Zeitschrift: Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 61 (1988)

Heft: 1-4

Artikel: Ricerche sull'ecosistema "vigneto" nel Ticino : I. campionamento delle popolazioni di Empoasca vitis Goethe (Hom., Cicadellidae, Typhlocybinae)

Autor: Cerutti, F. / Baumgärtner, J. / Delucchi, V.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-402295

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE
61, 29–41, 1988

Ricerche sull'ecosistema «vigneto» nel Ticino: I. Campionamento delle popolazioni di *Empoasca vitis* GOETHE (Hom., Cicadellidae, Typhlocybinae)[1]

F. CERUTTI, J. BAUMGÄRTNER & V. DELUCCHI
Institut für Pflanzenwissenschaften (Phytomedizin) der ETH, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich

Research on the vineyard ecosystem in Ticino (Switzerland): I. Sampling plans for populations of the grape leafhopper, Empoasca vitis GOETHE *(Homoptera, Cicadellidae, Typhlocybinae)* – The spatial and temporal distributions of grape leafhopper larvae and nymphs were studied in two vineyards. Each one was divided into blocks that turned out to contribute little to the explanation of the variance. A high variability between individual plants was observed, and most larvae were found in a particular zone within primary shoots. In this zone one leaf was selected at random and two sampling procedures were designed. For research purposes an enumerative sampling plan is recommended, while a sequential sampling plan with respect to a critical density was shown to be useful for decision making in supervised leafhopper control programs.

INTRODUZIONE

La cicalina verde della vigna, *Empoasca vitis* GOETHE (Homoptera, Cicadellidae, Typhlocibinae), è attualmente il maggiore problema entomologico nei vigneti ticinesi. Le prime segnalazioni della cicalina come insetto dannoso nel Ticino risalgono agli anni '50 (BAGGIOLINI *et al.*, 1968). Non si tratta di un avvenimento di portata locale, poichè nello stesso periodo la cicalina viene segnalata pure in vigneti dell'Italia settentrionale (VIDANO, 1958) e della Francia meridionale (SCHVESTER *et al.*, 1962). A basse densità la cicalina provoca sul Merlot un arrossamento delle foglie; a densità elevate appaiono delle necrosi che causano poi la morte e la caduta delle foglie attaccate (GÜNTHART e GÜNTHART, 1967). I viticoltori lottano di solito applicando un trattamento insetticida preventivo, senza tener conto nè di una soglia di tolleranza, nè della biologia dell'insetto; talvolta, tale trattamento preventivo è seguito da altri. Le conseguenze di tali interventi si manifestano con perturbazioni dell'ecosistema «vigneto» e l'apparizione di altri problemi entomologici, quali il ragnetto rosso *(Panonychus ulmi* KOCH) o il trips (*Drepanothrips reuteri* UZEL), che richiedono applicazioni supplementari di pesticidi. Per evitare la spirale dei trattamenti è quindi necessario risolvere il problema della cicalina in modo diverso, ricercando le cause che l'hanno trasformata in un insetto dannoso negli ultimi trent'anni. Si tratta di verificare se le perturbazioni dell'ecosistema «vigneto» hanno eliminato degli elementi importanti che possono essere reintegrati nel contesto ecologico ed economico attuale. Le ricerche sulla dinamica delle popolazioni della cicalina impongono la definizione di piani di campionamento, che costituisce l'oggetto del presente lavoro. È però da

[1]Progetto finanziato dal Fondo Nazionale Svizzero per la Ricerca Scientifica (Sussidio No 3.470-0.86)

rilevare, a scanso di equivoci, che i piani di campionamento definiti in questo lavoro valgono solo per lo studio della densità delle popolazioni di cicalina o per la razionalizzazione dei trattamenti, la cui applicazione non tiene attualmente conto di nessuna relazione esistente tra la pianta e l'insetto. Per uno studio del parassitismo, i piani presentati non sono sufficientemente precisi poichè non tengono conto della distribuzione spaziale e temporale dei parassitoidi.

MATERIALE E METODI USATI

Per definire un piano di campionamento avente un determinato grado di precisione è necessario conoscere, dapprima, la distribuzione spaziale delle cicaline, dopo di che si stratificano le parcelle e le piante, si caratterizza l'unità di campionamento e quindi la dimensione del campione. Di solito, con i dati raccolti, si possono definire due piani di campionamento: uno è di tipo cosiddetto enumerativo e viene attuato con il prelevamento di un numero fisso di unità di campionamento in dipendenza della densità; l'altro è di tipo sequenziale e si esegue prelevando un minimo di unità di campionamento, cui fa seguito una sequenza di altre unità a seconda della necessità. Questo secondo tipo è particolarmente adatto in situazioni dove è necessario prendere rapidamente una decisione, come per esempio quella di applicare un trattamento insetticida.

Origine dei dati

I dati raccolti provengono da due parcelle, una di 600 ceppi situata nel vigneto della «Cantina Sociale di Mendrisio» a Montalbano, Stabio, e un'altra di 432 ceppi situata nel vigneto delle «Stazioni Federali di Ricerche Agronomiche, Centro di Cadenazzo» a Cugnasco. Le viti del vigneto di Montalbano sono condotte a «Guyot» semplice, quelle di Cugnasco a «Guyot» doppio. La parcella di Montalbano confina su due lati con un bosco, mentre quella di Cugnasco confina con giardini (con piante ornamentali), con un frutteto e con una piccola selva. In questo lavoro sono state prese in considerazione solamente le larve e le ninfe di *E. vitis*. Queste si trovano quasi sempre sulla pagina inferiore della foglia.

Il controllo delle popolazioni di *E. vitis* è stato realizzato nel modo seguente:

a) Nel 1986 sono stati eseguiti due tipi di controllo.
   Un primo tipo ci ha permesso di determinare la zona più infestata della pianta ed è stato eseguito durante il periodo vegetativo per 20 volte a Montalbano e 15 a Cugnasco. A Montalbano sono state controllate tutte le foglie di un numero di piante variante da 10 a 28; a Cugnasco sono state controllate invece tutte le foglie di metà pianta su un numero di piante variante da 9 a 13 (tab. 1). Questo primo controllo ha permesso di stabilire in quale porzione del tralcio si trovano di solito le foglie maggiormente infestate dalle larve e dalle ninfe di cicalina (tab. 1). All'interno di questa porzione sono state identificate le 3 foglie contigue che, in media, risultavano maggiormente infestate (fig. 2). Tre foglie per tralcio rappresentano la quantità minima che bisogna prelevare per poter eseguire delle analisi statistiche. Per il secondo tipo di controllo ogni parcella è stata suddivisa in 6 blocchi e in ogni blocco sono state scelte a caso 6 (in alcuni casi 10) piante; a Montalbano sono state controllate 3 foglie della porzione maggiormente infestata di ogni tralcio delle piante scelte, mentre a Cugnasco sono state controllate 3 foglie della porzione più infestata di ogni tral-

cio di una metà delle piante scelte. Di regola, il secondo tipo di controllo è avvenuto il giorno dopo il primo tipo, e questo ha permesso la localizzazione esatta delle 3 foglie menzionate sopra.

b) Nel 1987 il lavoro di controllo è stato semplificato. In ogni parcella sono state scelte a caso 100 piante; per ogni pianta è stato scelto a caso un tralcio e su questo tralcio è stata controllata una delle tre foglie della porzione più infestata del tralcio, scegliendo questa foglia a caso. Il controllo è stato ripetuto una seconda volta nei giorni indicati nella tab. 4. Le foglie prelevate da un vigneto ad una certa data costituiscono insieme il campione.

Analisi dei dati

Distribuzione spaziale della cicalina. È stata eseguita un'analisi della varianza partendo dai dati completi raccolti nel secondo tipo di controllo del 1986 (3 foglie nella zona più infestata del tralcio). Si è trattato di una analisi di varianza gerarchica a 3 livelli; 6 blocchi, 6 (in alcuni casi 10) piante per blocco e i tralci di ogni pianta, con 3 ripetizioni (foglie) per ogni tralcio. Il modello usato era: fisso – a caso – fisso.

Solitamente, per normalizzare la distribuzione e per rendere la varianza indipendente dalla densità, i dati vengono trasformati. Secondo LeRoux e Reimer (1959), nel caso di basse densità di insetti è però preferibile non eseguire nessuna trasformazione. In questo lavoro la densità è stata considerata sufficientemente bassa per un'analisi diretta.

Unità di campionamento e numero di foglie da prelevare per pianta. L'unità di campionamento è costituita da una foglia per tralcio, prelevata dalla zona maggiormente infestata. Siccome non esistono criteri generali per la definizione dell'unità di campionamento, si è dovuto procedere in modo pragmatico dopo aver constatato che, per le larve e le ninfe di *E. vitis,* il prelevamento di una foglia per tralcio costituisce il miglior compromesso dal punto di vista statistico ed economico allorchè la densità delle larve e delle ninfe corrisponde all'incirca all'attuale soglia di tolleranza. I criteri di definizione dell'unità di campionamento sono elencati da Southwood (1978). Il fatto di considerare una foglia nella porzione maggiormente infestata del tralcio tiene conto dell'aspetto ecologico nell'interazione vite/cicalina.

Il numero ottimale di foglie m_{opt} da esaminare per pianta, prelevandole dalla zona più infestata dei tralci, è dato dalla formula proposta da Cochran (1977):

$$m_{opt} = \frac{S_2}{\sqrt{S_b^2 - S_2^2/M}} \sqrt{\frac{c_1}{c_2}} \qquad [1]$$

dove S_2^2 è la media ponderata delle varianze all'interno delle piante, S_b^2 è la varianza ponderata tra le medie di ogni pianta, M è il numero medio di foglie campionate per pianta prelevandone una per ogni tralcio dalla zona maggiorente infestata (controlli del 1986), c_1 è il costo per lo spostamento da una pianta all'altra (10 secondi) e c_2 il costo di campionamento per ogni pianta. c_2 è calcolato moltiplicando il costo di campionamento per foglia (7.5 secondi) per il numero medio M di foglie campionate per pianta. Il calcolo è possibile solo nei casi dove S_b^2 sia maggiore di S_2^2/M.

Distribuzione spaziale della cicalina nella zona maggiormente infestata dei tralci. Uno dei modelli correntemente usati per descrivere la distribuzione di organismi è quello di TAYLOR (1961). TAYLOR *et al.* (1978) hanno mostrato come la relazione tra la media m e la varianza s^2

$$s^2 = a\ m^b \qquad [2]$$

sia valida per un grande numero di popolazioni animali e sia stabile nel tempo. I valori a e b sono facilmente approssimati partendo dalla relazione tra il $\log_{10} s^2$ e il $\log_{10} m$ (SOUTHWOOD, 1978). Le serie di medie e varianze per calcolare a e b possono essere ottenute da campionamenti provenienti da tempi e luoghi diversi e contenenti un diverso numero totale di unità di campionamento (SOUTHWOOD, 1978). Per il calcolo dei parametri del modello di TAYLOR (1961) sono stati usati sia i dati dei controlli eseguiti nel 1986 nella porzione più infestata dei tralci, considerando però una sola foglia scelta a caso per pianta, sia i dati raccolti nel 1987.

La relazione tra la media m di larve per foglia e la proporzione P di foglie infestate dalle larve e dalle ninfe è secondo NACHMAN (1984):

$$P = 1 - e^{(-\Omega\ m^{\beta})} \qquad [3]$$

Per il suo modello NACHMAN (1984) parte da considerazioni di dinamica spaziale, e il modello da lui sviluppato è indipendente dal tipo di distribuzione dell'insetto. La stima dei parametri Ω e β è ottenuta linearizzando la relazione tra m e P. Per il calcolo di P sono stati usati gli stessi dati del 1986 e del 1987 considerati per il calcolo dei parametri di TAYLOR [eq. 2].

Campionamento enumerativo nella porzione maggiormente infestata del tralcio. Partendo dalle formule di KARANDINOS (1976), RUESINK (1980) propone l'eq. 4 per calcolare il numero delle unità di campionamento enumerativo, in modo che la media reale m della popolazione venga a trovarsi nell'intervallo $m \pm D_m$ con un coefficiente di sicurezza $1-\alpha$ (di solito 0.9, 0.95 o 0.99)

$$n = (z_{\alpha/2} / D_m)^2\ a\ m^{b-2} \qquad [4]$$

dove D_m è una proporzione fissa di m (per es. 0.1, 0.2, 0.3 ...), a e b sono i parametri di TAYLOR (1961, $s^2 = am^b$) e $1-\alpha$ rappresenta la superficie di una distribuzione normale compresa tra i limiti di $\pm z_{\alpha/2}$. Per $1-\alpha = 0.9$, $z_{\alpha/2}$ è 1.65.

Campionamento binomiale sequenziale nella zona maggiormente infestata del tralcio tenendo conto di una soglia di trattamento prefissata. Il campionamento binomiale sequenziale è una forma semplice ed economica per poter decidere se applicare un trattamento o meno. Il controllo delle foglie tiene conto soltanto della presenza o dell'assenza di cicaline. Dopo averne controllate un numero minimo, si confrontano i dati raccolti con lo schema di decisione del grafico di campionamento. Se non si può prendere una decisione col materiale raccolto si preleva nuovamente una foglia, si riconfrontano i dati raccolti con lo schema di decisione e così via.

Gli estremi di una distribuzione binomiale si avvicinano ad una distribuzione normale quando viene prelevato un numero sufficientemente alto di foglie. Per calcolare il numero minimo di foglie da prelevare, LE ROY (1976) propone la

seguente formula:

$$N_m \; P \; [1-P] \geq 9 \qquad [5]$$

dove N_m è il numero minimo di foglie da prelevare e P è la proporzione di foglie infestate. Partendo dalla distribuzione normale BIERI *et al.* (non pubbl.) propongono la seguente formula per il calcolo dei limiti di decisione inferiore (l_i) e superiore (l_s):

$$l_{i,s} = P_k \; N \pm z_{\alpha/2} \sqrt{N \; P_k \; (1-P_k)} \qquad [6]$$

dove N è il numero di foglie prelevate ($\geq N_m$), P_k è la proporzione di foglie infestate quando la media delle cicaline raggiunge la soglia di tolleranza, e $z_{\alpha/2}$ è lo stesso valore contenuto nell'eq. 4. In questo lavoro è stata usata la stessa percentuale di errore $\alpha/2$ sia per il calcolo del limite superiore che per quello del limite inferiore. E già stato indicato in precedenza che per $1-\alpha = 0.9$, $z_{\alpha/2}$ è 1.65. Per una soglia di tolleranza m_o, la proporzione P_k di foglie infestate è stata calcolata usando l'eq. 3. Il campionamento binomiale sequenziale proposto in questo lavoro è quindi riferito ad una soglia di tolleranza espressa come proporzione di foglie infestate.

Verifica del campionamento binomiale sequenziale. Si può verificare la validità del campionamento binomiale sequenziale mediante una simulazione del campionamento (SHELTON *et al.*, 1987). Avendo però a disposizione dei dati reali, raccolti nel secondo controllo del 1987 (tab. 4), questi sono stati usati per validare lo schema di campionamento sequenziale binomiale. I dati relativi ad ogni data di controllo sono stati usati nella stessa successione nella quale furono raccolti nel vigneto. Ciò ha permesso di costruire, per ogni campionamento effettuato, una «linea di decisione» nel grafico del campionamento e di simulare delle decisioni. La decisione è stata quindi confrontata con la proporzione di foglie infestate osservata effettivamente su 100 foglie.

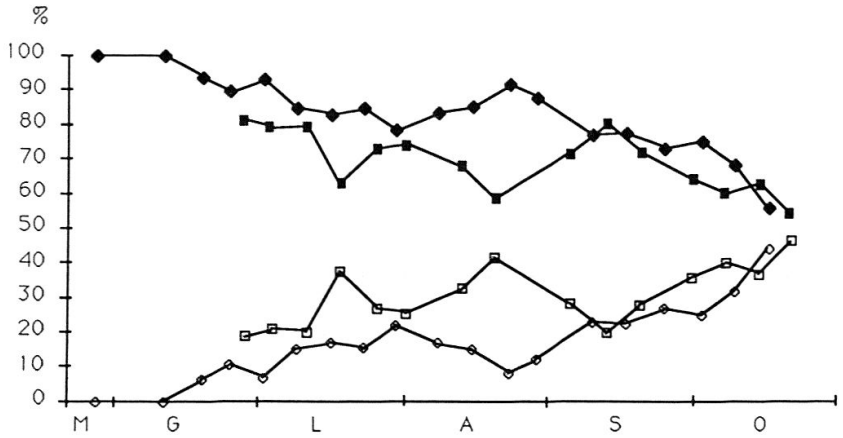

Fig. 1. Percentuale di larve e ninfe di cicaline sulle foglie inserite ai nodi dei tralci (◆, ■) e sulle femminelle (◇, □) a Montalbano (◆, ◇) e a Cugnasco (■, □).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Distribuzione spaziale della cicalina

Partendo dai dati del primo controllo effettuato nel 1986 si è potuto accertare che la maggioranza delle larve e delle ninfe di *E. vitis* si trova sulle foglie inserite nei nodi dei tralci, mentre una minoranza rimane sulle femminelle. Questa proporzione varia però nel tempo (fig. 1). Sul tralcio la distribuzione delle larve e delle ninfe non è omogenea, ma varia secondo uno schema che è stato esemplificato nella fig. 2 usando i dati del controllo del 23.7.86. I nodi in corrispondenza

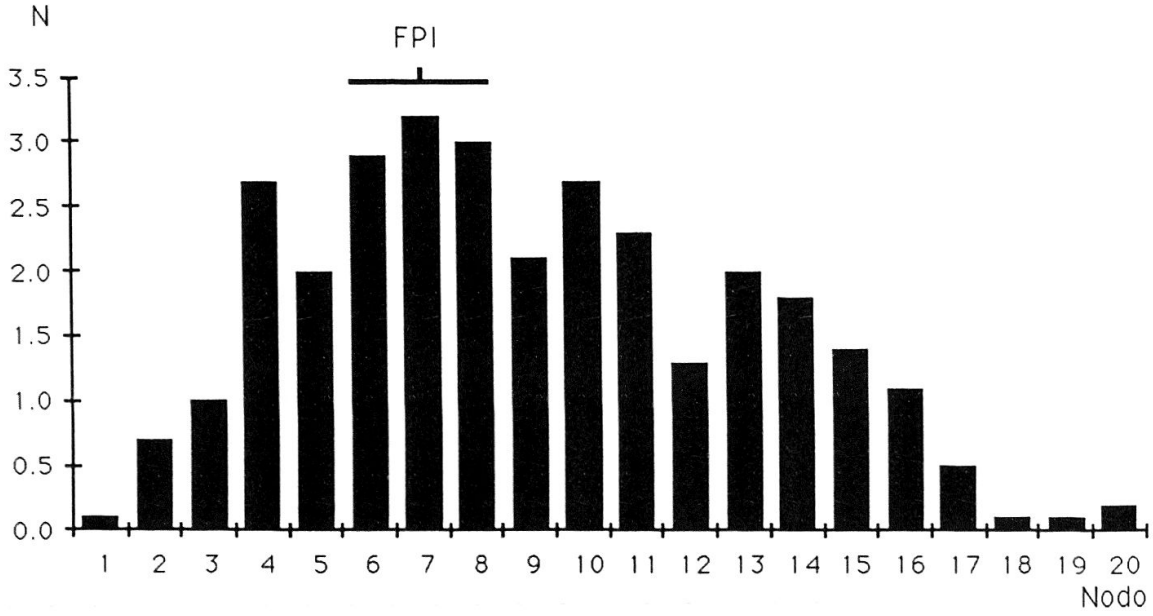

Fig. 2. Numero medio (N) di larve e ninfe di cicalina/foglia secondo la posizione delle foglie del tralcio da un controllo effettuato il 28.7.86 nel vigneto di Montalbano (FPI = foglie della zona del tralcio più infestata in corrispondenza dei nodi 6 a 8; vedi pure tab. 1).

dei quali si trovavano le 3 foglie più infestate nel corso del periodo vegetativo sono segnalati nella tab. 1. Per il momento non è possibile nè di spiegare le cause di questo tipo di distribuzione, che sembra specifico per ogni vigneto (tab. 1), nè di valutare l'impatto che questo tipo di distribuzione provoca sul rendimento della pianta. Si può solo indicare che questa distribuzione è il risultato di interazioni tra la distribuzione degli adulti di cicalina all'interno della pianta, il comportamento degli adulti durante l'oviposizione, la distribuzione e il comportamento di eventuali parassitoidi oofagi, il comportamento delle larve e delle ninfe di cicalina e di eventuali parassitoidi o predatori.

Nel periodo critico di aumento delle popolazioni di cicalina, e cioè tra metà luglio e la fine di agosto (Baggiolini et al., 1968), è quindi raccomandabile di eseguire il campionamento su foglie che si trovano tra il quinto ed il decimo nodo del tralcio (tab. 1).

L'analisi della varianza ai livelli blocchi-piante-tralci mostra che la maggior fonte di variazione risiede nel fattore pianta (tab. 2). L'ipotesi che la cicalina sia maggiormente presente in parcelle limitate da un bosco risulta quindi errata.

Tab. 1. Posizione delle 3 foglie maggiormente infestate (FPI) da larve e ninfe di cicalina durante il 1986 nei due vigneti di Montalbano (Mo) e Cugnasco (Cu) (N = numero; la posizione delle FPI è segnalata in base a quella dei nodi partendo dalla base del tralcio; = periodo critico per l'applicazione di insetticidi).

Luogo	data del controllo 1986	N piante controllate	FPI sul tralcio		
Mo	19 maggio	28	3	4	5
	26 maggio	26	3	4	5
	9 giugno	25	3	4	5
	17 giugno	18	4	5	6
	23 giugno	18	6	7	8
	30 giugno	13	4	5	6
	7 luglio	16	4	5	6
	14 luglio	13	4	5	6
	21 luglio	13	5	6	7
	28 luglio	13	6	7	8
	6 agosto	10	6	7	8
	13 agosto	10	4	5	6
	21 agosto	10	5	6	7
	27 agosto	10	4	5	6
	8 settembre	10	5	6	7
	15 settembre	10	8	9	10
	23 settembre	10	8	9	10
	1 ottobre	10	11	12	13
	8 ottobre	10	13	14	15
	15 ottobre	10	13	14	15
Cu	26 giugno	12	4	5	6
	2 luglio	13	6	7	8
	9 luglio	13	8	9	10
	16 luglio	12	9	10	11
	24 luglio	12	9	10	11
	30 luglio	12	9	10	11
	11 agosto	12	8	9	10
	18 agosto	9	6	7	8
	3 settembre	12	6	7	8
	11 settembre	12	8	9	10
	18 settembre	10	7	8	9
	29 settembre	10	9	10	11
	6 ottobre	10	11	12	13
	13 ottobre	10	10	11	12
	20 ottobre	10	10	11	12

Nelle analisi ulteriori l'influsso del fattore blocco verrà trascurato e non si proporrà nessun campionamento stratificato per blocchi.

Foglie da prelevare per pianta

Il numero ottimale di foglie per pianta da prelevare dalla zona più infestata dei tralci, calcolato secondo l'eq. 1, è indicato per ogni data di controllo nella tab. 3 e varia a seconda della data di campionamento. Nel periodo tra la metà di luglio e la fine di agosto, durante il quale le densità si avvicinano a 1 larva o ninfa per foglia nella porzione più infestata dei tralci, il numero ottimale di foglie da prelevare per pianta tende verso l'unità. La densità di 1 larva o ninfa per foglia nella

Tab. 2. Analisi della varianza ai livelli blocchi-piante-tralci per i vigneti di Montalbano (Mo) e Cugnasco (Cu) durante il 1986 (n. s. = differenza non significativa; <0.01 e 0.05 = differenza significativa al 99 risp. 95%).

Luogo	Data	analisi della varianza		
		tra i blocchi	tra le piante all'interno dei blocchi	tra i tralci all'interno delle piante
Mo	20 maggio	n.s.	n.s	n.s.
	27 maggio	n.s.	<0.01	<0.01
	10 giugno	n.s.	<0.01	n.s.
	18 giugno	n.s.	n.s.	n.s.
	24 giugno	n.s.	n.s.	<0.01
	1 luglio	n.s.	n.s.	<0.01
	8 luglio	n.s.	n.s.	n.s.
	15 luglio	n.s.	<0.01	n.s.
	23 luglio	n.s.	<0.01	n.s.
	29 luglio	<0.01	<0.01	<0.01
	7 agosto	n.s.	<0.01	n.s
	14 agosto	n.s.	<0.01	n.s.
	22 agosto	n.s.	<0.01	<0.05
	1 settembre	<0.05	<0.01	<0.01
	10 settembre	<0.01	<0.01	<0.01
	16 settembre	n.s.	<0.01	n.s
	24 settembre	n.s.	<0.01	n.s
	2 ottobre	n.s.	<0.01	<0.05
	9 ottobre	n.s.	<0.05	<0.05
	16 ottobre	n.s.	n.s.	n.s.
Cu	27 giugno	n.s.	<0.01	n.s.
	11 luglio	n.s.	<0.01	n.s.
	17 luglio	n.s.	n.s.	n.s.
	25 luglio	n.s.	<0.01	n.s.
	4 agosto	<0.05	<0.01	<0.01
	12 agosto	<0.05	n.s.	<0.05
	19 agosto	<0.01	<0.05	n.s.
	4 settembre	n.s.	<0.01	n.s.
	12 settembre	n.s.	<0.01	<0.01
	22 settembre	<0.05	<0.05	<0.05
	30 settembre	n.s.	<0.01	n.s.
	7 ottobre	n.s.	<0.01	n.s.
	14 ottobre	n.s.	<0.01	n.s.
	21 ottobre	n.s.	n.s.	n.s.

porzione più infestata di un tralcio costituisce la soglia d'intervento (trattamenti chimici).

Distribuzione spaziale della cicalina nella zona più infestata dei tralci

I parametri a e b della relazione di Taylor (1961) (eq. 2) sono 1.44 e 1.11 (fig. 3). Questi valori suggeriscono una distribuzione leggermente aggregata ed escludono quindi una distribuzione casuale.

Il modello di Nachman (1984) (eq. 3) illustrato nella fig. 4 descrive accuratamente la relazione tra la densità delle larve e delle ninfe di cicalina e la proporzione di foglie infestate. I valori di Ω e β sono rispettivamente 0.96 e 0.82. La de-

Tab. 3. Numero ottimale di foglie (m_{opt}) da prelevare per pianta (N: numero; Mo = Montalbano; Cu = Cugnasco; M = vedi eq. 1, numero medio di foglie controllate per pianta scegliendone una dalla porzione più infestata del tralcio; S_2^2 = media ponderata delle varianze all'interno delle piante; S_b^2 = varianza ponderata tra le medie di ogni pianta).

Luogo	Data	N piante controllate	N medio di larve e ninfe per foglia	M	S_2^2	S_b^2	m_{opt}
Mo	10 giugno	36	0.038	8.750	0.055	0.007	2.739
	18 giugno	36	0.069	8.946	0.076	0.009	3.678
	1 luglio	36	0.137	8.139	0.147	0.018	7.453
	8 luglio	36	0.112	7.972	0.095	0.016	1.991
	15 luglio	36	0.087	8.028	0.076	0.013	1.859
	23 luglio	36	0.190	8.194	0.202	0.042	1.394
	29 luglio	36	0.352	8.278	0.634	0.131	1.371
	7 agosto	36	0.445	7.306	0.565	0.088	3.077
	14 agosto	36	0.895	7.389	1.471	0.426	1.082
	22 agosto	36	0.815	7.639	1.017	0.217	1.458
	1 settembre	36	0.572	7.917	0.684	0.176	1.133
	10 settembre	36	0.531	7.528	0.867	0.120	5.602
	16 settembre	36	0.457	7.472	0.492	0.161	0.963
	24 settembre	36	0.254	7.861	0.248	0.038	2.644
	2 ottobre	36	0.287	7.750	0.318	0.042	7.372
	9 ottobre	36	0.143	8.139	0.156	0.021	3.890
	16 ottobre	36	0.089	7.500	0.092	0.016	2.076
Cu	27 giugno	60	0.137	4.017	0.123	0.044	1.722
	17 luglio	60	0.054	4.033	0.055	0.019	1.887
	25 luglio	60	0.147	3.967	0.182	0.047	6.945
	4 agosto	60	0.215	4.100	0.378	0.115	2.349
	19 agosto	60	0.076	3.967	0.076	0.022	3.063
	12 settembre	60	0.326	3.983	0.325	0.137	1.399
	30 settembre	36	0.617	3.917	0.480	0.251	1.128
	7 ottobre	36	0.338	3.944	0.399	0.104	7.485
	21 ottobre	36	0.257	4.000	0.225	0.103	1.262

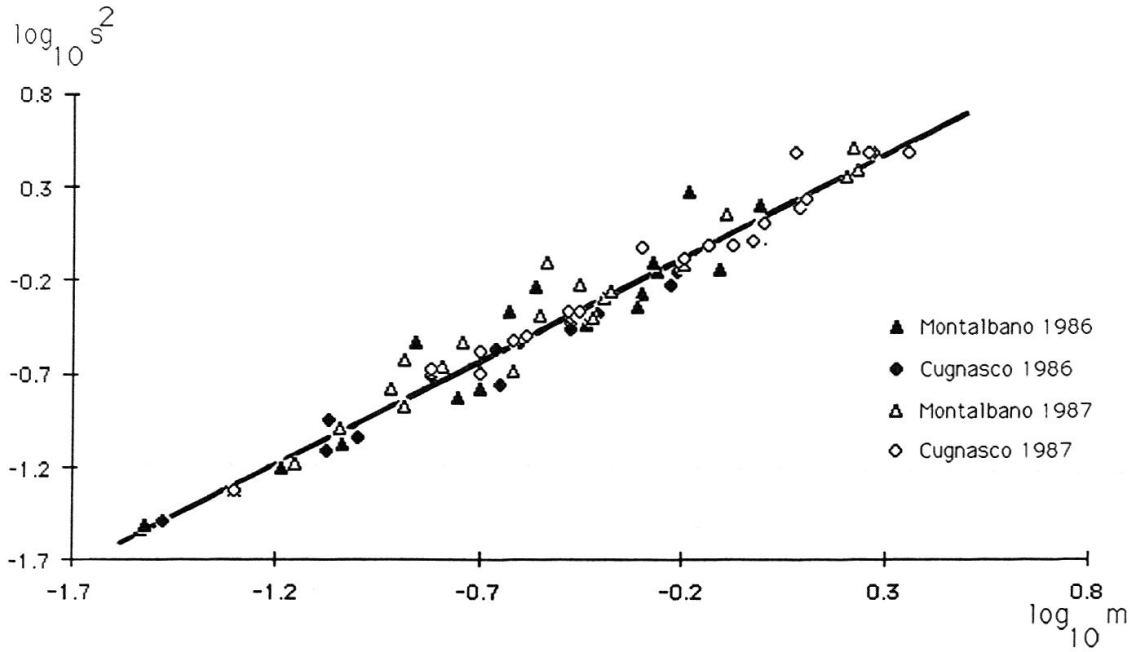

Fig. 3. Relazione tra il numero medio (m) di larve e ninfe di cicalina per foglia e la varianza corrispondente (s^2) nei vigneti di Montalbano e Cugnasco negli anni 1986 e 1987.

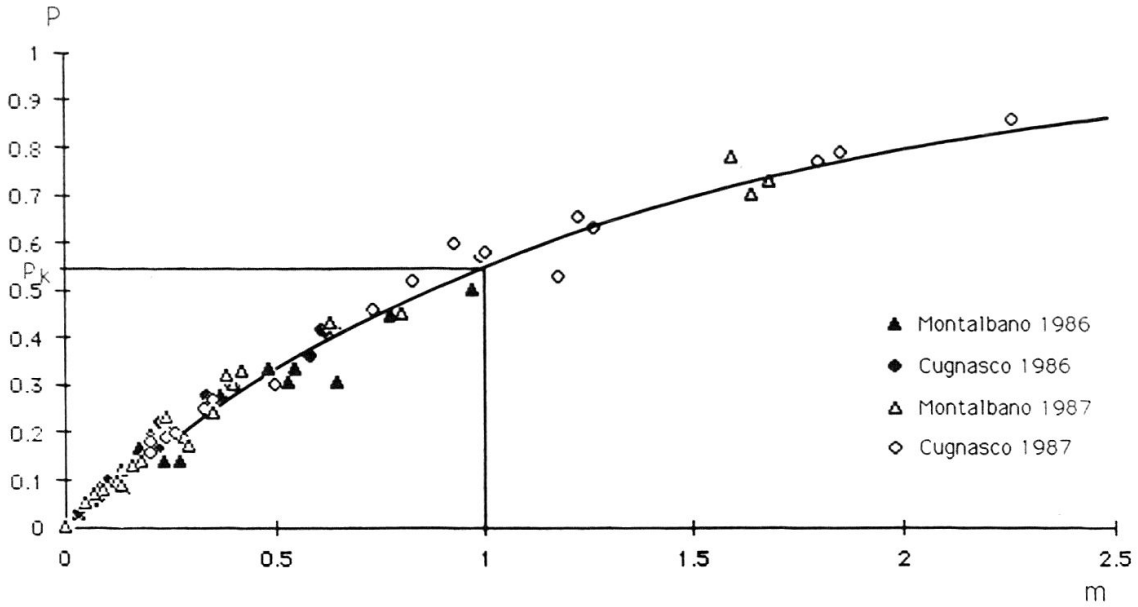

Fig. 4. Relazione tra il numero medio (m) di larve di cicalina per foglia e la proporzione (P) di foglie infestate (P_k = proporzione di foglie infestate corrispondente alla soglia di tolleranza di 1 larva per foglia).

terminazione dei parametri nelle equazioni di Taylor (1961) e di Nachman (1984) è necessaria per definire gli schemi di campionamento.

Campionamento enumerativo

Il campionamento enumerativo è un metodo conservativo. Scegliendo una foglia per pianta dalla zona più infestata del tralcio, il numero totale di foglie che

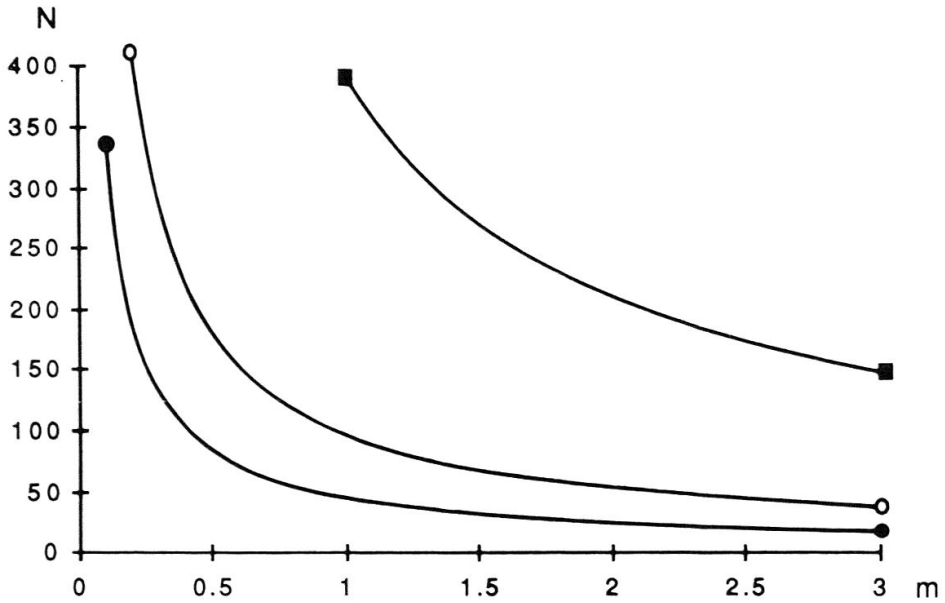

Fig. 5. Numero totale di foglie (N) da controllare in relazione alla densità di larve di cicalina (m) per un grado di precisione predefinito (■-■ D=0.1; ○-○ D=0.2; ●-● D=0.3).

bisogna controllare dipende della media di cicaline per foglia (eq. 4). Per una media di una larva o ninfa di cicalina per foglia il numero di unità da controllare dipende dal grado di precisione D che si vuole ottenere (fig. 5). Saranno controllate 392 foglie, per una precisione del 10% (D=0.1), 98 foglie per una precisione del 20% (D=0.2) e 44 foglie per una precisione del 30% (D=0.3). Un controllo di 100 foglie sembra quindi un ottimo compromesso per un campionamento enumerativo con scopi pratici. Per scopi di ricerca il numero totale di foglie da controllare dev'essere definito secondo la densità e la precisione che si vuole ottenere (fig. 5).

Campionamento binomiale sequenziale

Tra le molte strategie di campionamento, quella binomiale sequenziale sembra offrire le migliori possibilità di applicazione pratica. Essa facilita l'uso razionale di pesticidi. Con l'eq. 3 si determina la proporzione P_k di foglie infestate quando la densità della popolazione di larve e ninfe di cicaline raggiunge la soglia di tolleranza. Per la soglia di una larva o ninfa di cicalina per foglia (ANONIMO, 1987) il valore di P_k è 0.56 (fig. 4). Per P = 0.56 il numero minimo di foglie da prelevare è 31 (eq. 5). La percentuale di errore $\alpha/2$ verso l'alto e verso il basso ha un valore di 0.05. Lo schema di decisione per il campionamento binomiale sequenziale partendo dall'eq. 6 è illustrato nella fig. 6. Si inizia con il controllo delle

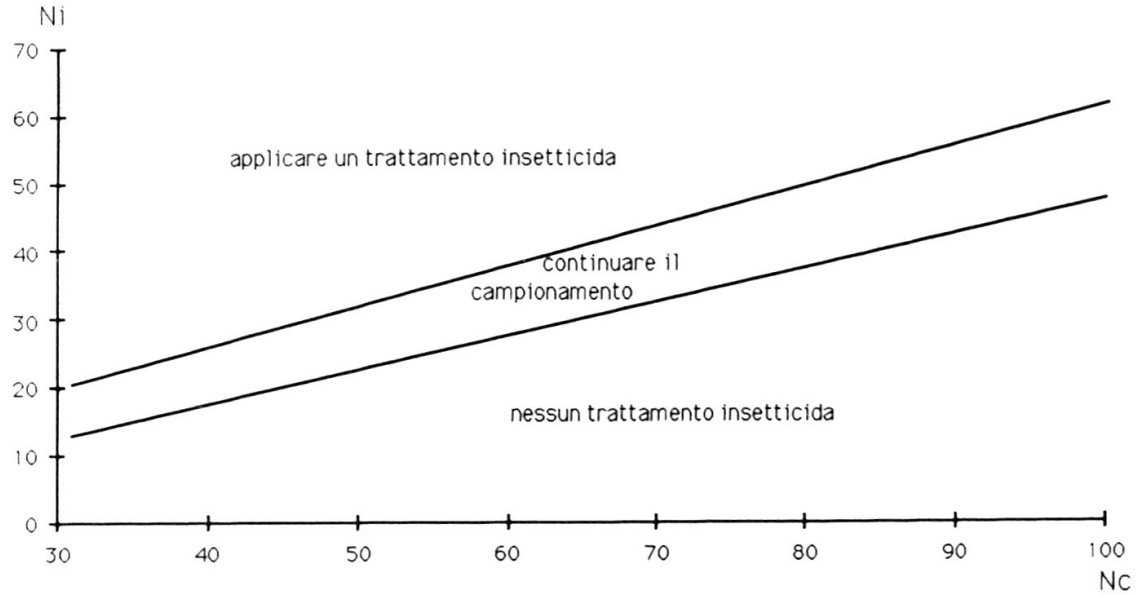

Fig. 6. Schema di decisione per il campionamento binomiale sequenziale di larve di cicalina. Il grafico è basato su una soglia di tolleranza corrispondente al 56% di foglie infestate ed ha una probabilità di errore del 10% (Nc = numero di foglie controllate; Ni = numero di foglie infestate).

larve e delle ninfe su 31 foglie. Per ragioni pratiche il campionamento è interrotto dopo un controllo di 100 foglie e dovrà essere ripetuto alcuni giorni più tardi.

Lo schema di campionamento binomiale sequenziale è adattabile ad altri valori della soglia di tolleranza e di $\alpha/2$.

Verifica del campionamento binomiale sequenziale

Sono stati effettuati complessivamente 36 controlli (tab. 4). In 3 casi la raccolta di 100 foglie non è stata sufficiente per poter prendere una decisione. In 2 casi si è presa una decisione di trattamento sbagliata; si trattava però di casi limite. Una verifica dei metodi di campionamento di questo tipo si è rivelata comunque necessaria.

In 31 casi la decisione è stata corretta. In 27 casi la decisione è stata presa subito dopo il controllo di un numero minimo di 31 foglie. Questa verifica ha dimostrato che il campionamento binomiale sequenziale è uno strumento pratico ed economico per l'applicazione razionale di trattamenti insetticidi.

Tab. 4. Tipo di decisione che si sarebbe presa nel 1987 nei vigneti di Montalbano (Mo) e Cugnasco (Cu) applicando un campionamento binomiale sequenziale (m = densità media di larve e ninfe di cicalina per foglia calcolata su 100 foglie; P = proporzione delle foglie infestate calcolata su 100 foglie; Nc = numero di foglie controllate; si/no = trattare/non trattare con insetticida; n. d. = nessuna decisione).

Luogo	Data di controllo 1987	m	P	Nc	si/no	verifica della decisione
Mo	12 giugno	0.82	44	31	no	giusto
	17 giugno	0.91	56	100	n.d.	?
	24 giugno	0.3	23	31	no	giusto
	1 luglio	0.3	22	31	no	giusto
	8 luglio	0.23	20	31	no	giusto
	15 luglio	0.11	10	31	no	giusto
	22 luglio	0.24	20	31	no	giusto
	29 luglio	1.12	61	43	si	giusto
	5 agosto	1.57	60	31	si	giusto
	12 agosto	1.75	74	31	si	giusto
	19 agosto	1.85	91	31	si	giusto
	26 agosto	0.74	52	100	n.d.	?
	2 settembre	0.14	11	31	no	giusto
	9 settembre	0.24	18	31	no	giusto
	16 settembre	0.22	20	31	no	giusto
	23 settembre	0.24	19	31	no	giusto
	30 settembre	0.23	20	31	no	giusto
	6 ottobre	0.16	13	31	no	giusto
	14 ottobre	0.14	13	31	no	giusto
Cu	11 giugno	0.2	15	31	no	giusto
	18 giugno	0.31	26	31	no	giusto
	25 giugno	0.15	13	31	no	giusto
	2 luglio	0.12	12	31	no	giusto
	9 luglio	0.08	8	31	no	giusto
	21 luglio	0.99	52	45	si	sbagliato
	31 luglio	1.19	58	100	n.d	?
	7 agosto	1.61	76	31	si	giusto
	17 agosto	1.69	77	31	si	giusto
	26 agosto	1.06	56	31	si	giusto
	2 settembre	0.49	38	42	no	giusto
	9 settembre	1.08	59	31	si	giusto
	16 settembre	1.6	75	31	si	giusto
	24 settembre	1.34	69	31	si	giusto
	30 settembre	1.36	68	32	si	giusto
	6 ottobre	0.92	53	32	si	sbagliato
	16 ottobre	0.62	45	83	no	giusto

RINGRAZIAMENTI

Gli AA. ringraziano il Dott. Giorgio Jelmini, Direttore del Centro di Cadenazzo, della Stazione Federale di Ricerche Agronomiche di Changins (VD), per aver ospitato F. Cerutti durante il biennio 1986/87, avergli messo a disposizione il vigneto sperimentale di Cugnasco e parte dei dati raccolti nel 1987; il Direttore della Cantina Sociale di Mendrisio Sig. Crivelli che ha reso possibile le ricerche nel vigneto di Montalbano; il Sig. M. Baillod, Stazione Federale di Ricerche Agronomiche di Changins, per i consigli ricevuti e per la lettura critica del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

ANONIMO 1987. Fiches techniques en couleurs sur les principaux ravageurs et maladies de la vigne. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic. 19:* 29–44.

BAGGIOLINI, M., CANEVASCINI, V., TENCALLA, Y., CACCIA, R., SOBRIO, G. & CAVALLI, S. 1968. La cicadelle verte *Empoasca flavescens* F. (Homopt. Typhlocibidae), agent d'altérations foliaires sur vigne. *Rech. Agron. Suisse, 7:* 43–69.

BIERI, M., ZIEGLER, F. J., BAUMGÄRTNER, J. & DELUCCHI, V. (unpublished). Studies on binomial sampling of *Acyrthosiphon pisum* HARRIS (Hom.: Aphididae) in Swiss pea fields. *Internal report.*

COCHRAN, W. G. 1977. *Sampling Techniques.* John Wiley & Sons, New York, 428 pp.

GÜNTHART, H. & GÜNTHART, E. 1967. Schäden von Kleinzikaden, besonders von *Empoasca flavescens* F. an Reben in der Schweiz. *Schweiz. Z. Obst- u. Weinb., 103:* 602–610.

KARANDINOS, M. G. 1976. Optimum sample size and comments on some published formulae. *Bull. Ent. Soc. Amer., 22:* 417–421.

LEROUX, E. J. & REIMER, C. 1959. Variation between samples of immature stages, and of mortalities from some factors, of the Eye-spotted Bud Moth, *Spilonota ocellana* D. & S. (Lepidoptera Olethreutidae), and the Pistol Casebearer, *Coleophora serratella* L. (Lepidoptera Coleophoridae), on apple in Quebec. *Canad. Entomol., 91:* 428–449.

LE ROY, H. L. 1976. *Angewandte Statistik.* – Testo delle lezioni tenute presso la Scuola Politecnica Federale di Zurigo.

MOUTUS, G. & FOS, A. 1975. Dégâts d'*Empoasca vitis* GOETHE (Homoptère Typhlocybidae) sur *«Actinidia chinensis»* dans le sud-ouest de la France. *Rev. Zool. Agr. Pat. Vég., 74:* 43–44.

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 sampling units. *J. Appl. Ecol., 21:* 903–913.

RUESINK, W. G. 1980. Introduction to sampling theory. In KOGAN, M. & HERZOG, D. C. (eds.) *«Sampling methods in soybean entomology.»* Springer Verlag, New York, 587 pp.

SHELTON, A. M., NYROP, J. P., NORTH, R. C., PETZOLDT, C. & FOSTER, R. 1987. Development and use of a dynamic sequential sampling program for onion thrips, *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae), on onions. *J. Econ. Ent., 80:* 1051–1056.

SCHVESTER, D., MOUTOUS, G., BONFILS, J. & CARLE, P. 1962. Etude biologique des cicadelles de la vigne dans le Sud-Ouest de la France. *Ann. Epiphyties, 13:* 205–237.

SOUTHWOOD, T. R. E. 1978. *Ecological Methods.* Chapman and Hall. London. 2. ed., 524 pp.

TAYLOR, L. R. 1961. Aggregation, variance and the mean. *Nature, 189:* 732–735.

TAYLOR, L. R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distributions of insects populations. *Ann. Rev. Entomol., 29:* 321–357.

TAYLOR, L. R., WOIWOD, J. P. & PERRY, J. N. 1978. The density dependence of spatial behavior and the rarity of randomness. *J. Anim. Ecol., 47:* 383–406.

VIDANO, C. 1958. Le cicaline italiane della vite. *Boll. Zool. Agrar. Bachic., 1:* 61–115.

(ricevuto il 12 aprile 1988)