

G. C. LOZZIA, G. GILIOLI, P. NOTARISTEFANO

**Osservazioni sulla distribuzione spaziale e sul comportamento
aggregativo di *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acarina Phytoseiidae)
in un vigneto lombardo**

Riassunto - Oggetto del presente lavoro è lo studio del pattern di distribuzione spaziale delle popolazioni di *Typhlodromus pyri* Scheuten in un vigneto della Lombardia. A tale scopo è stato messo a punto un piano di campionamento stratificato che seguisse la distribuzione degli individui durante l'intero corso della stagione vegetativa del 1995. L'analisi dei dati raccolti ha indicato che la distribuzione della popolazione di *T. pyri* non è omogenea. Si sono infatti riscontrate differenze nelle abbondanze medie per unità di campionamento nelle porzioni di vigneto poste a confine con la vegetazione arborea ed arbustiva. Si è potuto dimostrare anche una distribuzione disomogenea lungo la dimensione verticale dei tralci con una marcata preferenza per la porzione inferiore di questi ultimi. Si è infine osservato che, prendendo come riferimento la singola foglia come unità spaziale di campionamento, il pattern spaziale degli individui è di tipo aggregativo. Lo studio della dinamica temporale dell'aggregazione ha messo in luce la tendenza ad un incremento dell'intensità dell'aggregazione nel corso della stagione vegetativa.

Abstract - *Observations on spatial distribution and aggregative behaviour of Typhlodromus pyri Scheuten in a Lombard vineyard.*

The aim of this work is to study the pattern of the spatial distribution of the population of *Typhlodromus pyri* Scheuten in a Lombard vineyard. A two-stage sampling plan has been performed with the purpose to describe the distribution of the individuals of this species during the whole vegetative season of 1995. The analysis of collected data has shown that the distribution of the population of *T. pyri* is not homogenous. In fact, differences have been found in the average abundance per sampling unit in the parts of the vineyard located on the border with bush and arboreal vegetation. A non-homogenous distribution has been also registered along the vertical dimension of the vine-shoots with a clear preference for the lower part of the latter. Finally, it has been observed that, using the single leaf as a spatial unit of sampling, the spatial pattern of the individuals is aggregative. The study of the temporal dynamics of aggregation has brought to light

the tendency towards an intensification of aggregation intensity during the vegetative season.

Key words: Spatial distribution, *Typhlodromus pyri*, vineyard.

INTRODUZIONE

Typhlodromus pyri Scheuten è presente in numerosi areali viticoli del Nord Italia (Notaristefano, 1996; Steffensen, 1990; Lozzia & Rigamonti, 1990; Corino, 1985; Lozzia et al., 1984), e svolge un ruolo di indubbio interesse nell'ecosistema vigneto in relazione all'attività predatoria a carico dell'acarofauna dannosa.

I costumi alimentari di *T. pyri*, come del resto quelli delle altre specie appartenenti al genere *Typhlodromus*, sono polifagi e lo rendono in grado di sostenere una dieta mista, non necessariamente vincolata alla presenza di preda (Laffi, 1996; Liguori & Castagnoli, 1987).

Questa polifagia, unitamente ad altre caratteristiche biologiche (Herbert, 1961), rendono *T. pyri* inadatto al contenimento di infestazioni di Tetranychidi già conclamate. Tuttavia, questo predatore è in grado di limitare le potenzialità di crescita delle popolazioni di Tetranychidi, specie nella fase iniziale della infestazione, svolgendo in questo modo un'azione preventiva, particolarmente apprezzata nel contesto delle pratiche di lotta integrata, in quanto alternativa all'impiego di acaricidi.

Data l'importanza che *T. pyri* riveste nell'agroecosistema vigneto si rende necessario un approfondimento della biologia ed ecologia della specie. Il presente lavoro si pone lo scopo di approfondire le conoscenze sulla dinamica spazio-temporale delle popolazioni di questo acaro. In particolare sono oggetto di studio tre diversi aspetti:

a) individuazione del ruolo dei flussi di acari, provenienti da «serbatoi di popolazione» costituiti dalla vegetazione arborea ed arbustiva limitrofa al vigneto, nella dinamica di colonizzazione primaverile del vigneto stesso e di ricolonizzazione a seguito di estinzioni o massicce riduzioni dell'acarofauna utile dovuti a eventi diversi (es. trattamenti);

b) definizione delle modalità di distribuzione verticale lungo il tralcio che caratterizzano questo acaro. In particolare si è interessati a verificare se anche per tale specie, come è stato osservato per altre appartenenti a questo gruppo, vi è una preferenza per porzioni particolari del tralcio e se tale preferenza può essere legata a variabili strutturali della pianta o alla distribuzione delle risorse;

c) descrizione del pattern di distribuzione spaziale tipico della specie attraverso l'uso di indici statistici e valutazione della dinamica temporale cui eventualmente tale pattern è soggetto nel corso della stagione vegetativa.

L'insieme dei risultati provenienti dalle suddette indagini, oltre a contribuire ad una maggiore conoscenza dell'ecologia di *T. pyri*, può costituire il presupposto per la definizione di piani di campionamento per la stima dell'abbondanza del popolamento acarologico del vigneto ad un certo istante e per seguirne la dinamica temporale.

Inoltre, la conoscenza puntuale del pattern spaziale delle specie consente di definire le procedure per una allocazione ottimale dello sforzo di campionamento che tenga conto della variabilità della distribuzione spaziale degli acari all'interno del vigneto.

MATERIALI E METODI

Vigneto sperimentale

Il vigneto utilizzato per le osservazioni (fig. 1) è ubicato nel comune di Monzambano, nell'areale viticolo dei "Colli Morenici del Garda", in provincia di Mantova. Esteso su una superficie di 2 ha, esso giace in piano e risulta delimitato, sul lato meridionale, da vegetazione boschiva costituita prevalentemente da *Quercus robur*.

Le osservazioni sono state condotte solo su un particolare vitigno posto all'interno del vigneto (Riesling Renano 239 GM / Kober 5BB), per rendere omogenea l'eventuale influenza sui dati raccolti di fattori legati alla varietà colturale (ad esempio differenze strutturali a carico delle piante, tomentosità fogliare, etc.).

Le popolazioni di Fitoseidi presenti nel vigneto sono risultate costituite in larga prevalenza da *Typhlodromus pyri* Scheuten (circa l'85%) e solo secondariamente da *Amblyseius andersoni* Chant (circa il 15%).

Durante il periodo di osservazione, la difesa antiparassitaria si è limitata ai normali interventi anticrittogamici e non ha previsto trattamenti insetticidi.

Metodi di campionamento

La distribuzione spaziale di *Typhlodromus pyri* è stata analizzata ricorrendo ad un campionamento stratificato su due livelli (two-stage sampling) (Pedigo & Buntin, 1994; Krebs, 1989; Kuno, 1976). Si è interessati, in particolare, a valutare gli effetti sulla distribuzione spaziale dell'abbondanza di due fattori: la distanza della singola pianta dalla vegetazione boschiva posta a confine con il vigneto e il livello di ciascuna foglia lungo la dimensione verticale del tralcio all'interno di ciascuna pianta.

Il primo livello di stratificazione ha quindi interessato la dimensione orizzontale del vigneto secondo un gradiente di distanza dalla vegetazione limitrofa ad

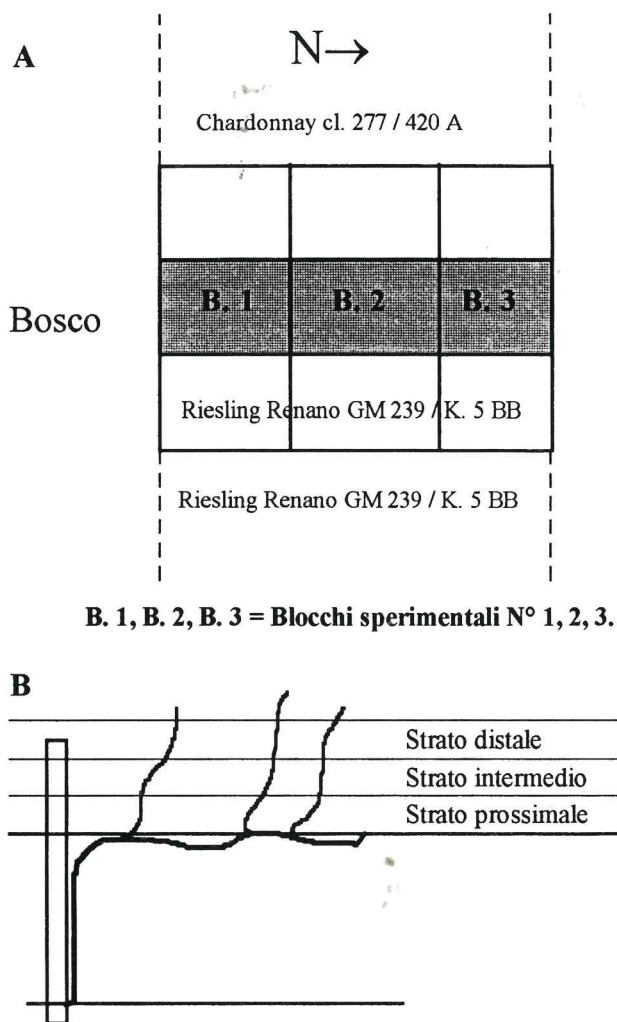


Fig. 1 - Primo livello di stratificazione. Suddivisione del vigneto in tre blocchi lungo un gradiente Sud-Nord di distanza progressivamente maggiore dalla vegetazione limitrofa (A). Secondo livello di stratificazione. Suddivisione del tralcio in tre livelli verticali (B).

esso. Il secondo livello di stratificazione ha interessato la dimensione verticale della pianta lungo un gradiente di distanza dei singoli nodi dall'origine del tralcio. Verranno ora analizzate in dettaglio le modalità di campionamento.

All'interno del vigneto è stato individuato un transetto orientato in direzione

Sud-Nord della larghezza di 5 filari. Tale transetto è stato poi suddiviso in senso trasversale in tre blocchi (*strata*), uno settentrionale, o blocco 1, uno centrale, blocco 2, e uno meridionale, blocco 3 (fig. 1-A). Tali blocchi sono disposti lungo un gradiente di distanza ($1 > 2 > 3$) dal bosco limitrofo al vigneto che si ricorda essere posto a Sud. La suddivisione del transetto in tre blocchi rappresenta il 1° livello della stratificazione.

All'interno di ciascuno *stratum* si sono selezionate, tramite un procedimento di scelta casuale, 5 piante, che rappresentano l'unità primaria di campionamento (Primary Sampling Unit o PSU) (Kuno, 1976). Tali piante sono state contrassegnate in modo da poter ripetere il campionamento sulle stesse PSU.

Ciascuna delle piante selezionate è stata suddivisa attraverso tre piani orizzontali immaginari tra loro equidistanti che dividono i tralci della pianta in tre livelli vegetazionali verticali (*strata*) di uguale altezza (prossimale, intermedio e distale) (fig. 1-B). Tale suddivisione rappresenta il 2° livello della stratificazione.

All'interno di ciascuno *stratum* la foglia rappresenta l'unità di campionamento secondaria (Secondary Sampling Unit o SSU). Per ciascuno *stratum* si è individuato, tramite procedura casuale, un nodo e in corrispondenza di questo si sono osservate 3 SSU (foglie), una appartenene al tralcio principale e due al secondario che si diparte da quel nodo (femminella). La procedura è stata applicata per ciascuna pianta su due diversi tralci scelti in modo casuale.

Infine è stato analizzato il pattern distributivo degli individui allo scopo di mettere in luce l'esistenza di fenomeni aggregativi; tale indagine è stata condotta prendendo come unità spaziale di campionamento la singola SSU (foglia).

La scelta della foglia non è stata fatta sulla base di un metodo statistico che specificasse le dimensioni della minima unità spaziale da campionare per il tipo di problema oggetto d'indagine, si è invece scelta la foglia quale unità di campionamento sulla base di considerazioni di tipo ecologico. Infatti questa unità strutturale della pianta rappresenta un'unità spaziale fondamentale per lo studio delle interazioni trofiche, sia degli acari fitofagi che dei Fitoseidi loro predatori naturali, la foglia può ragionevolmente essere considerata una unità rappresentativa per la valutazione dell'esistenza e dell'intensità di fenomeni aggregativi.

Complessivamente ciascun campionamento ha comportato l'osservazione di 270 foglie (3 foglie/strato x 3 *strata*/tralcio x 2 tralci/pianta x 5 piante/blocco x 3 blocchi/vigneto).

Per seguire l'evoluzione temporale dei fenomeni indagati nel corso della stagione vegetativa i campionamenti sono stati ripetuti ad intervalli di circa 10 giorni per un totale di 12 campionamenti.

Ciascuna foglia è stata osservata *in situ*, avvalendosi di una lente a visiera (3x). Su ciascuna SSU è stato conteggiato il numero totale di *T. pyri*.

Analisi dei dati

L'analisi cui sono stati sottoposti i dati raccolti è stata diversa a seconda delle questioni oggetto d'indagine.

Innanzitutto il problema dell'analisi delle significatività delle differenze nell'abbondanza di *T. pyri* osservata tra gli *stata* del primo livello di stratificazione (blocchi) e tra *strata* del secondo livello di stratificazione (livello verticale tralcio) è stata condotta attraverso un modello ANOVA. Il modello adottato è del tipo di quello proposto da Le Roux & Reimer (1959); questi due Autori affrontano infatti un problema molto simile a quello qui trattato.

Il modello è stato alimentato direttamente con i dati rilevati in campo senza ricorrere ad alcun tipo di trasformazione. Le densità riscontrate sono state infatti ritenute sufficientemente basse da non violare seriamente la proprietà additiva e l'indipendenza media-varianza (Le Roux & Reimer, 1959).

L'analisi ha richiesto due passaggi successivi in relazione alle caratteristiche del disegno sperimentale.

Dapprima si è effettuato un confronto globale della varianza all'interno del sistema gerarchico blocco - pianta - livello vegetazionale, successivamente si è analizzata specificamente la varianza relativa ai singoli blocchi. Il disegno sperimentale non è infatti di tipo completamente fattorializzato, poiché ciascuna pianta è interna ad un solo blocco e non è replicata negli altri. Per questo motivo, all'interno del sistema gerarchico, non è possibile confrontare direttamente l'"effetto blocco" con l'errore globale.

Il modello ANOVA non ha considerato l'interazione tra i diversi fattori coinvolti nel campionamento in quanto si può ragionevolmente supporre che non esistano interazioni tra fattori «blocco» e «livello verticale tralcio» che possano condizionare la distribuzione delle popolazioni considerate.

Per quanto concerne l'analisi del pattern distributivo si è fatto ricorso al modello proposto da Taylor (Taylor's Power Law) (Taylor, 1984), che è ritenuto idoneo allo studio del pattern spaziale di molte popolazioni di artropodi (Tremblay, 1990; Southwood, 1978) ed già ampiamente applicato anche allo studio dei Fito-seidi (Malison, 1996).

L'equazione che definisce il modello di Taylor [eq. 1] lega la media del numero di individui osservati per unità di campionamento alla varianza delle osservazioni:

$$s^2 = am^b \quad [1]$$

dove: s^2 rappresenta la varianza del numero di individui osservati per unità di campionamento, m è la media del numero di individui per unità di campionamento ed a e b rappresentano parametri del modello.

Nel presente lavoro l'unità di campionamento cui ci si riferisce è la SSU e cioè la foglia.

L'equazione del modello [eq. 1] può essere linearizzata mediante la trasformazione logaritmica di entrambi i termini ottenendo:

$$\text{Log}_{10}s^2 = a + b\text{Log}_{10}m \quad [2]$$

In questo caso il parametro b dell'equazione di Taylor assume il significato di coefficiente angolare della retta di regressione dei punti campione e può essere interpretato come un indice dell'intensità del fenomeno aggregativo (Taylor et al., 1983).

I dati relativi al pattern aggregativo sono stati sottoposti ad una duplice analisi.

Innanzitutto si è proceduto saggiando la significatività della differenza da 1 del valore del coefficiente b della Taylor's Power Law. Nel caso in cui non si rilevasse alcuna differenza significativa, per cui $b = 1$, si può concludere che gli individui sono distribuiti in modo casuale, mentre se si dimostra che $b > 1$ si ha che gli individui sono distribuiti in modo aggregato.

Una volta individuata l'eventuale esistenza di fenomeni aggregativi, verrà analizzato l'andamento temporale dell'intensità del fenomeno aggregativo stesso seguendo la variazione nel tempo del parametro b .

RISULTATI E DISCUSSIONE

In tab. 1 è riassunto l'esito dell'analisi della varianza condotta sui dati rilevati nell'ambito del sistema gerarchico blocco - pianta - livello vegetazionale.

Tab. 1 - Significatività dell'analisi della varianza relativa a blocchi, piante e livelli, in ogni campionamento. Sono stati considerati 6 campioni di 1 foglia per ciascuno dei 3 livelli vegetazionali delle 15 piante osservate.

<i>Data</i>	<i>Blocchi</i>	<i>Piante</i>	<i>Livelli vegetaz.</i>
24/05/95	n.s.	n.s.	n.s.
08/06/95	n.s.	n.s.	n.s.
20/06/95	≤0,05	≤0,05	≤0,05
02/07/95	0,05	n.s.	0,01
12/07/95	n.s.	n.s.	n.s.
22/07/95	≤0,05	n.s.	≤0,05
02/08/95	n.s.	n.s.	n.s.
12/08/95	n.s.	n.s.	≤0,01
22/08/95	n.s.	n.s.	≤0,01
02/09/95	n.s.	n.s.	≤0,01
12/09/95	n.s.	n.s.	≤0,01
24/09/95	n.s.	n.s.	≤0,01

n.s. = differenze non significative ($P < 0,05$).

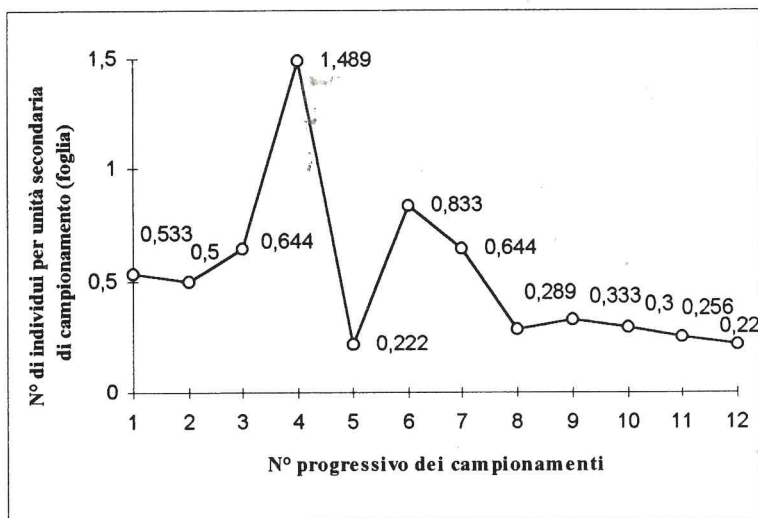


Fig. 2 - Andamento dell'abbondanza media di *Tyohlodromus pyri* espressa come numero di individui per unità secondaria di campionamento (foglia).

È possibile innanzitutto osservare che a fronte dell'esistenza di un unico caso di differenza significativa tra piante esistono tre punti campione in cui si rivelano differenze tra blocchi e ben otto in cui si ha significatività delle differenze tra gli stati in cui sono stati suddivisi i tralci.

Verranno analizzati per primi i risultati relativi ai blocchi. Come si è visto, si rilevano differenze significative in corrispondenza del 3°, 4° e 6° campionamento. Dall'analisi dell'andamento dell'abbondanza di popolazione riportata in fig. 2 si può osservare che in corrispondenza di tali campionamenti la dinamica di popolazione di *T. pyri* è caratterizzata da forti periodi di crescita. Il primo di questi episodi, che coinvolge il 3° e il 4° punto campione, è probabilmente legato alla normale fase di colonizzazione del vigneto, mentre il secondo, che coinvolge il 6° punto campione, è susseguente ad un rapido crollo della popolazione probabilmente imputabile all'effetto di trattamenti antiparassitari.

L'associazione temporale di fasi di intensa crescita della popolazione con la significatività della differenza tra i tre blocchi che caratterizzano il primo livello di stratificazione sembra significativamente testimoniare a favore dell'influenza della vegetazione limitrofa al vigneto quale serbatoio per la colonizzazione e ricolonizzazione del vigneto da parte di *T. pyri* (Lozzia & Rigamonti, 1990; Duso et al., 1993).

Attraverso confronti tra coppie di valori medi delle abbondanze relativi a ciascuno *stratum* del primo livello di stratificazione condotti con un *t*-test, riportati in tab. 2, è possibile attribuire la significatività delle differenze tra blocchi al bloc-

Tab. 2 - Confronti tra coppie di abbondanze medie, espresse come numero di individui per SSU, relative a blocchi e strati, condotti con *t*-test.

Confronti	Significatività
Blocco 1 vs. Blocco 2	n.s.
Blocco 1 vs. Blocco 3	n.s.
Blocco 2 vs Blocco 3	0,004
Strato dist. vs. Strato pross.	0,000
Strato distale vs. Strato int.	0,000
Strato pross. vs. Strato int.	n.s.

n.s. = differenze non significative ($P < 0,05$).

co 3, cioè quello limitrofo al bosco. È questa un'ulteriore conferma dell'ipotesi della colonizzazione del vigneto da parte dell'acarofauna della vegetazione confinante con esso.

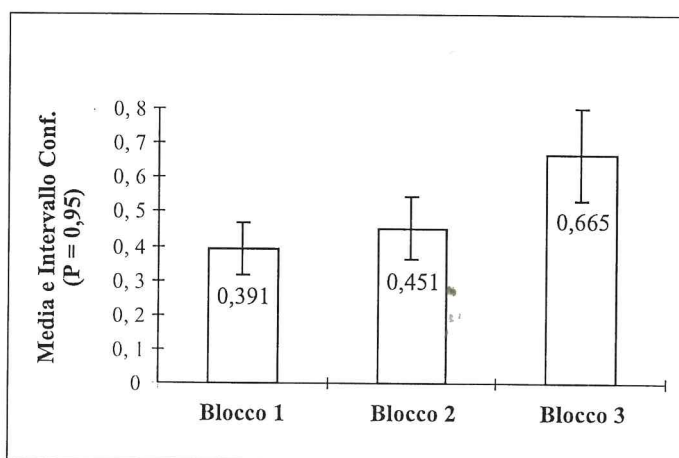


Fig. 3 - Confronto tra numero medio di individui per SSU nei blocchi.

Per quanto concerne invece le differenze di abbondanza di popolazione tra i diversi livelli vegetazionali della pianta, queste risultano essere in genere significative. Tali differenze, pur essendo presenti anche durante la prima fase della stagione, tendono ad incrementare durante la seconda metà del ciclo vegetativo.

I confronti tra coppie condotti sulle medie delle abbondanze di popolazione di ciascuno strato verticale attraverso il *t*-test (tab. 2) rivelano che gli individui tendono significativamente a privilegiare il livello prossimale e intermedio del tralcio.

Questo comportamento, che va definendosi in modo ancor più netto nel corso della stagione vegetativa, sembra possa essere messo in relazione innanzitutto con la selezione dell'habitat operata in particolare dalle femmine che privilegiano, quale sito di ricovero e di ovideposizione, le nervature ben formate delle foglie mature che offrono maggiore protezione rispetto a quelle delle foglie apicali (Laffi, 1981).

Un'ulteriore possibile spiegazione della distribuzione preferenziale di *T. pyri* negli strati intermedio e basale fa riferimento alla distribuzione spaziale di una

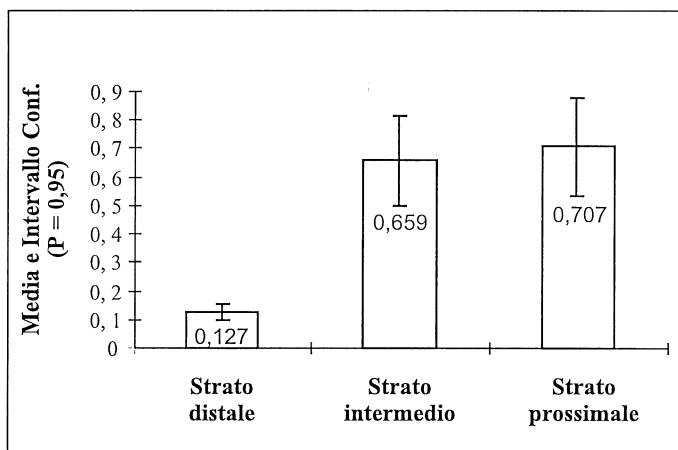


Fig. 4 - Confronto tra numero medio di individui per SSU negli strati.

delle sue prede: *Colomerus (Eriophyes) vitis* (Pagenst.) (Eriofide dell'erinosi della vite). È stato infatti dimostrato che questo acaro tende a convergere verso la base del tralcio durante la fase di lignificazione del tralcio stesso (Laffi, 1981).

L'analisi del pattern di distribuzione spaziale degli individui è stata condotta saggiando la significatività della differenza da 1 del valore del coefficiente b della Taylor's Power Law.

Per ciascun campionamento è stato calcolato un b che rappresenta il coefficiente della retta di regressione di tutti i punti campione definiti dalle medie e dalla varianza del numero di individui osservati per SSU all'interno di ciascuna PSU.

Per saggiare la significatività della relazione $b > 1$ si fatto ricorso ad un test χ^2 per il confronto tra i valori osservati di b in corrispondenza di ciascun campionamento con il valore atteso che è pari a 1 (ipotesi della distribuzione casuale).

I risultati del test ($\chi^2 = 49,21$; $DF = 11$; $P < 0,01$) indicano che le differenze tra valori attesi e valori osservati è significativa. Si può quindi concludere che l'intensità del fenomeno aggregativo, mediamente osservata nel corso dei 12 campio-

namenti, è tale da poter attribuire alla popolazione di *T. pyri* oggetto di studio una distribuzione di tipo "contagioso", come già segnalato per altri acari predatori (Malison, 1996; Girolami & Mozzi, 1983; Croft et al., 1976).

È stata poi analizzata la dinamica temporale dell'aggregazione. In tabella 3 è riportata la variazione nel corso della stagione vegetativa dei parametri della Taylor's Power Law.

Il parametro *b* della Taylor's Power Law è soggetto ad una significativa variazione nel corso della stagione vegetativa intorno al suo valore medio che è di

Tab. 3 - Variazione temporale dei parametri della legge esponenziale di Taylor durante il periodo di campionamento.

Data	R^2	<i>a</i>	<i>b</i>	S.E.	Int. Conf. (<i>b</i>) <i>P</i> = 0,95
24/05/95 (1)	0,8719	-0,1326	1,3175	0,0975	1,3038/1,3311
08/06/95 (2)	0,6825	-0,0984	0,9878	0,1131	0,9683/1,0074
20/06/95 (3)	0,9389	-0,0916	1,1399	0,1206	1,1322/1,1476
02/07/95 (4)	0,9597	-0,1403	1,3431	0,1091	1,3361/1,3500
12/07/95 (5)	0,9370	-0,0916	1,3366	0,1883	1,324/1,3488
22/07/95 (6)	0,8426	-0,1042	1,1084	0,1965	1,0959/1,1210
02/08/95 (7)	0,8655	-0,0291	1,1153	0,1946	1,1029/1,1278
12/08/95 (8)	0,9219	-0,1144	1,1835	0,1658	1,1728/1,1942
22/08/95 (9)	0,8917	-0,1341	1,2908	0,2072	1,2775/1,3045
02/09/95 (10)	0,6176	-0,1320	1,3038	0,6226	1,2632/1,3444
12/09/95 (11)	0,9681	-0,3681	1,5428	0,1331	1,5343/1,5514
24/09/95 (12)	0,9425	-0,2650	1,3624	0,1126	1,3512/1,3722

R^2 = Coeff. di correlazione di Pearson.

1,253 (con oscillazione dell'ordine del $\pm 25\%$ della media). Dall'esame della fig. 5 si può rilevare che nel corso della prima metà della stagione vegetativa il valore di *b* non manifesta alcuna variazione evidente, mentre nella seconda metà è rilevabile una marcata tendenza all'incremento dell'intensità dell'aggregazione.

Questo progressivo incremento del parametro *b* potrebbe trovare spiegazione nella progressiva riduzione dell'abbondanza degli acari nel corso della stagione vegetativa come risulta evidente in fig. 5. Infatti, secondo alcuni Autori, questo indice sarebbe limitato nell'uso a causa della sua densità-dipendenza che conduce a sovrastimare l'intensità dell'aggregazione al diminuire della densità degli organismi (Downing, 1986; Taylor, 1984). Tuttavia se è vero che nella seconda metà della stagione si ha effettivamente un netto decremento delle abbondanze osservate non troverebbe spiegazione l'insensibilità dell'indice stesso in corrispondenza dei crolli di popolazione che si verificano nella prima fase della stagione.

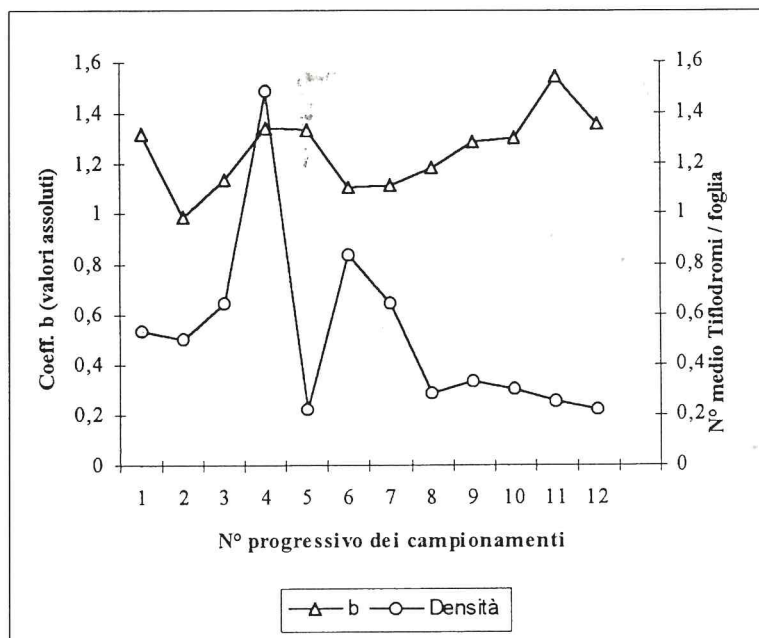


Fig. 5 - Andamento della abbondanza della popolazione e del parametro b della legge esponenziale di Taylor per *Typhlodromus pyri* nel corso della stagione vegetativa 1995.

Si può quindi ragionevolmente sostenere che l'aggregazione subisce effettivamente un incremento dell'intensità nel tempo. Allo stato attuale non esistono però ipotesi che possano validamente rendere conto di quanto osservato.

CONCLUSIONI

Le indagini compiute sul pattern spaziale delle popolazioni di *T. pyri* hanno rivelato che queste sono caratterizzate da una distribuzione non omogenea.

Innanzitutto si è potuto dimostrare che nella porzione di vigneto confinante con la vegetazione limitrofa ad esso si registrano livelli di abbondanza superiori a quelli in altre parti del vigneto stesso. Questo fenomeno è stato interpretato in termini di "effetto serbatoio" giocato dalla vegetazione arborea e arbustiva confinante con il vigneto; tale vegetazione fungerebbe infatti da riserva di *T. pyri* e in tal modo potrebbe condizionare la colonizzazione primaverile e il ritorno, in estate, nel vigneto dell'acaro.

Si ipotizza che l'insediamento sulla coltura delle femmine feconde svernanti,

coinvolga meccanismi di trasporto passivo (anemocoro), viste le distanze da coprire e le scarse capacità di movimento attivo dei Tiflodromi (Sabelis & Dicke, 1985; Hoy, 1982; Johnson & Croft, 1979).

Si è inoltre potuto dimostrare che *T. pyri* manifesta una spiccata preferenza per i tratti intermedio e prossimale dei tralci della vite. Tale fenomeno è riconducibile alla ricerca di siti di ricovero e di ovideposizione in cui la morfologia delle foglie, ben formate e con nervature pronunciate, offre maggior protezione dalla disidratazione.

Esiste però anche la possibilità che la distribuzione preferenziale negli strati inferiori della pianta sia legata, in aggiunta a motivi di selezione dell'habitat, anche a fattori trofici, visto che un gruppo di acari che fanno parte della dieta di *T. pyri*, precisamente gli Eriofidi, privilegiano, in determinati periodi, appunto gli strati basali dei tralci.

Si è inoltre potuto osservare che, prendendo come riferimento la singola foglia come unità spaziale di campionamento, il pattern distributivo degli individui è di tipo aggregativo. L'innescio e il mantenimento dell'aggregazione potrebbero essere mediati da meccanismi feromonici, come segnalato per altre specie (Zhang & Sanderson, 1992), oppure da sostanze volatili emesse dalla pianta ospite in particolari condizioni fisiologiche (stress idrico, etc.) (Malison, 1994).

Infine, lo studio della dinamica temporale dell'aggregazione ha messo in luce la tendenza ad un incremento dell'intensità del fenomeno aggregativo nel corso della stagione vegetativa.

I risultati ottenuti, oltre che arricchire le conoscenze circa aspetti importanti dell'ecologia di *T. pyri*, rappresentano il presupposto per lo sviluppo di tecniche di campionamento utili per il censimento delle abbondanze delle popolazioni in campo, sia per scopi applicativi che di ricerca di base. In particolare, il quadro della distribuzione spaziale che emerge consente la definizione di piani che ottimizzino lo sforzo di campionamento in funzione della disomogeneità del pattern distributivo osservato.

BIBLIOGRAFIA

- BAILLOD M., VENTURI L., 1980 - Lutte biologique contre l'acarien rouge en viticulture. I. Répartition, distribution et méthode de contrôle des populations de prédateurs typhlodromes. - Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic. 12 (5): 231-238.
- CHANT D.A., 1959 - Phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae). Part I. Bionomics of seven species in southern England. Part II. A taxonomic review of the family Phytoseiidae, with description of 18 new species. - Can. Ent. 91 (suppl. 12): 1-166.
- CHANT D.A., 1964 - Generic concepts in the family Phytoseiidae (Acarina: Mesostigmata). - Can. Ent. 96: 374.

- CORINO L., 1985 - Le specie di Fitoseidi (Acarina: Phytoseiidae) presenti in vigneti del Piemonte. - Vignevis 12 (6): 53-58.
- COUSIN M.T., 1995 - *Typhlodromus pyri* en Val de Loire, un partenaire bien présent. - Phytoma 472: 32-37.
- CROFT B.A., WELCH S.M., DOVER M.J., 1976 - Dispersion statistics and sample size estimate for population of the mite species *Panonychus ulmi* and *Amblyseius fallacis* on apple. - Environ. Ent. 5: 227-234.
- DOWNING J.A., 1986 - Spatial heterogeneity: involved behaviour or mathematical artefact? - Nature 323: 255-257.
- DUSO C., TORRESAN L., VETTORAZZO E., 1993 - La vegetazione spontanea come riserva di ausiliari: considerazioni sulla diffusione degli Acari Fitoseidi (Acari Phytoseiidae) in un vigneto e sulle piante spontanee contigue. - Boll. Zool. agr. Bachic. Ser. II, 25 (2): 183-203.
- GIROLAMI V., MOZZI A., 1983 - Distribution, economic threshold of *Panonychus ulmi* (Koch). - EC Exp. Meet., Parma, October 1983: 91-101.
- HERBERT H.J., 1961 - Influence of various numbers of prey on rate of development, oviposition and longevity of *Typhlodromus pyri* (Scheuten) (Acarina: Phytoseiidae) in the laboratory. - Can. Ent. 93: 380-384.
- HOY M. A., 1982 - Aerial dispersal and field efficacy of genetically improved strain of the spider mites predator *Metaseiulus occidentalis*. - Entomol. exp. appl. 4: 247-264.
- JOHNSON D.T., CROFT B.A., 1979 - Factors affecting the dispersal of *Amblyseius fallacis* in apple tree ecosystem. - Recent Adv. Acarology 1: 477-483.
- KUNO E., 1976 - Multistage sampling for population estimation. - Res. popul. Ecol. 18 (1): 38-57.
- KREBS C.J., 1989 - Ecological Methodology. - Harper, New York: 1-654.
- LAFFI F., 1981 - Acari di interesse agrario. - Clueb, Bologna: 1-183.
- LAFFI F., 1996 - La difesa dagli acari. - Inf.tore agrario LII (14): 81-83.
- LE ROUX 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. - Can. Ent. 91: 428-449.
- LIGUORI M., CASTAGNOLI M., 1987 - Associations d'acariens sur la vigne en Toscane: repartition et fluctuation des populations sur les feuilles, les écorces et les herbes au pied de ceps. - Proc. EC Exp. Meet. "Influence of environmental factors on the control of grape pests, diseases and weeds". Tessaloniki, 6-8 October 1987: 181-189.
- LOZZIA G.C., NEPOMUCENO R., RANCATI M.A., 1984 - Presenza e distribuzione di Acari Fitoseidi in alcuni vigneti lombardi - Vignevis XI (2): 31-35.
- LOZZIA G.C., RIGAMONTI I.E., 1990 - Influenza dell'ambiente e delle tecniche agrocolturali sulla presenza dei Fitoseidi (Acarina: Phytoseiidae) in alcuni vigneti dell'Italia settentrionale. - Atti Giornate fitopatol. 1990, I: 449-458.
- MALISON M., 1994 - Influenza dello stress idrico della pianta ospite sulle popolazioni del predatore *Amblyseius aberrans* Oud. (Acarina: Phytoseiidae). - Atti XVII Cong. Naz. Ital. Entomol. Udine, 13-18 giugno 1994: 667-670.
- MALISON M., 1996 - Comportamenti aggregativi e dispersione di *Kampimodromus aberrans* (Oud.) (Acari: Phytoseiidae): semiochimici coinvolti nelle relazioni con la pianta ospite. - Tesi di Dottorato di Ricerca in Protezione delle Colture, Università degli Studi di Udine, Dipartimento di Biologia Applicata alla Difesa delle Piante.

- NEPOMUCENO R., 1986 - Distribuzione di acari predatori in vigneti lombardi. - Tesi di Laurea. Università degli Studi di Milano, Facoltà di Agraria.
- NOTARISTEFANO P., 1996 - Aspetti ecologici e culturali influenti sulla distribuzione spaziale e sulla dinamica di popolazione dei Fitoseidi (Acarina: Phytoseiidae) in alcuni vigneti lombardi. - Tesi di Laurea. Università degli Studi di Milano, Facoltà di Agraria.
- PEDIGO L.P., BUNTIN G.D., 1994 - Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture. - CRC Press Inc./Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, I: 1-60.
- SABELIS M.W., DICKE M., 1985 - Long range dispersal and searching behaviour in Spider mites. Their biology, natural enemies and control. In: HELLE W, SABELIS M.W. (Eds.), World crop pests, 1B. - Elsevier, Amsterdam: 140-160.
- SOUTHWOOD T.R.E., 1978 - Ecological Methods. Chapman & Hall, London, 2nd. ed.: 1-524.
- STEFFENSEN C., 1990 - Osservazioni sull'acarofauna dei vigneti valtellini. Incidenza delle tecniche agrocolturali sui Fitoseidi. - Tesi di Laurea. Università degli Studi di Milano, Facoltà di Agraria.
- TAYLOR L.R., WOIWOD I.P., PERRY N., 1983 - Behaviour dynamics. - Nature 303: 801-804.
- TAYLOR L.R., 1984 - Assessing and interpreting the spatial distributions of insect population. - Ann. Rev. Ent. 29: 321-357.
- TREMBLAY E., 1990 - Entomologia applicata. Liguori, Napoli, Vol. I, 4ª ed.: 200-204.
- ZHANG Z.-Q., SANDERSON J.P., 1992 - Short distance location of spider mite colonies by three predatory mites (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae): predator response to prey and predator associated stimuli. - Environ. Ent. 21 (4): 799-807.

PROF. GIUSEPPE CARLO LOZZIA, DOTT. PAOLO NOTARISTEFANO - Istituto di Entomologia agraria, Università degli Studi, via Celoria 2, I-20133 Milano.

DOTT. GIANNI GILIOLI - Dipartimento di Matematica, Università degli Studi, via D'Azeglio 85A, I-43100 Parma.

Ricevuto il 18 dicembre 1996; pubblicato il 30 dicembre 1996.