

Muestreo de *Dryomyia lichtensteini* (F.Lw.) (Diptera: Cecidomyiidae) en alcornoque

M. VILLAGRÁN, A. JIMÉNEZ, F. J. SORIA, M. E. OCETE

Para valorar las poblaciones insectos es preciso el desarrollo de un método de muestreo que tenga una precisión suficiente y permita, a la vez, su aplicación práctica en el campo. En este trabajo se desarrolla un método de muestreo para *Dryomyia lichtensteini* (F.Lw.) (Diptera: Cecidomyiidae), una especie formadora de agallas en las hojas del alcornoque (*Quercus suber*).

El tipo de dispersión se ha caracterizado mediante el parámetro b de la Ley Potencial de Taylor, obteniéndose unos valores de 1,26, 1,03, 1,05 y 1,96 para las orientaciones norte, este, sur y oeste, respectivamente. A partir de dicha ley se ha obtenido el tamaño de muestra necesario, en función de la densidad poblacional, para un muestreo numérico simple. También se ha desarrollado un muestreo secuencial, obteniéndose las curvas del tamaño de muestra óptimo. En ambos casos se ha utilizado una precisión del 0,25.

VILLAGRÁN, M.; JIMÉNEZ, A.; SORIA, F.J. y OCETE, M.E.: :Lab. Entomología Aplicada. Dpto. de Fisiología y Zoología. Fac. de Biología. Universidad de Sevilla. Avda. Reina Mercedes, 6. 41012 Sevilla.

Palabras clave: Diptera, Cecidomyiidae, *Dryomyia lichtensteini*, agalla, alcornoque.

INTRODUCCIÓN

Las especies del género *Quercus* tienen una amplia distribución geográfica y son a menudo componentes dominantes de la cobertura vegetal de una determinada región. En nuestro país una de las especies más extendida es el alcornoque, *Q. suber* L., que en forma de montes adhesados es utilizada por el hombre principalmente.

Se conoce poco acerca de los cecidómidos asociados con *Q. suber*. ROMANYK y CADAHIA (1992) incluyen la especie *Dryomyia lichtensteini* (F.Lw.) como formadora de agallas en nuestras frondosas (Figs. 1 y 2). Por su parte, SKUHRAVÁ *et al.* (1998) menciona 6 especies, de las cuales 4 producen agallas en las hojas, otra en las ramillas y una probablemente sea inquilina de otras agallas. De éstas, *D. lichtensteini* se desarro-

lla en las hojas del alcornoque; tiene una única generación al año y las larvas hibernan en las propias agallas en lugar de dejarse caer al suelo. Su área de distribución comprende Francia, Portugal, Italia, Yugoslavia, Marruecos y Argelia.

El conocimiento de la biología de las especies presentes en nuestras masas forestales conlleva, como primer paso, la valoración de sus poblaciones como medio para conocer sus repercusiones sobre el desarrollo y la fisiología de las plantas en las que se desarrollan. Para ello, sin embargo, es preciso el desarrollo de un método de muestreo que tenga una precisión suficiente y que permita, a la vez, su aplicación práctica en el campo. Estos métodos se basan en la caracterización de unos índices poblacionales, a partir de los cuales sea posible calcular el tamaño de la muestra necesario para estimar la abundan-



Fig. 1.—Agallas en el envés de una hoja de alcornoque.



Fig. 2.—Detalle de agalla con larva de *Dryomyia lichtensteini*.

cia de una determinada especie (KARANDINOS, 1976; VON ARX *et al.*, 1984). El objetivo de este trabajo es, en consecuencia, determinar los parámetros de distribución de las poblaciones de *Dryomyia lichtensteini* (F.Lw.), con el fin de elaborar un plan de muestreo en las condiciones climáticas de nuestra región.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los muestreos se han realizado en la dehesa "San Francisco" (Fig. 3) que pertenece a la Fundación "Monte Mediterráneo", situada en el término de Santa Olalla del Cala (Huelva). Es una dehesa con un sotobosque

leñoso relativamente bien desarrollado y con árboles de porte mediano. Se eligieron cinco alcornoques al azar, tomando muestras quincenalmente desde mayo de 1999 a junio de 2000. De cada árbol se tomaron 10 hojas en las cuatro orientaciones cardinales, lo que hace un total de 40 hojas/árbol y 200 hojas/muestreo. Las hojas correspondientes a cada árbol y orientación se individualizaron en bolsas; una vez en el laboratorio se procedía al recuento del número de agallas por hoja.

Para la caracterización de la dispersión de esta especie se han utilizado los parámetros a y b de la Ley Potencial de Taylor. Esta ley establece una relación entre la media (m) y la varianza (s^2) de los muestreos de la siguiente forma: $s^2 = a * m^b$ (Taylor, 1961 y 1984). Estos índices se han calculado independientemente para cada orientación. El coeficiente a está relacionado con la unidad de muestreo y tiene menos interés para definir el patrón de dispersión de una especie. El coeficiente b se considera constante para cada especie en un determinado ambiente y dependiente del comportamiento agregativo de la misma (TAYLOR, 1961), de modo que puede ser utilizado para caracterizar la dispersión: valores inferiores, próximos o superiores a 1 indican distribuciones uniformes, al azar o agregativas, respectivamente.

La Ley Potencial de Taylor es también la base para determinar el tamaño de muestra

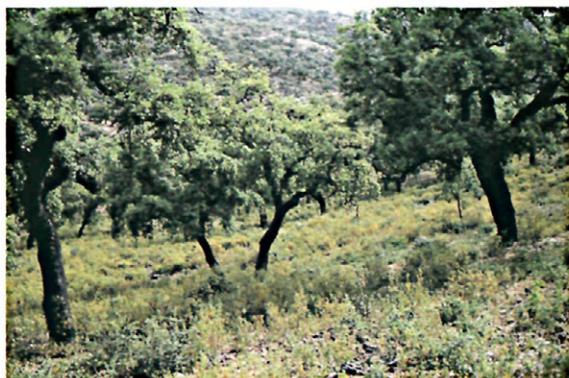


Fig. 3.—Vista general de la dehesa "San Francisco".

necesario para evaluar las poblaciones de una especie, que es uno de los pilares básicos en el diseño de un plan de muestreo. En el muestreo numérico simple, el número de hojas necesario se ha calculado a partir de la relación entre el error estándar (s/\sqrt{Tn}) y la media poblacional (m):

$$\frac{s}{\sqrt{n}} = E * m$$

donde E es la precisión de la medida (Karaninos, 1976; Ruesink, 1980). Como valor de E se ha tomado 0,25, como sugiere Southwood (1978) para estudios extensivos de poblaciones de artrópodos. El valor de s se ha estimado a partir de su relación con la media definida por la Ley Potencial de Taylor.

Este método proporciona un número fijo de unidades de muestreo, partiendo del supuesto de que conocemos la media poblacional, lo que requiere unos muestreos preliminares. Como esto puede no ser siempre así, hemos calculado también el tamaño de muestra para un muestreo secuencial, en el que la media poblacional es desconocida *a priori*. Cuando se utiliza, como es el caso, la Ley Potencial de Taylor para describir la dispersión, el número óptimo de unidades de muestreo viene dado por (GREEN, 1970):

$$\ln(Tn) = \frac{\ln(E^2/a)}{(b-2) + \frac{b-1}{b-2} \ln(n)}$$

donde Tn es el número acumulado de agallas contadas tras cualquier número de muestras (n); aquí se ha tomado igualmente $E=0,25$. En la práctica, el muestreo continúa hasta que el número acumulado de agallas es mayor o igual a Tn .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Distribución por orientaciones

Se ha analizado, en primer lugar, la distribución del número de agallas según las cua-

tro orientaciones cardinales, aplicando un análisis de la varianza ANOVA y el test LSD para la comparación de las medias. A fin de homogeneizar las varianzas, los datos han sido transformados tomando la *arcotangente* ($x+1$).

En general, las medias tienden a ser mayores en la orientación Este (1,79 agallas/hoja), seguidas del Sur (1,19 agallas/hoja), Norte (1,05 agallas/hoja) y Oeste (0,90 agallas/hoja). En los cinco árboles muestreados se han obtenido diferencias significativas entre las medias de cada orientación, variando el estadístico F entre un valor mínimo de 2,05 ($P=0,10$) y un valor máximo de 31,94 ($P=0,99$). Las agrupaciones de medias estadísticamente iguales, por otro lado, difiere para cada árbol.

Estos resultados indican que esta especie no sigue un patrón homogéneo en la colonización de la copa del alcornoque. Esto complica ligeramente el muestreo ya que hace necesario estratificar el muestreo, tomando muestras de cada orientación. Por esta razón, los análisis posteriores se realizarán independientemente para cada una de las orientaciones.

Índice de agregación

Los valores de los coeficientes a y b de la Ley Potencial de Taylor se muestran en la Tabla 1. Los coeficientes de correlación obtenidos indican que el ajuste explica entre el 80 y el 90% de la variabilidad observada. Como puede observarse, en las orientaciones Norte y Oeste (que son las orientaciones con una media inferior, como se indicó anteriormente) se obtiene una distribución agregativa, mientras que en el Este y Sur (en las que se obtuvo una media mayor) la distribución tiende a ser al azar, ya que en éstas b es sólo ligeramente superior a la unidad.

Las diferencias en los valores del coeficiente b no es algo sorprendente, ya que por ejemplo TRUMBLE *et al.* (1989) indican que puede variar según la localidad o según la

Tabla 1.—Índices de agregación de Taylor para las diferentes orientaciones

Orientación	a	b	Coef. correlación
Norte	2,72	1,26	0,88
Este	3,58	1,03	0,88
Sur	2,80	1,05	0,82
Oeste	0,98	1,96	0,90

planta hospedadora para una misma localidad. A esto habría que puntualizar que el término "localidad" puede extenderse también a las orientaciones cardinales definibles dentro de una misma planta cuando ésta es lo suficientemente grande como para generar condiciones diferentes entre dichas orientaciones.

Dado que las larvas se desarrollan en las agallas y son, en este sentido, inmóviles, la dispersión que muestran se debe exclusivamente al patrón de oviposición de la hembra y a la mortandad que se produzca en los estadios iniciales, antes de producirse una agalla evidente. De estos dos factores el más re-

levante debe ser el primero de los indicados, como señala WILSON (1994). Así, aunque en cada agalla se desarrolla un única larva, esto es, las puestas son individuales, la hembra o hembras diferentes tienden a realizar varias puestas sobre la misma hoja.

Tamaño de la muestra

Para el muestreo numérico simple, en la Fig. 4 se muestra el número de hojas a muestrear para evaluar la población de *Dryomyia lichtensteini* en función de la densidad poblacional y para una precisión $E = 0,25$, definida como el error estándar de la medida.

El tamaño de muestra depende de la densidad poblacional y del tipo de dispersión, de manera que a densidades próximas a cero debe examinarse un mayor número de unidades de muestreo para distinguir una dispersión agregativa de otra al azar o uniforme

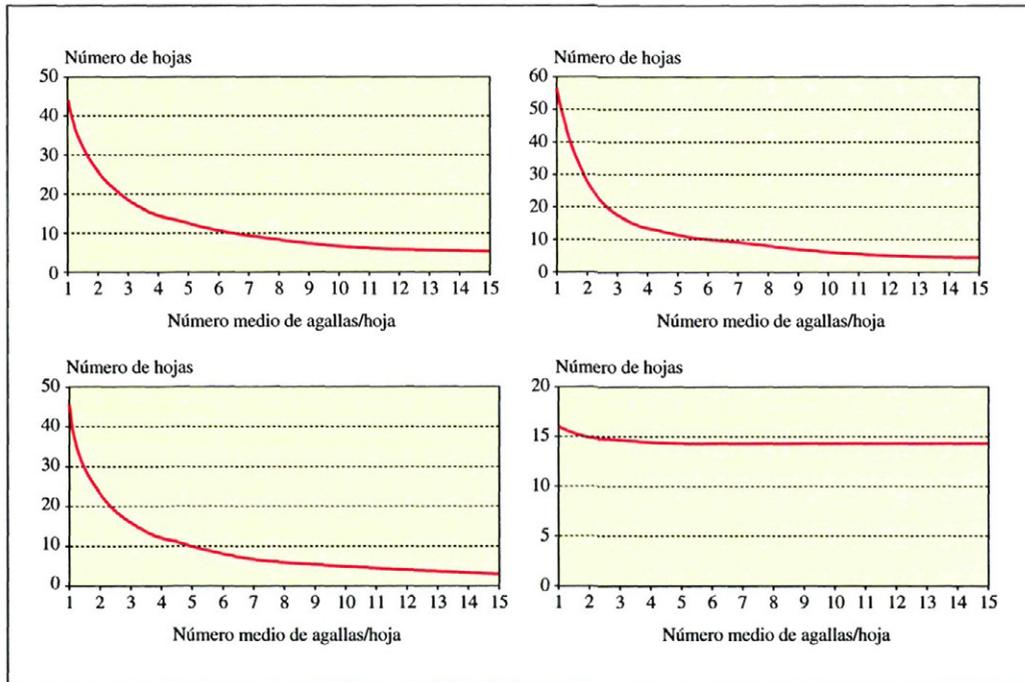


Fig. 4.—Tamaño de muestra necesario para estimar la población de *Dryomyia lichtensteini* en alcornoco, según las orientaciones cardinales para el muestreo numérico simple. Arriba izquierda: Norte; arriba derecha: Este; Abajo izquierda: Sur; abajo derecha: oeste.

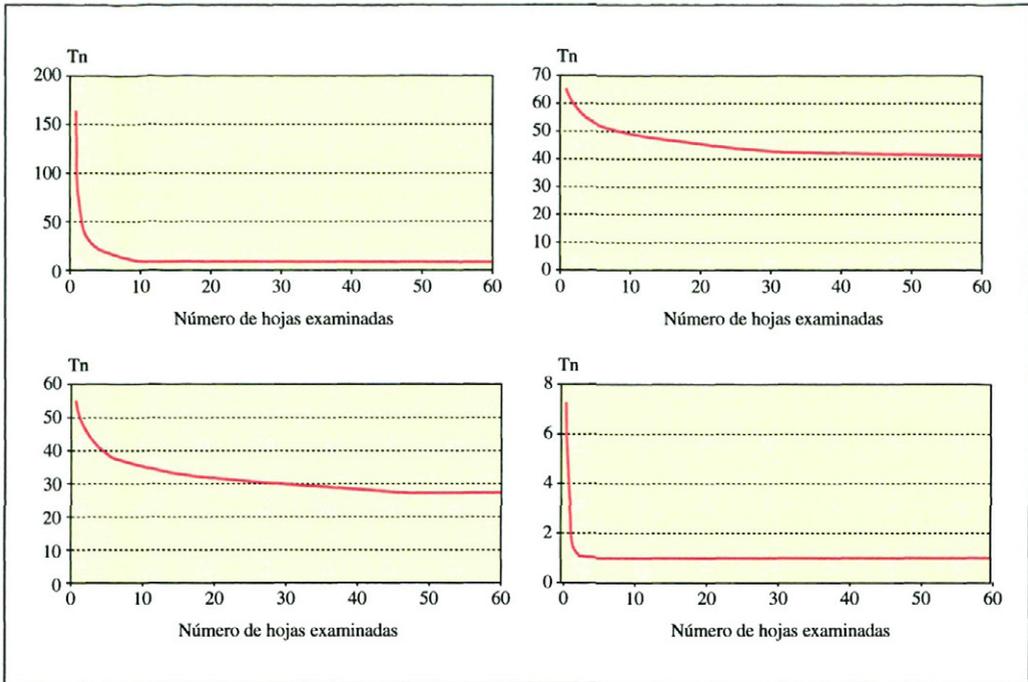


Fig. 5.—Tamaño de muestra óptimo para estimar la población de *Dryomyia lichtensteini* en alcornoque, según las orientaciones cardinales para el muestreo secuencial. Arriba izquierda: Norte; arriba derecha: Este; Abajo izquierda: Sur; abajo derecha: oeste.

(WILSON, 1985). Como puede observarse en la Fig. 4, en la orientación Este, donde las agallas están menos agregadas ($b=1,03$), se precisan más hojas que en las demás orientaciones cuando la densidad poblacional es baja (por ejemplo, se precisan 58 hojas cuando la densidad es de 1 agalla/hoja); mientras que a partir de densidades de 13 agallas/hoja sólo se precisan 4 hojas. En las orientaciones Sur y Norte, en las que el índice de la agregación aumenta (1,05 y 1,26 respectivamente), el número de hojas es algo inferior inicialmente: 46 y 44 hojas para una densidad de 1 agalla/hoja, pero también disminuye conforme aumenta la densidad poblacional, de modo que para densidades de 13 agallas/hoja se necesita tomar únicamente 4 hojas en la orientación Sur y 6 hojas en el Norte. En el Oeste, donde se ha obtenido la agregación más fuerte ($b=1,96$) el tamaño de muestra oscila entre 16 y 14 hojas, permaneciendo por tanto casi constante para cualquier densidad.

En el caso de utilizar el muestreo secuencial, el tamaño de muestra óptimo se muestra en la Fig. 5. Según se desprende de estas gráficas, el tamaño de muestra menor corresponde al Oeste; en esta orientación sólo se precisan 4 hojas para densidades superiores a 1. Por el contrario, en el Este se necesita examinar el mayor número de hojas, de manera que es necesario tomar 40 hojas para densidades mayores a 1. Entre ambos extremos, se encuentran las restantes orientaciones; así, en el norte se requiere tomar 10 hojas y en el sur 30, considerando que la densidad es mayor de 1.

Comparando las gráficas de las Figs. 4 y 5, se comprueba que el muestreo secuencial supone un ahorro importante de recursos, tanto en tiempo como en esfuerzo. Por ejemplo, recordemos que en la orientación Norte se requerían 44 hojas para una densidad de 1 agalla/hoja, mientras que en el muestreo secuencial sólo habría que tomar 10 hojas.

ABSTRACT

VILLAGRÁN M., A. JIMÉNEZ, F. J. SORIA, M. E. OCETE. Muestreo de *Dryomyia lichtensteini* (F. Lw.) (Diptera: Cecidomyiidae) en alcornoque. *Bol. San. Veg. Plagas*, **28**: 127-132.

To evaluate the populations insects it is necessary the development of a sampling method that has an enough precision and allow, at the same time, their practical application in the field. In this paper two sampling methods are studied (numeric simple and sequential) for *Dryomyia lichtensteini* (F.Lw.) (Diptera: Cecidomyiidae), a specie which causes galls in the leaves of the cork oak (*Quercus suber*). The dispersion type has been characterized by the parameter b of the Taylor's Power Law, being obtained values of 1,26, 1,03, 1,05 and 1,96 for the orientations north, est, south and west, respectively. Starting from this law, we have obtained the necessary sample size, in function of the population density, for a simple numeric sampling. A sequential sampling has also been developed, being obtained the curves of the best sample size. In both cases a precision of the 0,25 has been used.

Key words: Diptera, Cecidomyiidae, *Dryomyia lichtensteini*, gall, cork oak.

REFERENCIAS

- GREEN, R.H., 1970. On fixed precision level sequential sampling. *Res. Popul. Ecol.*, **12**: 249-251.
- KARANDINOS, M. G., 1976. Optimum sample size and comments on some published formulae. *Bull. Entomol. Soc. Amer.*, **22**: 417-421.
- ROMANYK, N. y CADAHIA, D., 1992. Plagas de insectos en las masas forestales españolas. Min. Agric., Pesca y Alim. Madrid.
- RUESINK, W.G., 1980. Introduction to sampling theory. En: *Samplig methods in soybean entomology*. M. Kogan y D.C. Herzog (ed.). Springer-Verlag.
- SKUHRAVÁ, M.; SKUHRAVY, V. y DENGLER, K., 1998. Gall inducing and other gall midge species (Diptera: Cecidomyiidae) associated with oaks (*Quercus* spp.) (Fagaceae) in the palaeartic region. En: *The biology of gall-inducing arthropods*. G. Csóka, W.J. Mattson, G.N. Stone y P.W. Price (eds.). Forest Service-U.S.D.A.
- SOUTHWOOD, T.R.E., 1978. Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations. Chapman & Hall.
- TAYLOR, L.R., 1961. Aggregation, variance and mean. *Nature*, **189**: 732-735.
- TAYLOR, L.R., 1984. Assesing and interpreting the spatial distributions of insect populations. *Ann. Rev. Entomol.*, **29**: 321-357.
- TRUMBLE, J.T.; BREWER, M.J.; SHELTON, A.M. y NYROP, J.P., 1989. Transportability of fixed-precision level sampling plans. *Res. Popul. Ecol.*, **31**: 325-342.
- VON ARX, R.; BAUMGARTNER, J. y DELUCCHI, V., 1984. Sampling of *Bemisia tabaci* (Genn) (Sternorrhyncha: Aleyrodidae) in Sudanese cotton fields. *J. Econ. Entomol.*, **77**: 1130-1136.
- WILSON, L.T., 1985. Estimating the abundance and impact of arthropod natural enemies in IPM systems. En: *Biological control in agricultural IPM systems*. M.A. Hoy y D.C. Herzog (ed.). Academic Press.
- WILSON, L.T., 1994. Estimating abundance, impact, and interactions among arthropods in cotton agroecosystems. En: *Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture*. L.P. Pedigo y G.D. Buntin ed. CRC Press. Boca Raton (Florida).

(Recepción: 2 enero 2002)

(Aceptación: 1 febrero 2002)