es básica para la elaboración de los vinos de Jerez (Fernández de Bobadilla, 1956).

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 (Freitas y Amaro, 2001; Mazzoni *et al.*, 2001). Dentro de España, *Jacobiasca lybica* es el mosquito verde más abundante en los viñedos de la zona meridional, hecho que fue puesto de manifiesto por López (1997) en el Marco del Jerez. En dicha comarca, se llegan a superar, en los meses centrales del verano, las 20 formas móviles/hoja joven. También se ha observado que la puesta y el desarrollo preimaginal tiene lugar sobre los bordes más jóvenes de las viníferas pasando posteriormente, en octubre, a establecerse sobre algunos brotes de los portainjertos, cuando el desarrollo del viñedo dominante (Palomino

Fino), que exhibe ya un elevado nivel de síntomas causados por el cicadélido, se ralentiza (Ocete *et al.*, 1999).

Los daños directos del mosquito verde se limitan a las hojas. Con su aparato chupador ataca principalmente los nervios de las hojas provocando la decoloración y posterior necrosamientos de los bordes del limbo foliar en variedades blancas, como es el caso del Palomino fino (López, 1997). Ello conlleva una defoliación, cuya intensidad depende del nivel de ataque y de la propia susceptibilidad de la vinífera (Baillod *et al.*, 1993; Rebelo y Quartau, 1992). También se observan crispaciones del borde con un arrollamiento sobre el envés. 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. Este insecto alcanza los niveles de población-plaga durante el verano.

J. Iylica se está convirtiendo en una plaga de incidencia creciente dentro del Marco del Jerez, debido a que el control de la polilla del racimo, *L. botrana*, mediante las técnicas de confusión sexual (Castillo, 1995; Lúcas, 2002) ha hecho disminuir el número de tratamientos químicos en esa zona vitícola (López, 1997; Ocete *et al.*, 1997a).

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, y sus descripciones de éstos 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 paquetes estadísticos apropiados, se ha incrementado el interés en el uso de distintas ramas de la estadística espacial. Una de las ramas que recientemente han tomado mayor fuerza es el método del SADIE, que tiene la ventaja de requerir un número mayor a 100 sitios de muestreo estratégicamente distribuidos, siendo independiente este número del tamaño del área de estudio, además, permite 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. Es importante señalar que proporciona 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 (Perry, 1995a).

El método del SADIE (Análisis Espacial por Índices de Distancia) ha sido desarrollado por el Dr. Joe N. Perry del Dpto. de Entomología y Nematología de Rothamsted Experimental Station (Reino Unido). SADIE identifica el modelo espacial para datos bidimensionales, con un índice asociado de la agregación y de una prueba para la desviación de la aleatoriedad basada en un algoritmo de atracción, el cual incorpora un modelo biológico para la dispersión de individuos de un origen en el que a cada individuo se le asigna un territorio dinámico. El tamaño de la muestra debe ser representativo de la zona de estudio abarcando un número que sea superior a 100 sitios de muestreo georeferenciados, repartidos de manera estratégica en el área elegida, lo cual asegura una interpolación adecuada del comportamiento espacial del fenómeno de estudio. (Perry, 1995; Perry *et al.*, 1996). Con este método se hace uso de los datos concernientes a cada muestreo y no hay restricción en la ubicación de las unidades muestrales. Las técnicas del SADIE se desarrollaron específicamente para realizar análisis espaciales de datos de poblaciones ecológicas agregadas, especialmente de datos recolectados en lugares con referencia espacial, los cuales tienen un patrón dinámico y desigual, donde frecuentemente hay una alta proporción de valores cero en el muestreo y la abundancia puede tener una estructura de covarianza no estacionaria (caso que no contempla otros métodos de estadística espacial). Perry *et al.*, (1999) ha extendido estos métodos para proporcionar un índice de agregación para cada una de las unidades muestrales, para medir el grado en el cual contribuye cada observación por unidad de muestreo a la agregación total. Además, los grupos se identifican separadamente, ya sea como anexos o como apartados. Estas técnicas también han sido utilizadas para proporcionar índices y pruebas de asociación espacial (Perry, 1998). Actualmente, la citada metodología se está utilizando con éxito en el análisis de la distribución espacial de insectos de importancia económica (Perry y Klukowski, 1997).

Desde su desarrollo la utilización del Análisis Espacial por Índices de Distancia (SADIE) para estimar la distribución espacial de poblaciones de insectos, se ha incrementado. Con el tiempo este método ha manifestado ser de gran utilidad en la determinación de patrones espaciales que reflejan el comportamiento en el campo de dichas poblaciones entomológicas (Holland *et al.*, 2000). Comparado con otros métodos empleados para la misma función el SADIE ha demostrado su eficiencia y su fiabilidad para determinar la asociación y la agregación de poblaciones de insectos (Perry *et al.*, 2002).

Los trabajos de Winder *et al.*, (1999), Bohan *et al.*, (2000), Ferguson *et al.*, (2000), Fernández *et al.*, (2001) y Thomas

et al., (2001), entre otros, dan muestra de la eficiencia del método del SADIE en la determinación del comportamiento espacial de poblaciones entomológicas.

La agricultura de precisión (AP) es el inicio de una revolución en la gestión de los recursos naturales. Basada fundamentalmente en las tecnologías de la información, que en algunos años va a introducir a la agricultura en la era digital (Sokal y Rohlf, 1995). Hasta la fecha, las herramientas más decisivas en el desarrollo de este concepto han sido las tecnologías de obtención, almacenamiento y procesamiento de información georeferenciada sobre las diversas propiedades de los campos de cultivo. Esto supone una clara reducción de los consumos y de los impactos ambientales. Asimismo, es posible relacionar entre sí los diversos mapas, lo que nos puede permitir comprender el porqué de las diferencias existentes dentro del campo (NRC, 1997).

1. Material y métodos

Al noroeste de la provincia de Cádiz, la comarca vitivinícola que comprende el Marco de Jerez está situada entre los meridianos $5^{\circ} 27'15''$ y $6^{\circ} 23'90''$ y los paralelos $36^{\circ} 31'15''$ y $36^{\circ} 54'60''$.

Para el estudio del comportamiento espacial de las larvas del mosquito verde se estableció una parcela experimental de secano en el Centro de Investigación y Formación Agraria "Rancho de la Merced". Los muestreos se realizaron durante la fase de mayor actividad del insecto que se corresponde entre los meses de junio y octubre (Toledo, 1992).

La parcela constaba de 1925 cepas de la variedad Palomino fino, separadas entre sí por aproximadamente 1 m, con una extensión de 3 700 m². Se estableció una malla rectangular (Oliver y Webster, 1990) de 35 × 55 cepas. Se muestreó cada dos líneas, partiendo inicialmente de la primera, es decir, en total se muestrearon 35 líneas, de cada una se tomaron 7 cepas para cada muestreo, con un intervalo de 9 cepas entre sí, por lo tanto, se muestrearon 126 cepas. Los muestreos fueron realizados durante 5 fechas que abarcaron la etapa más importante del ciclo biológico de la especie, tal y como lo menciona Toledo (1992).

El tamaño de muestra planteado para este estudio se basó en lo establecido por el creador del SADIE, Perry (1995a,b) y Perry (1998), el cual señala que es suficiente contar con 100 sitios de muestreo del insecto del cual se pretende estimar su distribución espacial mediante el método mencionado, además indica que los mencionados sitios de muestreo deberán estar distribuidos de forma que sean representativos de la zona de estudio. Ambos requisitos se cumplieron en el estudio que realizamos.

En cada muestreo se contó el número total de larvas del mosquito verde hallados en 10 hojas por cepa tomadas al

azar según la metodología establecida por López (1997), y se realizó un promedio de las larvas del insecto por cepa.

Las cepas muestreadas en las cinco fechas se señalaron con antelación en la base con pintura fluorescente color blanco y con una etiqueta que identificaba su posición indicando la línea y columna correspondiente.

Las cepas muestreadas fueron georeferenciadas para tener una ubicación espacial precisa de las mismas, para ello se utilizó un GPS.

Fue necesario realizar una transformación logarítmica de los datos [$\log_{10}(n + 1)$] para normalizarlos.

2. Análisis Espacial por Índices de Distancia (SADIE)

El objetivo de SADIE es establecer el modelo espacial de una población muestreada midiendo la distancia a la cual pueden desplazarse los individuos de la muestra observada.

Perry (1995a) indicó que para datos recolectados en ubicaciones específicas el uso de la distancia para la regularidad es muy adecuado. El demostró cómo distinguir no aleatoriedad en la forma de heterogeneidad estadística, de la no aleatoriedad espacial. Perry (1995b) desarrolló y extendió el uso del índice de la distancia para la regularidad (I_a) para el establecimiento de la estructura espacial de las poblaciones de insectos. Además, introdujo dos diagramas de diagnóstico como ayuda a la interpretación y un índice nuevo para estimar el número de focos de agrupamiento de una población, el índice J_a . Además señaló que la escala de muestreo es un determinante importante del patrón espacial total. Alston (1996) corroboró que la distancia para la regularidad (D) proporciona bases más adecuadas para elaborar un índice, ya que el índice de agrupamiento desarrollado por Perry y Hewitt (1991) tiene serias limitaciones para detectar múltiples grupos, amontonamientos o parches.

En el presente trabajo se utilizó el índice basado en la distancia para la regularidad I_a y el índice J_a , en la distancia del agrupamiento Perry (1995a,b) y Perry (1998) para establecer el modelo de distribución de las poblaciones de larvas en la parcela experimental.

Una muestra es agregada si $I_a > 1$, la muestra es espacialmente aleatoria si $I_a = 1$, y la muestra es regular si $I_a < 1$. Como en el caso del índice I_a , valores de $J_a > 1$ usualmente indican una muestra agregada, $J_a = 1$ representan datos espacialmente aleatorios y $J_a < 1$ muestras regulares. Los valores del índice J_a sirven para corroborar los resultados obtenidos con el índice I_a . Además, este índice se utiliza para discriminar entre patrones espaciales donde hay un único agrupamiento importante para el cual sus valores son significativamente mayores que la unidad, y en donde hay dos o más agrupamientos para los cuales su valor no es significativamente diferente de la unidad

o incluso menor que ella. Para determinar la significación con respecto a la unidad se utiliza su probabilidad respectiva (Q_a) (Perry, 1998). Los valores de I_a y J_a para conteos aleatorios no están correlacionados, por lo que se pueden utilizar 2 000 aleatorizaciones en el software empleado para obtener sus respectivos valores.

El programa utilizado en este trabajo para determinar los valores y las probabilidades de ambos índices fue el SADIE 1.22 (Perry *et al.*, 1996) (programa cedido por el Dr. Perry). Para elaborar los mapas de densidad poblacional de las larvas del insecto plaga se utilizó el programa Surfer 9.0.

Una de las metas de la agricultura de precisión es dirigir las medias de control sobre las zonas específicas de infestación de un insecto plaga. Lo cual determinaría un posible ahorro económico y una reducción de la cantidad del volumen de insecticida aplicado (Pierce y Nowak, 1999).

En el presente estudio, para lograr este objetivo se estableció la superficie infestada de los mapas elaborados utilizando el programa Surfer 9.0.

Una vez obtenido el porcentaje de superficie infestada en cada uno de los mapas se procedió a calcular el coste de una aplicación normal, tal como la realizan los agricultores en la zona, y el coste de una aplicación dirigida (sólo áreas infestadas). Obviamente la diferencia entre ambos valores nos indicó el ahorro económico obtenido con la metodología de precisión. Igualmente, procedimos a realizar el cálculo correspondiente al ahorro en la cantidad de producto utilizado bajo ambas estrategias de control. De esta manera se tendría una idea de la disminución del impacto nocivo hacia el medioambiente, ya que al reducir la cantidad de insecticida en el manejo de las poblaciones del mosquito verde, se reduce asimismo, el impacto medioambiental.

3. Resultados y discusión

En el cuadro 1 se pueden ver los resultados en el caso de las larvas, el valor del índice I_a en todos los casos es superior a uno de forma significativa, este hecho afirma la distribución espacial en agregados de las poblaciones de larvas.

El índice J_a también registró valores por encima de la unidad, lo que permite remarcar la agregación hallada con el índice I_a .

El hecho de que los valores del índice J_a no sean significativamente superiores a uno en ninguna fecha de muestreo, permite afirmar que la distribución por parte de las poblaciones de larvas sobre la parcela experimental se realizó en varios centros de agregación.

Este tipo de índices establecidos con el SADIE tienen la gran ventaja sobre los índices de estadística clásica en que tienen en cuenta la localización espacial de la muestra, además de

ser más intuitivos y biológicos que los índices no espaciales (Perry, 1995a, b).

El índice J_a también indica si la estructura espacial agregada se encuentra dispuesta en uno o varios centros de agregación. En nuestro estudio, basándonos en el índice J_a encontramos la existencia de varios centros de agregación.

También en el caso de la utilización del SADIE, para establecer el tipo de distribución de este insecto, sería interesante en trabajos posteriores analizar el patrón espacial con datos a diferentes escalas y a través de diversos periodos de tiempo, tal y como lo sugiere de forma general para el comportamiento espacial de insectos Perry (1998) y Ferguson *et al.*, (2000). De esta manera se podrían comparar los resultados obtenidos y conocer con mayor detalle en este caso la distribución de *J. lybica* y las bondades del método.

4. Elaboración de mapas de densidad

Los mapas de estimas elaborados para las larvas de *J. lybica* se concentraron en la figura 1 (ver anexos). En ellos se distingue con claridad la agregación en la población de larvas.

No se alcanza a apreciar con claridad que en los mapas con mayor densidad exista a su vez mayor cantidad de centros de agregación.

Los resultados obtenidos con el índice J_a concuerdan con lo observado en cada uno de los mapas, es decir, hay gran cantidad de centros de agregación en cada uno de ellos.

En la mayoría de los casos los centros de agregación se concentraron en la parte central-izquierda de los mapas, pero también algunos de ellos se ubicaron en los bordes. Siendo los de la parte central-izquierda los de mayor densidad. En esa ubicación se hallaban las cepas con mejor estado fisiológico, además, eran las más cercanas a las cepas de una parcela con regadío aldeaño la cual presentaba altos niveles de infestación por parte de este insecto plaga (Ramírez-Dávila y Porcayo, 2008), lo que explica porqué las larvas prefirieron invadir estas cepas.

A densidades más bajas como en el primer y último muestreo la superficie libre de infestación fue mayor a densidades más altas como es lógico el porcentaje de área libre de infestación disminuyó, como ocurrió en el segundo, tercer y cuarto muestreos.

Cuadro 1. Valor de los índices I_a y J_a y sus respectivas probabilidades P_a y Q_a en la población de larvas de mosquito verde.

Fecha	I_a	P_a	J_a	Q_a
27-06-2006	1.55	0.012 ^s	1.17	0.321 ^{ns}
25-07-2006	1.58	0.018 ^s	1.20	0.248 ^{ns}
30-08-2006	1.62	0.007 ^s	1.23	0.354 ^{ns}
27-09-2006	1.69	0.016 ^s	1.26	0.216 ^{ns}
28-10-2002	1.41	0.002 ^s	1.11	0.309 ^{ns}

ns: no significativo al 5% s: significativo al 5%

5. Superficie infestada

Una de las bases de la agricultura de precisión es determinar las áreas con necesidad de manejo. Para ello es importante conocer las áreas infestadas y el porcentaje que representan del total de la superficie. Ello va a precisar la cantidad de 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 y para las larvas de *J. lybica*.

El rango de superficie libre de infestación estuvo entre 57.10% y 41.30% en el caso de las larvas con un valor medio de 46.42%. En este caso el área sin infestar fue mayor en el último muestreo en el cual la densidad de larvas fue menor.

Se apreció que el insecto no invadió el 100% de la superficie de la parcela experimental, considerar que su invasión es uniforme es un grave error.

En el caso de *J. lybica* también es posible utilizar los métodos de la agricultura de precisión para llevar a cabo medidas de control sobre las áreas que realmente necesitan manejo. De esta manera se podrían obtener ahorros económicos y principalmente ahorros medioambientales al reducir la aplicación de insecticidas.

6. Evaluación económica y medioambiental

Conociendo la superficie infestada en los mapas fue posible establecer los gastos y ahorros económicos y de aplicación de insecticidas que se podrían obtener si se llevaran a cabo medidas de control dirigidas hacia las zonas realmente infestadas.

El insecticida malatión al 4% es el que comúnmente se emplea para controlar las poblaciones de larvas de *J. lybica*, la dosis utilizada es de 12 kg por hectárea. El kilo de éste insecticida cuesta 0.51 céntimos de euro. Una aplicación total tendría entonces un costo de 6.12 euros. En estos cálculos se consideró que en lo referente a los huevos su control se realizaría con un ovicida del mismo precio y con la misma dosis de empleo. Con base en estos datos se estimó el ahorro económico y de insecticida (medioambiental) que se lograría si se realizara una aplicación dirigida sobre una hectárea infestada, tomando como referencia la superficie infestada hallada en los mapas elaborados.

Cuadro 2. Evaluación económica y medioambiental.

Estadio/ Fecha	Coste en AP (euros/ha)	Ahorro (euros/ha)	Cantidad de insecticida aplicado en AP (kilos/ha)	Ahorro en Insecticida (kilos/ha)
27-06-2006	3.14	2.92	6.22	5.78
25-07-2006	3.54	2.51	7.03	4,97
30-08-2006	3.51	2.54	6.95	5,05
27-09-2006	3.38	2.68	6.73	5,27
28-10-2006	2.59	3.46	5.14	6,86

El gasto y ahorro económico y de insecticida estimado en los mapas elaborados se registró en el cuadro 2.

El ahorro económico promedio en el control de las larvas sería de 2.82 euros/ha. El ahorro más grande se presentaría obviamente en los mapas con menor infestación del insecto. Estos pobres ahorros económicos son consecuencia del bajo precio del insecticida utilizado y no justifican económicamente el uso de las técnicas de la agricultura de precisión. Hemos de señalar que únicamente hemos considerado como coste el precio del insecticida, si consideramos otros costes como la mano de obra y, por tanto, el ahorro de los mismos, este cuadro de resultados podría cambiar. En Estados Unidos, Stafford y Miller (2003) han evaluado ahorros de productos que varían entre 7 y 69%, con la aplicación variable de herbicidas, dependiendo de la distribución de las malezas dentro del campo de cultivo de cereales. Demostraron que el ahorro era más significativo al acumular los gastos que las aplicaciones de agroquímicos implican.

El ahorro de cantidad de insecticida a utilizar en una aplicación dirigida es bastante más significativo. Entre 6.86 y 4.97 kilos/ha se hallaría el ahorro en el control de las larvas, con un ahorro medio de insecticida de 5.58 kilos/ha. Como se puede ver la cantidad de insecticida que se evitaría aplicar es importante y esto daría como resultado una reducción en la contaminación del medioambiente. La aplicación de agroquímicos aún en las dosis recomendadas tiene un efecto contaminante en el suelo, aire y en posibles mantos acuíferos subterráneos presentes en la zona de aplicación. Dichos efectos pueden variar dependiendo de las características de la aplicación y de las condiciones climáticas presentes en la zona de estudio (Johnson *et al.*, 1995) Pierce y Nowak, 1999 y Stafford y Miller, 2003).

Considerando la extensión cultivada con vid en el Marco de Jerez, la presencia del mosquito verde en toda su extensión y los resultados obtenidos en este estudio, podemos suponer que la reducción de la aplicación de importantes cantidades de insecticidas y el ahorro económico detectado para una sola parcela, dan pauta para justificar el uso de las técnicas de la agricultura de precisión para controlar las larvas del mosquito verde en viñedo.

Conclusiones

1. Los análisis con SADIE presentaron un patrón espacial agregado con las poblaciones distribuidas en varios centros de agregación.
2. Se identificaron áreas libres de infestación que permitieron utilizar técnicas de agricultura de precisión.
3. La estimación económica de la aplicación de las técnicas de la agricultura de precisión mostró unos pobres ahorros económicos en este estudio.

4. La estimación medioambiental de la aplicación de las técnicas de la agricultura de precisión mostró importantes reducciones en la cantidad de insecticida utilizado.

5. Tomando en conjunto los resultados económicos y medioambientales creemos que se justifica el uso de las técnicas de la agricultura de precisión para controlar las larvas de mosquito verde.

obio

Bibliografía

- Baillod, M.; P. Charmillot; M. Jeremi; A. Meylan; R. Valloton; Ph. Antonin; M. Hächler; C. Linder y J. Perrier (1993). "Protección intégrée et stratégies de lutte contre les ravageurs de la vigne", *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 25.
- Bohan, D.; A. Bohan; D. Glen; W. Symandson; C. Wiltshire y L. Hughes (2000). "Spatial Dynamics of Predation by Carabid Beetles on Slugs". *Journal of Animal Ecology*. 69.
- Castillo, M. A. (1995). "Lucha contra la polilla del racimo (Lobesia botrana Schiff.) por el método de confusión sexual". *Actas del 5º Symposium Nacional de Sanidad Vegetal*, Sevilla.
- Ferguson, W.; Z. Klukowski; B. Walczak; J. Perry; M. Mugglestone; S. Clark y I. Williams (2000). "The spatio-temporal Distribution of Adult Ceutorhynchus Assimilis in a Crop of Winter Oilseed Rape in Relation to the Distribution of their Larvae and that of the Parasitoid Trichomalus Perfectus", *Entomol. Experimentalis et Applicata*. 95.
- Fernández de Bobadilla, G. (1956). *Viníferas jerezanas y de Andalucía Occidental*. I.N.I.A. Madrid.
- Fernández, A.; J. Griffiths y G. Thomas (2001). "Density, Distribution and Dispersal of the Carabid Beetle *Nebria brevicollis* in two Adjacent Cereal Fields", *Ann. Appl. Biol.* 137.
- Freitas, J. y P. Amaro (2001). "Explosion de Cicadelle verte dans la région du Douro au Portugal en juillet/aout 1998". *Integrated Control in Viticulture IOBC wprs Bulletin* Vol. 24, Núm. 7.
- Holland, M.; L. Winder y J. Perry (2000). "The Impact of Dimethoate on Spatial Distribution of Beneficial Arthropods in Winter Wheat". *Ann. Appl. Biol.* 136.
- Hulbert, S. (1990). *Spatial distribution of the montane unicorn*. Oikos. 58.
- Johnson, G. A.; D. A. Mortesen; L. J. Young y A. R. Martin (1995). "The Stability of Weed Seedling Population Models and Parameters in Eastern Nebraska Corn (*Zea mays* L.) and Soybean (*Glycine max* L.) Fields", *Weed Sci.* 43.
- Lopez, M. A. (1997). *Incidencia de Kaloterme flavicollis (Fabr.) (Isoptera, Kalotermitidae) En el Marco del Jerez/Ensayos de técnicas blandas de control sobre plagas del viñedo*. Tesis Doctoral. Universidad Sevilla, España.
- Lucas, A. (2002). "Control de la polilla del racimo por la técnica de confusión sexual", en *aspectos actuales de la patología de la vida*. Gobierno de la Rioja. Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Logroño.
- Mazzoni, V.; A. Cosci y L. Lucchi And Santini (2001). "Occurrence of Leaf Hoppers (Auchenorrhyncha, Cicadellidae) in Three Vineyards of the Pisa District", *Integrated Control in Viticulture IOBC wprs Bulletin*. 24(7).
- National Research Council (NRC). (1997). "Precision Agriculture in the 21st Century: Geospatial and Information Technologies in Crop Management", NRC National Academy of Sciences. Washington, DC.
- Ocete, R.; M. A. López; M. Lara y R. del Tío (1997a). "The Sanitary State of a Phylogenetic Resource: the Spanish Wild Grapevine, *Vitis Vinifera Sylvestris* Gmelin (Hegi), Populations", *Plant genetic Resources Newsletter* (FAO), 110.
- Ocete, R.; A. López; J. Quartau y A. Pérez (1999). "La problemática actual de los mosquitos verdes (*Homoptera, Cicadellidae*) en diversas zonas vitícolas españolas", *Viticultura/Enología profesional* Núm. 63.
- Oliver, M. A. y R. Webster (1990). *Statistical Methods in Soil and Land Resource Survey*. Oxford University Press, Oxford.
- Perry, J. N. y M. Hewitt (1991). "A New Index of Aggregation for Animal Counts", *Biometrics*. 47.
- Perry, J.
 _____ (1995a). "Spatial aspects of animal and plant distribution in patchy farmland habitats" in *Ecology and Integrated Farming Systems*. Eds. D.M. Glen, M.A. Greaves, H. M. Anderson. Chichester, England. Wiley.
 _____ (1995b). "Spatial Analysis by Distance Indices", *Journal of Animal Ecology*. 64.
 _____; E. Bell; R. Smith y I. Woiwod (1996). "SADIE. Software to measure and model spatial pattern", *Aspects of Applied Biology*. 46.
 _____ y Z. Klukowsky (1997). "Spatial Distributions of Counts at the Edges of Sample Areas", VI *Conferencia de la Sociedad de Biometría*. Córdoba, España.
 _____ (1998). "Measures of Spatial Pattern for Counts", *Ecology*. Vol. 79 Núm. 3.
 _____; L. Winder; J. Holland y R. Alston (1999). "Red-blue Plots for Detecting Clusters in Count Data", *Ecology Letters*. 2.
 _____; A. Leibold; M. Rosenberg; J. Dungan; M. Miriti; A. Jakomulka y S. Citron-Pousty (2002). "Illustration and Guidelines for Selecting Statistical Methods for Quantifying Spatial Patterns in Ecological Data", *Ecography*. 25.
- Pierce, F. y P. Nowak (1999). "Aspects of Precision Agriculture", *Advances in Agronomy*. 67.
- Ramírez-Dávila, J. F. y E. Porcayo (2008). "Distribución espacial de las larvas del mosquito verde *Jacobiasca lybica* (*Homoptera: Cicadellidae*) en un viñedo de regadío en Andalucía, España", *Folia Entomológica*. en revisión.

Rebelo, M.; y J. Quartau (1992). "Aspectos preliminares sobre a dinâmica populacional de Cigarrinhas (*Homoptera: Cicadellidae*) Asociadas a castas da vinha no alentejo", *II Simposio da Vitivinicultura do Alentejo. Universidad Evora.*

Ruiz Castro, A. (1965). "Plagas y enfermedades de la vida", INIA. Madrid. 254 pp.

Ruiz Castro A. y M. Mendizabal (1939). "La roya colorada producida por *Empoasca lybica* de Bergeriu (*Hem. Hom.*) en los

parrales de Almería", *Bol. Pat. Veg. Ent. Agraria.* Núm. 7.

Sawyer, J. (1989). "Inconstancy of Taylor's b: Simulated Sampling with Different Quadrat Sizes and Spatial Distributions". *Res. Popul. Ecol.* 31.

Sokal, R. y F. Rohlf (1995). *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research.* 3ª Ed. Freeman, New York.

Stafford, J. y P. Miller (2003). "Spatially Selective

Application of Herbicides to Cereal Crops", *Computers Electronics Agric.* 9.

Thomas, G; L. Parkinson; K. Griffiths; G. Fernandez y J. Marshall (2001). "Aggregation and Temporal Stability of Carabid Beetle Distributions in Field and Hedgerow Habitats", *Journal of Applied Ecology.* 38.

Winder, L; J. Perry y J. Holland (1999). "The Spatial and Temporal Distribution of the Grain Aphid *Sitobion Avenae* in Winter Wheat", *Entomologia Experimentalis et Applicata.* 93.

Anexos

Figura 1. Mapas de densidad de las larvas de *J. lybica* en las cinco fechas de muestreo de la parcela sin riego del año 2006. h1 = 27-06, h2 = 25-07, h3 = 30-08, h4 = 27-09 y h5 = 28-10.

