

Método de muestreo secuencial-enumerativo y binomial para *Calepitrimerus vitis* (Nalepa, 1905) (Acari: Eriophyidae)

I. PÉREZ MORENO Y M.L. MORAZA

El eriófido *Calepitrimerus vitis* (Nal.) es la especie responsable de la afección conocida como acariosis de la vid. En Rioja, esta plaga puede provocar importantes pérdidas, sobre todo en aquellos años cuyas primaveras son frías. Se ha desarrollado un método de muestreo secuencial-enumerativo y un método de muestreo binomial para estimar la densidad poblacional de este ácaro. Con el propósito de caracterizar la distribución espacial de *C. vitis* se han calculado los índices de agregación de Taylor e Iwao, comprobando que el ajuste es mejor para los índices de Taylor, siendo $b=1,79$. En el muestreo enumerativo se han obtenido las curvas que relacionan la densidad poblacional del eriófido con el tamaño de la muestra, con una precisión $E=0,25$, basándose en los índices de Taylor encontrados. El muestreo binomial para la estimación de la densidad poblacional se ha desarrollado en base a obtener la relación existente entre el número de ácaros por hoja y el porcentaje de hojas ocupadas.

I. PÉREZ MORENO. Departamento de Agricultura y Alimentación. Universidad de La Rioja. Avda. de la Paz, 105. 26004 Logroño.

M.L. MORAZA. Departamento de Zoología y Ecología. Universidad de Navarra. Irunlarrea, s/n. 31080 Pamplona.

Palabras clave: Ácaros, muestreo secuencial-enumerativo, muestreo binomial, *Calepitrimerus vitis*, índices de agregación, vid.

INTRODUCCIÓN

El ácaro eriófido *Calepitrimerus vitis* (Nal.) es la especie responsable de la afección conocida como acariosis de la vid. Se citó por primera vez en España como especie dañina en el año 1975, en viñedos de Rioja (PÉREZ MARÍN, 1987). Su presencia en nuestro país se conocía con anterioridad, pero su importancia económica era pequeña (RUÍZ DE CASTRO, 1965). También se conoce su presencia en las zonas vitícolas de Zaragoza, Cádiz, Valencia, Valladolid, Zamora (GARCÍA CALLEJA, 1987), Navarra (PÉREZ DE OBANOS, 1991) y Galicia (MANSILLA et al., 1991). En Rioja, *Calepitrimerus vitis* es el único ácaro que provoca daños en los viñedos, si bien es verdad que otras especies, como *Colomerus vitis*, pueden llegar a cau-

sar en ocasiones algún problema, pero siempre muy puntual.

Los daños más importantes son provocados por las hembras deutoginas (hibernantes) al inicio del desborre. Si las poblaciones hibernantes son importantes la brotación se ve dificultada pero no impedida (PÉREZ MARÍN, 1984). Pueden producir aborto de los racimos, deformación y mal cuajado de los mismos, lo que ocasiona una disminución de la cosecha.

La amplitud de los daños depende de la densidad de la plaga y de las condiciones climáticas existentes durante el desborre. Si las temperaturas son bajas el desborre es lento, por lo que los ácaros se distribuyen por una superficie foliar reducida y entonces los daños pueden llegar a ser importantes. Si las temperaturas son normales o cálidas los áca-

ros se reparten por una superficie foliar mayor y los daños que ocasionan pueden llegar a ser inapreciables.

Según los datos de PÉREZ MARÍN (1992b) sobre viñedos de La Rioja un ataque de acariosis puede llegar a producir los siguientes daños:

- Aborto de racimos de hasta un 30%.
- Disminución de la longitud del racimo hasta un 25%.
- Disminución de la anchura del racimo de hasta un 14%.
- Descenso de la cosecha de hasta un 85%.

HLUCHY Y POSPISIL (1992) encuentran en viñedos checos que densidades de *Calepitrimerus vitis* en torno a los 222 individuos por hoja durante la primavera ocasionan un descenso del 10% del rendimiento de la cepa. Durante el verano, densidades medias de 168 individuos por hoja producen una reducción del 26%. No hallan una relación clara entre el contenido en azúcar del mosto y la densidad de la plaga.

Para el control de esta plaga la bibliografía menciona dos tipos distintos de actuaciones: medidas culturales y control químico.

Como métodos culturales se aconseja no emplear para el injerto de nuevas plantaciones sarmientos procedentes de parcelas atacadas por el ácaro, así como quemar todos los restos de poda (PÉREZ MARÍN, 1992a).

El control químico es más eficaz. Realizar una previsión antes del desborre del posible ataque de *Calepitrimerus vitis* es difícil debido a la distribución heterogénea de las poblaciones hibernantes en las yemas, así como entre las cepas de una misma viña.

Según PÉREZ MARÍN (1991) el momento más oportuno de tratamiento para luchar contra la acariosis es el estado fenológico C (con un oleofosforado) o D (con un acaricida específico). En caso de que las poblaciones de ácaros presentes en las hojas terminales sean elevadas durante el verano, es conveniente aplicar un tratamiento con alguno de los productos indicados para el estado

fenológico D con el fin de reducir las poblaciones hibernantes.

Un aspecto fundamental del control de plagas es la cuantificación de sus poblaciones con el propósito de averiguar si sobrepasan o no un umbral de intervención previamente establecido que justifique la aplicación de un tratamiento fitosanitario. La evaluación de la densidad poblacional de la plaga requiere el conocimiento de la forma en que los individuos se encuentran agrupados en las unidades de muestreo. Además, existen algunos métodos que permiten simplificar el muestreo manteniendo una precisión adecuada. El objetivo de este trabajo es elaborar métodos de muestreo de las poblaciones de *C. vitis* en vid. Para ello se pretende, inicialmente, caracterizar la pauta de agregación de este ácaro y, posteriormente, desarrollar un método de muestreo secuencial-enumerativo (contando el número de individuos por hoja) y binomial (contando el número de hojas ocupadas por el eriódido).

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos utilizados para llevar a cabo la caracterización de la distribución espacial de *C. vitis* y la elaboración de los métodos de muestreo secuencial-enumerativo y binomial que estimen sus poblaciones, provienen de los muestreos llevados a cabo durante 1991 en tres parcelas de vid, dos de la variedad "Tempranillo" y una de la variedad "Viura", situadas en el término municipal de Logroño. Los muestreos se realizaron cada dos semanas en los meses de junio y julio. Cada muestra constaba de 50 hojas por parcela. Del extremo apical del brote se tomaba la 2ª, 3ª o 4ª hoja, cogiéndose una hoja por cepa y siendo ésta elegida al azar. Cada muestra se introducía en contenedores de plástico, que se etiquetaban en su interior, y se trasladaba al laboratorio dentro de una nevera portátil. En total se recogieron 600 hojas repartidas en 12 muestras. De cada hoja se realizó un

conteo directo del número total de individuos de *C. vitis*, utilizando para ello una lupa binocular de 70x.

Indices de agregación

La caracterización de la distribución de *C. vitis* en las hojas se ha basado en los índices poblacionales a y b de la Ley Potencial de Taylor (TAYLOR, 1961) y también en los parámetros α y β de la relación lineal entre el índice de hacinamiento medio de Lloyd y la media poblacional (IWAO, 1968).

El índice de Taylor establece la existencia de una relación entre la media poblacional y la varianza de la siguiente forma:

$$S^2 = a m^b$$

siendo S^2 la varianza, m la media y a y b los coeficientes de Taylor, los cuales definen la pauta de distribución de la especie. Para su cálculo la fórmula se transforma y se obtiene la ecuación de una recta:

$$\log S^2 = \log a + b \log m$$

El coeficiente b es considerado constante para la especie y es una medida de agregación de la población, de forma que si es menor de 1 la población está uniformemente distribuida, cuando se acerca al valor 1 la distribución puede considerarse al azar, mientras que valores elevados son característicos de una distribución agregativa. El valor del coeficiente a depende de la unidad y método de muestreo, y tiene menos interés para definir la agrupación.

En cuanto al índice de Iwao, establece una relación lineal entre el índice de hacinamiento medio de Lloyd ($m^* = m + S^2/m - 1$) y la media poblacional. Así, esta relación se expresa por:

$$m^* = \alpha + \beta m$$

donde α y β son los parámetros de Iwao.

El índice α es característico de la especie y muestra la tendencia a la agregación (valores positivos) o repulsión (valores negativos) en los individuos de la población, mientras que β expresa la distribución de las colonias, de forma que cuando se reparten al azar este índice toma el valor 1 y si las colonias están agrupadas es mayor de 1.

Muestreo secuencial-enumerativo

Para evaluar la densidad de una población de ácaros de forma enumerativa es necesario tomar una serie de unidades de muestreo y contar en ellas el número de individuos presente. Para decidir el tamaño de muestra adecuado se ha utilizado la fórmula de GREEN (1970), que determina la precisión del muestreo de manera que el error estándar (S/\sqrt{n}) sea proporción fija (E) de la media muestral (m):

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

Se ha empleado el valor de $E = 0,25$, ya que es recomendado habitualmente en estudios extensivos de poblaciones de artrópodos (SOUTHWOOD, 1978). La fórmula de Green se ha modificado en base a la relación que existe entre la media y la varianza propuesta por TAYLOR (1961) ($S^2 = a m^b$), donde a y b son los índices de Taylor:

$$n = \frac{a m^{b-2}}{E^2}$$

Muestreo binomial

Un procedimiento de simplificación propuesto para evaluar poblaciones de artrópodos que muestran una fuerte agregación, como son los ácaros, consiste en estimarlas contando, no el número de individuos por hoja, sino el número de hojas ocupadas o no. A esto se denomina muestreo binomial o por presencia-ausencia. Su aplicación

está tanto en la estimación de la media poblacional como en la toma de decisiones cuando se sigue un programa de control integrado de plagas. Puede aplicarse si se encuentra una relación entre la proporción de órganos ocupados (o no ocupados) y el número de individuos por hoja. Esta relación puede deducirse si se conoce la función de distribución de la población.

Una de las distribuciones más usadas es la denominada Binomial Negativa (BN), ya que a menudo se ajusta a la distribución de las poblaciones de ácaros en la naturaleza, es decir, formando agregados y no distribuidas al azar en las unidades de muestreo. WILSON y ROOM (1983) propusieron una expresión basada en la distribución BN y los índices de Taylor:

$$p = 1 - e^{-\frac{m \ln[am^{(b-1)}]}{am^{(b-1)} - 1}}$$

siendo p la proporción de hojas ocupadas, m la media poblacional y a y b las constantes de la Ley Potencial de Taylor.

En aquellos casos en los que la BN no sea una buena aproximación a los muestreos es posible utilizar una fórmula empírica que relacione la media poblacional (m) con la proporción de hojas no ocupadas (p_0). NACHMAN (1984) propuso la siguiente expresión:

$$\ln m = a' + b' \ln(-\ln p_0)$$

donde a' y b' son las constantes obtenidas al realizar la regresión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índices de agregación

En el cuadro 1 se exponen los resultados del cálculo de los índices de agregación de Taylor e Iwao. Los coeficientes de correlación encontrados indican que tanto los parámetros de Taylor como los de Iwao definen de forma adecuada las pautas de agregación de la población de *Calepitrimerus vitis* en las hojas, con unos valores de proporción de variabilidad observada del 99% y 92% respectivamente, es decir, que el ajuste explica más del 90% de la variabilidad observada. Al mismo tiempo se constata el elevado coeficiente de correlación obtenido con el índice de Taylor ($r^2 = 0,99$), lo que nos indica que este índice se ajusta perfectamente a la distribución del eriófido. Por su parte, el valor F de ambas regresiones es significativo al 1 por 100, ya que es superior al valor dado por las tablas de la ley de Snedecor $F(1, 10, 0,01) = 10,04$. Esto nos señala que los dos coeficientes de correlación son, igualmente, significativos.

Los valores de los índices de agregación demuestran que las poblaciones de *C. vitis* se encuentran agrupadas y que la agregación se da tanto en los individuos como en las colonias, ya que el índice b de Taylor es un valor alto ($b = 1,79$), el índice α de Iwao es un valor positivo ($\alpha = 27,36$) y el índice β es superior a 1 ($\beta = 2,97$).

Cuadro 1.- Índices de agregación para *Calepitrimerus vitis* y coeficientes de correlación de las regresiones

Índices	a	b	α	β	r^2	F
Taylor	7,23	1,79			0,99	1181
Iwao			27,36	2,97	0,92	118

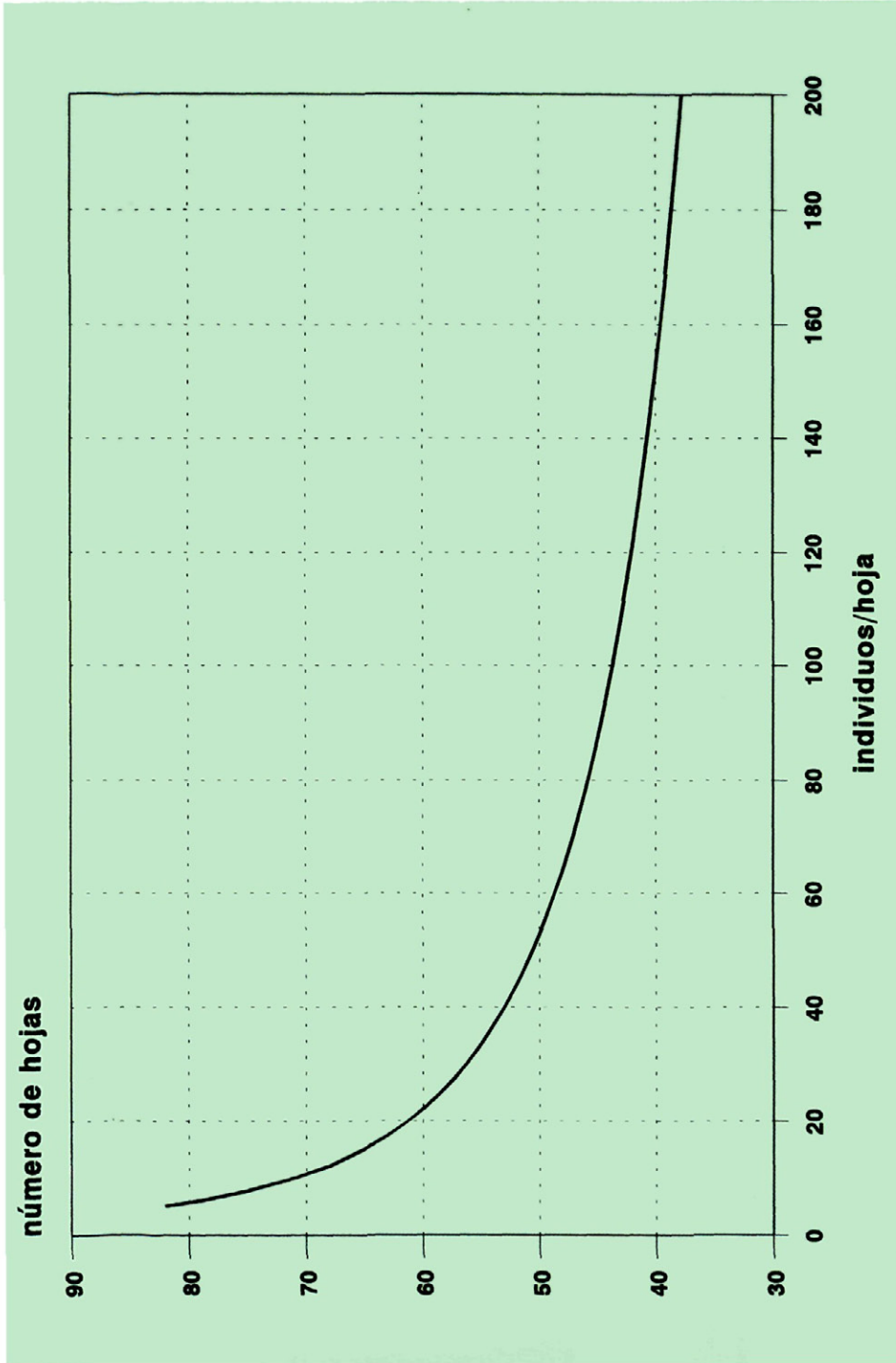


Figura 1: Relación entre la media y el tamaño de muestra necesario para estimar la población de *Calepitrimerus* vitis en hojas de vid para un muestreo enumerativo y con error de $E = 0,25$.

Estimación de la densidad poblacional por el método enumerativo

El número de hojas a muestrear para evaluar la población de *C. vitis* con una precisión constante (definida como error estándar en la medida del 25% de la media) se ha calculado en función de los índices de Taylor. Se ha representado el valor n en función de la media poblacional (figura 1). Se puede apreciar en esta figura que densidades de eriófido muy bajas, de unos 5 individuos/hoja, precisan tomar más de 80 hojas para estimarlas adecuadamente, mientras que cuando la densidad es elevada, superior a 200 individuos/hoja, bastaría con menos de 40 hojas. Hemos podido comprobar que el período de máxima actividad de este ácaro en La Rioja se sitúa entre la primera quincena del mes de julio y la primera quincena de septiembre. Debido al número elevado de individuos que constituyen sus poblaciones, su densidad varían de forma muy acusada a lo largo de su ciclo, así como entre parcelas y años, por lo que no existen niveles que puedan considerarse como normales. Teniendo en cuenta nuestra experiencia personal, estimamos que 50 hojas por muestreo es un número adecuado para calcular la densidad de *C. vitis* durante ese período.

Dada la dificultad que supone para esta especie el conteo del número de individuos hoja por hoja es conveniente utilizar un método de extracción que facilite esta operación, como por ejemplo un sistema de lavado y tamizado (PEREZ MORENO, 1985). Por el mismo motivo, el muestreo secuencial-enumerativo no supone, en esta especie, una herramienta práctica que facilite la estimación de sus poblaciones. Su utilidad quedaría reducida a estudios biológicos en los que sea necesario cuantificar la densidad del ácaro en uno o varios momentos de su ciclo.

Estimación de la densidad poblacional por el método binomial

Se puede comparar la relación entre la proporción de hojas ocupadas y el número de

eriófidos por hoja según la distribución binomial negativa (WILSON y ROOM, 1983) y según la expresión empírica propuesta por NACHMAN (1984). El valor del coeficiente de correlación que se obtiene al establecer una regresión lineal entre la proporción de hojas ocupadas (p) observadas en los muestreos que se han realizado y los valores estimados por cada una de las dos expresiones anteriores, nos permite establecer una comparación entre los dos tipos de ajuste.

Las medias poblacionales halladas en los muestreos (m) se han utilizado para estimar la proporción de hojas ocupadas de acuerdo con la expresión de Wilson y Room (p_e). La regresión entre la proporción estimada de hojas ocupadas según la distribución binomial negativa (p_e) y la proporción de hojas ocupadas encontrada en los muestreos (p) muestra un coeficiente de correlación $r^2 = 0,93$ ($F = 139$). Por su parte, la regresión lineal establecida para la fórmula empírica de Nachman utilizando las medias poblacionales (m) y la proporción de hojas no ocupadas (p_o) obtenidas en los muestreos arroja un coeficiente de correlación $r^2 = 0,92$ ($F = 127$), siendo las constantes $a' = 2,82$ y $b' = 2,15$.

El muestreo por presencia-ausencia para estimar la abundancia observando sólo la proporción de hojas ocupadas por ácaros puede ser de gran interés en programas de manejo integrado de plagas por la simplificación que representa. En el caso de *Calepitrimerus vitis*, en la figura 2 se puede comparar la relación entre la proporción de hojas ocupadas y el número de individuos por hoja según la distribución binomial negativa (BN) y la expresión empírica con los datos encontrados. El valor del coeficiente de correlación r^2 que se obtiene al establecer una regresión lineal entre la proporción de hojas ocupadas (p) observadas en los muestreos y los valores estimados por cada una de las dos curvas, puede permitirnos establecer una comparación entre los dos tipos de ajuste. La distribución BN tiene un $r^2 = 0,93$, mientras que para la expresión empírica $r^2 = 0,92$. Los dos coeficientes resultan elevados y muy similares en ambos casos, por lo que los dos tipos de ajuste son

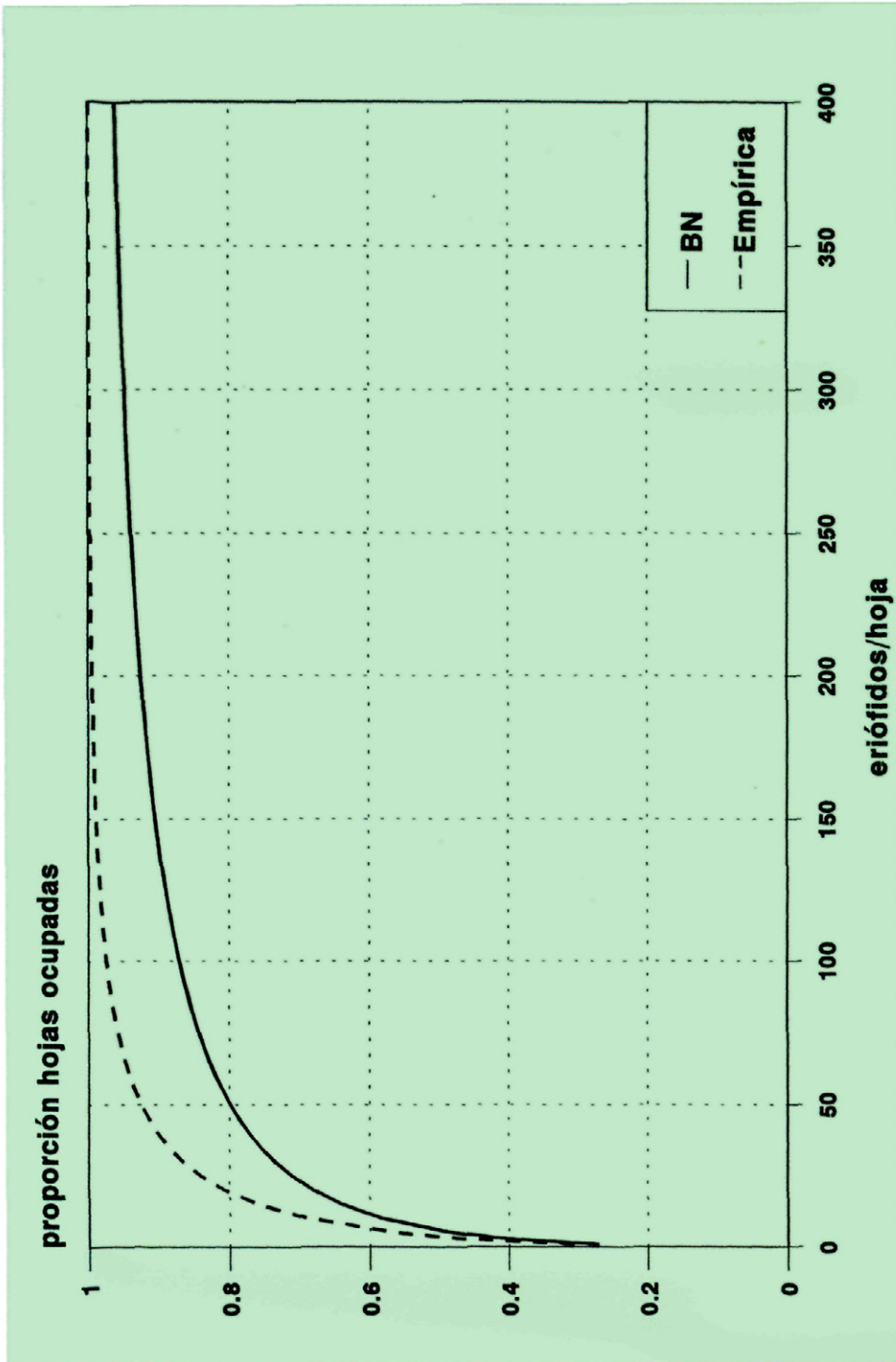


Figura 2: Proporción de hojas de vid ocupadas por *Calepitrimerus vitis* según la densidad poblacional y comparación entre los valores obtenidos según la distribución binomial negativa (BN) y según la expresión empírica de Nachman.

adecuados para nuestros datos. Además, su significación viene convalidada por el valor F , que en ambos casos es superior a $F(1, 10, 0,01) = 10,04$. Sin embargo, la distribución BN se ajusta algo mejor a nuestros datos que la fórmula empírica.

Este método de muestreo nos permite estimar la densidad poblacional de *Calepitrimerus vitis* durante el verano con el fin de decidir sobre la conveniencia de rebajar las poblaciones hibernantes mediante un tratamiento fitosanitario. Como era de esperar, hemos comprobado que las parcelas que soportan mayor densidad de eriófididos en el momento de alcanzar su máximo poblacional durante el verano, albergan mayor número de hembras deutoginas en sus yemas durante el invierno.

Un menor número de hembras hibernantes implican un menor riesgo de daños en la primavera siguiente. Sin embargo, sería necesario realizar un estudio para establecer

un umbral de decisión que permita determinar la intervención.

Un inconveniente que presenta este tipo de muestreo es la imposibilidad de calcular adecuadamente el nivel poblacional cuando la proporción de hojas ocupadas es muy elevada. Una solución consiste en considerar ocupada la hoja cuando contiene, no un ácaro sino 2, 3 o más, es decir, considerar un valor de corte T variable, siendo T el nivel poblacional por encima del cual se considera a una hoja como ocupada. Parece ser que optar por un nivel de corte adecuado permite estimar poblaciones más altas y proporciona mayor robustez al muestreo binomial (BINNS, 1990). En el caso de *Calepitrimerus vitis* no parece adecuado elegir un nivel de corte T para la evaluación de su densidad ya que, dado su escaso tamaño, complicaría el método de muestreo en lugar de simplificarlo al tener que localizar más de un individuo por hoja.

ABSTRACT

PÉREZ-MORENO, I. y M.L. MORAZA., 1996: Sequential-enumerative and binomial sampling programs for *Calepitrimerus vitis* (Nalepa) (Acari: Eriophyidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **22** (1): 179-187.

The eriophyid mite *Calepitrimerus vitis* (Nal.) is an important pest in vineyards of Rioja (Spain). The aggregation indexes of this mite have been calculated, and different sampling plans for this species have been developed, including enumerative and binomial schemes to estimate population density. Taylor's index has given better fitting than Iwao's. The coefficient b of Taylor is 1,79. To develop an enumerative sampling plan, the sample size based on Taylor's index has been calculated with a 25% precision level. It has been developed a binomial sampling scheme based on the relationship between the number of individuals per leaf and the proportion of leaves occupied by *C. vitis*.

Key words: mites, sequential-enumerative sampling, binomial sampling, *Calepitrimerus vitis*, aggregation indexes, grapevine.

REFERENCIAS

- BINNS, M.R., 1990: Robustness in binomial sampling for decision-making in pest incidence. En: *Monitoring and Integrated Management of Arthropod Pests of Small Fruits Crops*. Bostanian, N.J., Wilson, L.T. y Dennehy, T.J. (eds.). Intercept Ltd., Andover, Hampshire. pp: 63-79.
- GARCÍA CALLEJA, A., 1987: La acariosis, nueva plaga en los viñedos del Duero. *Agricultura*, **664**: 794-795.
- GREEN, R.H., 1970: On fixed precision level sequential sampling. *Res. Popul. Ecol.*, **12**: 249-251.
- HLUCHY, M. y Z. POSPISIL, 1992: Damage and economic injury levels of eriophyid and tetranychus mites on grape in Czechoslovakia. *Experimental & Applied Acarology*, **14**: 95-106.
- IWAO, S., 1968: A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. *Res. Popul. Ecol.*, **10**: 1-20.

- MANSILLA, J.P., PINTOS, C., ABELLERIA, A. y C. IGLESIAS, 1991: Problemática fitosanitaria del viñedo de Galicia. *Vitivinicultura*, **6**: 42-47.
- NACHMAN, G., 1984: Estimates of mean population density and spatial distribution of *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae) based upon the proportion of empty samplings. *J.Appl.Ecol.*, **21**: 903-913.
- PÉREZ DE OBANOS, J.J., 1991: Plagas en viñedos: acariosis y erinosis. *Navarra agraria*, **61**: 47-51.
- PÉREZ MARIN, J.L., 1984: Influencia de la acariosis (*Calepitrimerus vitis* Nal.) sobre la falta de brotación de algunas yemas en los viñedos riojanos. *Viña y vino*, **23**: 6-11.
- PÉREZ MARIN, J.L., 1987: Recrudescimiento de los ataques de acariosis en los viñedos riojanos. *Agricultura*, **663**: 726-727.
- PÉREZ MARIN, J.L., 1991: La acariosis de la vid: sintomatología, daños que ocasiona y forma de controlarla. *Vitivinicultura*, **5**: 26-30.
- PÉREZ MARIN, J.L. 1992a: Acariosis (*Calepitrimerus vitis* Nal., sin *Phyllocoptes vitis* Nal.). En: *Los parásitos de la vid*. M.A.P.A. - Mundi-Prensa. Madrid. pp: 131-133.
- PÉREZ MARIN, J.L., 1992b: *Gusanos grises y otros parásitos de la vid, durante el desborre*. M.A.P.A. Madrid. 89 pp.
- PÉREZ MORENO, I., 1985. Contribución al conocimiento de la acarocenosis de la vid en Rioja y estudio del complejo plaga (*Eriophyidae: Calepitrimerus vitis*) - depredador (*Phytoseiidae: Typhlodromus pyri*). Tesis Doctoral inédita. Universidad de Navarra. Departamento de Zoología y Ecología. Pamplona. 259 pp.
- RUIZ DE CASTRO, A., 1965: *Plagas y enfermedades de la vid*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid. 757 pp.
- SOUTHWOOD, T.R.E., 1978: *Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations*. Chapman & Hall. London. 524 pp.
- TAYLOR, L.R., 1961: Agregation, variance and mean. *Nature*, **189**: 732-735.
- WILSON, L.T. y P.M. ROOM, 1983: Clumping patterns of fruit and arthropods in cotton, with implications for binomial sampling. *Environ.Entomol.*, **12**: 50-54.

(Aceptado para su publicación: 12 de Febrero de 1996).