

Efeito da aplicação de fungicidas no padrão espacial de ácaros fitoseídeos associados à cultura da vinha

S. BACELAR, R. RODRIGUES, L. M. BRITO, A. MEXIA

O conhecimento do padrão espacial dos fitoseídeos é necessário para o desenvolvimento de métodos de amostragem e para o estudo da toxicidade de campo dos pesticidas sobre estas populações. Num ensaio realizado em Ponte de Lima numa vinha da casta Loureiro avaliou-se o efeito de três aplicações consecutivas de cinco fungicidas (mancozebe, folpete, propinebe, oxicloreto de cobre, a mistura cimoxamil+famoxadona) e da água sobre as populações autóctones de fitoseídeos. O número médio de fitoseídeos por folha foi quantificado periodicamente, após a aplicação dos tratamentos, de acordo com a metodologia da Organização Internacional de Luta Biológica e Protecção Integrada e os resultados analisados segundo os modelos de regressão de Taylor e de Iwao.

As taxas de mortalidade mais elevadas de *Phytoseius plumifer* (Canestrini & Fanzago), a espécie mais abundante nesta vinha (97,9%), verificaram-se com os fungicidas propinebe e mancozebe que se classificaram respectivamente como tóxico e moderadamente tóxico. Os restantes fungicidas foram inócuos para este auxiliar. Ambos os modelos de regressão foram adequados para descrever o padrão espacial de *P. plumifer*, ainda que o modelo de Taylor se ajustasse melhor às situações de baixas densidades populacionais. A população de *P. Plumifer* nas videiras pulverizadas com propinebe apresentou um padrão espacial aleatório, verificado pelo coeficiente $b=1$ do modelo de Taylor e $\beta=1$ do modelo de Iwao. Nas restantes populações estes coeficientes foram superiores a um, indicando um padrão espacial agregado. Este estudo revelou que a aplicação do fungicida mais tóxico, para além de ter reduzido a densidade populacional de *P. plumifer* modificou o comportamento da espécie, alterando o seu padrão espacial de agregado para aleatório.

S. BACELAR, R. RODRIGUES, L. M. BRITO. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima. Tel: 258 909 740 – Fax: 258 909 779 – E-mail: sofia-bacelar@gmail.com

A. MEXIA. Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa. Tel: 213653100 – Fax: 213635031 – E-mail: amexia@isa.utl.pt

Palavras-chave: Fungicidas, Toxicidade, *Phytoseius plumifer*, *Vitis vinifera*, Lei de potência de Taylor, Modelo de regressão de Iwao.

INTRODUÇÃO

A dispersão das populações de auxiliares resulta da interacção entre os indivíduos de uma espécie e o seu habitat (SEVACHERIAN & STERN, 1972). O conhecimento desta dispersão permite uma melhor compreensão da relação entre um determinado artrópode e o

ambiente específico onde este habita (HARCOURT, 1961; IWAO, 1970; TAYLOR, 1984) e fornece informação sobre os principais factores que determinam oscilações numéricas e sobre a persistência destes artrópodes nos seus ambientes naturais. Esta informação é determinante para a agricultura biológica ou para a protecção das culturas em geral, pois

existem artrópodes que combatem as pragas das culturas que normalmente sofrem os efeitos secundários tóxicos resultantes da aplicação de pesticidas, pondo em causa a sua acção de limitação natural de pragas.

Na protecção fitossanitária da vinha, os fungicidas são muito utilizados em aplicações sucessivas no combate a vários agentes causais de doenças, originando um efeito tóxico cumulativo sobre o ecossistema agrícola e sobre os ácaros fitoseídeos em particular, importantes agentes da limitação natural de ácaros fitófagos. Neste estudo avaliou-se o efeito tóxico de cinco fungicidas anti-míldio quer sobre as densidades populacionais de ácaros fitoseídeos da espécie *Phytoseius plumifer* (Canestrini & Fanzago) quer sobre os padrões de distribuição espacial dessas mesmas populações.

MATERIAL E MÉTODOS

A experiência decorreu na freguesia de Refóios do concelho de Ponte de Lima durante o período de Junho a Setembro de 2003, numa vinha com sete anos de idade da casta Loureiro, enxertada no porta-enxerto 196-17, com o compasso de plantação de 3 m x 3 m e conduzida em cordão simples ascendente. Para a avaliação da toxicidade dos fungicidas sobre os fitoseídeos seguiram-se os procedimentos propostos pela Organização Internacional Luta Biológica e Protecção Integrada/Secção Regional Oeste Paleártica (OILB/SROP): avaliação de efeitos secundários dos produtos fitossanitários sobre os artrópodes não visados (CANDOLFI *et al.*, 2000) e referidos por BLÜMEL *et al.* (2000).

Considerou-se um delineamento completamente casualizado, constituído por seis modalidades (folpete, oxicleto de cobre, cimoxanil+famoxadona, mancozebe, propinebe e água) com cinco repetições. Cada amostra foi constituída por 25 folhas das duas videiras centrais de cada talhão experimental constituído por 4 videiras. As três aplicações dos tratamentos realizaram-se respectivamente, nos dias 27 de Junho (T1),

9 de Julho (T2) e 21 de Julho (T3), utilizando-se sempre as concentrações mínimas recomendadas pelos fabricantes. Registou-se o número de formas móveis de fitoseídeos presentes nas amostras de folhas quatro dias após cada uma das aplicações de fungicidas (T1+4, T2+4, T3+4) e 7, 14, 21, 28, 42 e 56 dias após a terceira e última aplicação de fungicidas (T3+7... T3+56). Em cada amostra de folhas determinou-se o número de fitoseídeos por contagem directa à lupa binocular (ampliação 10x). Duas a três formas móveis foram recolhidas e preparadas para identificação da espécie.

Aplicou-se a fórmula de Henderson-Tilton (STERK *et al.*, 1994) aos resultados, classificando-se os fungicidas em quatro classes toxicológicas, de acordo com o Grupo de Trabalho "Pesticidas e Auxiliares" da OLIB.

Algumas estimativas baseadas na média (m) e na variância (s^2) são usadas como índices de agregação das populações (LLOYD, 1967). Além do mais, esses índices são frequentemente convertíveis uns nos outros. Após a aplicação dos tratamentos calculou-se a densidade média de fitoseídeos por folha (m) e a variância (s^2) para cada modalidade por data de amostragem e relacionou-se respectivamente uma com a outra usando a Lei de Potência de Taylor (TAYLOR, 1984) e o modelo de regressão de Iwao (LLOYD, 1967).

A Lei de Potência de Taylor afirma que a variância (s^2) de uma população é proporcional à potência fraccionada da média aritmética

$$(m): s^2 = am^b \quad (\text{equação 1})$$

Para calcular a e b , estimou-se a regressão de $\ln(s^2)$ contra os valores de $\ln(m)$ usando o modelo

$$\ln(s^2) = \ln(a) + b \ln(m) \quad (\text{equação 2})$$

em que o parâmetro a está relacionado com o tamanho da amostra (Southwood, 1978), e o declive b é um índice de agregação que indica respectivamente, uma dispersão uni-

forme, aleatória e agregada quando $b < 1$, $b = 1$, $b > 1$.

O modelo de regressão de Iwao quantifica a relação entre o índice de aglomeração média de Lloyd (mc) e a média (m) através de:

$$mc = \alpha + \beta m \quad (\text{equação 3})$$

em que mc foi determinado por (Lloyd, 1967):

$$[m + (s^2/m-1)] \quad (\text{equação 4})$$

A intercepção (α) é o índice do agente contagiante principal e o declive (β) é o coeficiente da densidade de contágio interpretado da mesma maneira que o coeficiente b da regressão de Taylor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As taxas de mortalidade mais elevadas de *P. plumifer*, a espécie mais abundante nesta vinha (97,9%), verificaram-se com os fungicidas propinebe e mancozebe que se classificaram respectivamente como tóxico e moderadamente tóxico. Os restantes fungicidas foram inócuos para este auxiliar (quadro 1).

Considerando as nove datas de amostragem ao longo do período em que decorreu o ensaio, a lei de potência de Taylor estabele-

ceu uma relação muito significativa entre a variância (s^2) e a densidade média de fitoseídeos por folha para cada uma das seis modalidades ensaiadas (quadro 2, fig. 1). O modelo de regressão de Iwao descreveu igualmente bem a relação entre a aglomeração média de Lloyd e a densidade média para as populações de *P. plumifer* (quadro 2, figura 2).

A população de *P. Plumifer* (figura 3) nas videiras pulverizadas com propinebe apresentou um padrão espacial aleatório, verificado pelo coeficiente $b=1$ ($P > 0,05$) do modelo de Taylor e $\beta=1$ ($P > 0,05$) do modelo de Iwao.

Nas restantes populações estes coeficientes foram superiores a um ($P < 0,05$). Os valores de $b > 1$ obtidos indicam um padrão de distribuição espacial agregado o que, segundo GARCÍA-MARÍ *et al.* (1990), constitui o padrão característico dos artrópodes em geral e dos ácaros em particular. Os mesmos autores referem ainda que, para a maioria dos artrópodes auxiliares, os valores de b variam entre 1 e 1,2. Os valores de b e β observados são semelhantes aos observados em muitos insectos moderadamente agregados (TAYLOR, 1961, 1971). Estudos sobre os padrões de distribuição espacial de populações de ácaros fitoseídeos da espécie *Euseius stipulatus* (Athias-Henriot) em laranjeira permitiram obter, com a observação de folhas no interior da copa, um valor $b=1,81$. Em macieira e para a espécie

Quadro 1. Taxa de mortalidade dos fitoseídeos em relação à testemunha para cada um dos fungicidas e respectiva classificação toxicológica, em cada uma das ocasiões de amostragem.

Amostragem	T1+4		T2+4		T3+4		T3+7		T3+14		T3+21		T3+28		T3+42		T3+56	
	%	Cl	%	Cl	%	Cl	%	Cl	%	Cl	%	Cl	%	Cl	%	Cl	%	Cl
Mancozebe	37	2	49	2	85	4	88	4	60	3	52	3	84	4	69	3	48	2
Folpete	-31	1	-10	1	-59	1	24	1	33	2	-15	1	-23	1	0	1	14	1
Oxíclor, Cu	6	1	23	1	-7	1	31	2	30	2	-13	1	6	1	-31	1	36	2
Propinebe	56	3	81	4	94	4	95	4	97	4	76	4	91	4	75	4	67	3
Cimox+fam	-40	1	-4	1	-40	1	35	2	24	1	-10	1	-7	1	-6	1	-35	1

Percentagem (%) de mortalidade de fitoseídeos em relação à testemunha. Cl - classificação toxicológica:

1 - inócuo; 2 - medianamente tóxico; 3 - moderadamente tóxico; 4 - muito tóxico.

Amostragens: quatro dias após cada uma das aplicações de fungicidas (T1+4, T2+4 e T3+4) e 7, 14, 21, 28, 42 e 56 dias após a terceira e última aplicação de fungicidas (T3+7 ... T3+56).

Taxa de mortalidade calculada segundo a fórmula de Henderson-Tilton (Sterk *et al.*, 1994).

Classificação toxicológica proposta pelo Grupo de Trabalho "Pesticidas e Auxiliares" da OILB/SROP.

Quadro 2. Estimativa dos parâmetros dos dois modelos lineares (Taylor, Iwao) para *P. plumifer* em vinha para cada uma das modalidades

Taylor	Declive \pm Sc	Intercepção \pm Se	r^2	F
Testemunha	2,53 \pm 0,26	-0,67 \pm 0,24	0,93	95,22
Mancozebe	1,46 \pm 0,13	0,29 \pm 0,06	0,95	123,11
Folpete	1,90 \pm 0,29	-0,12 \pm 0,25	0,86	43,09
Oxicloreto Cu	2,03 \pm 0,17	-0,19 \pm 0,14	0,95	144,11
Propinebe	1,30 \pm 0,14	0,32 \pm 0,05	0,92	85,49
Cimoxanil+famoxadona	2,03 \pm 0,29	-0,27 \pm 0,27	0,88	49,65

Iwao	Declive \pm Se	Intercepção \pm Se	r^2	F
Testemunha	2,02 \pm 0,22	-3,52 \pm 1,97	0,93	87,01
Mancozebe	1,70 \pm 0,16	0,21 \pm 0,47	0,94	107,39
Folpete	1,43 \pm 0,17	0,55 \pm 1,38	0,91	68,60
Oxicloreto Cu	1,76 \pm 0,09	-1,44 \pm 0,60	0,98	423,81
Propinebe	1,65 \pm 0,39	0,40 \pm 0,70	0,72	18,13
Cimoxanil+famoxadona	1,67 \pm 0,16	-1,59 \pm 1,44	0,94	115,55

Se – erro padrão; r^2 – coeficiente de determinação; F – teste F

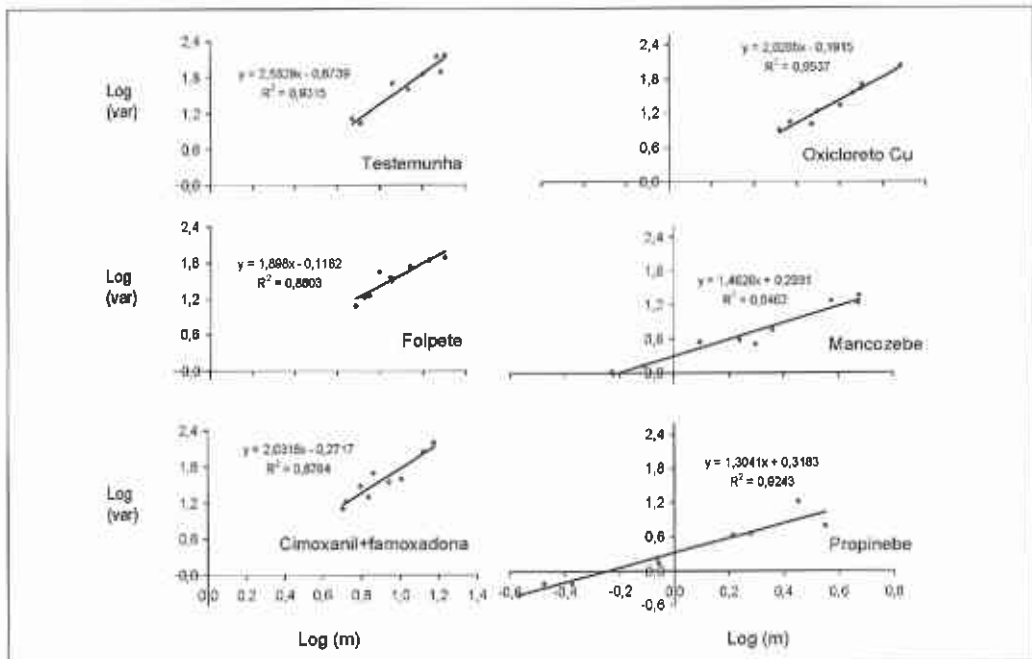


Figura 1. Análise de regressão da lei de potência de Taylor ($\ln (s^2) = \ln (0,34) + 1,30 \ln (m)$) em que m é a densidade média de *P. plumifer* em vinha para cada uma das modalidades ensaiadas. (Os pontos são valores estimados baseados nas observações).

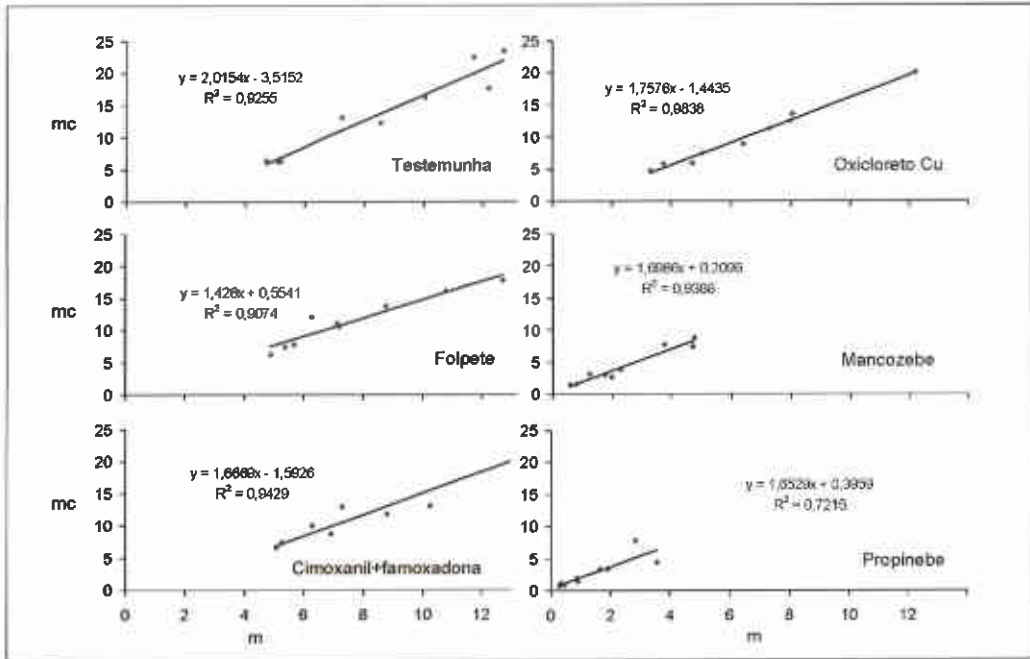


Figura 2. Análise de regressão do índice de aglomeração média de Lloyd (mc) sobre a densidade média (m) de *P. plumifer* em vinha para cada uma das modalidades ensaiadas. (Os pontos são valores estimados baseados nas observações).

Neoseiulus californicus (Mc Gregor) o índice de dispersão foi $b=1,21$ e para a espécie *Amblyseius andersoni* (Chant) esse índice foi $b=1,30$ (GARCÍA-MARÍ *et al.*, 1990). Trabalhos realizados em Portugal na cultura da vinha, permitiram calcular na região de Reguengos de Monsaraz, no Alentejo, um índice $b=1,26$ para a espécie *Typhlodromus phialatus* Athias-Henriot (TEIXEIRA, 1994) e na região de Ponte de Lima, em videiras da casta Loureiro, o índice foi $b=1,27$ para a espécie *Typhlodromus pyri* Scheuten (RODRIGUES & TORRES, 2004).

Verificou-se e, tal como referido por TRUMBLE (1985), que o índice b da Lei de Potência de Taylor pode depender do uso dos pesticidas. A explicar o comportamento de dispersão aleatória verificado na população de *P. plumifer* sujeita à acção do fungicida propinebe, trabalhos em laboratório realizados por BLÜMEL *et al.* (2000) revelaram que os fitoseídeos pulverizados com um outro



Figura 3 – Vista geral de *Phytoseiulus plumifer* sobre folha de videira da casta Loureiro (ampliação 25x à lupa binocular).

ditiocarbamato, o mancozebe, apresentaram igualmente uma mudança de comportamento que se traduziu pela fuga dos indivíduos o que consequentemente vai influenciar o padrão de dispersão dessas populações.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos evidenciam a falta de selectividade para os ácaros fitoseídeos revelada pelo fungicida propinebe que se traduziu numa redução imediata do número de

fitoseídeos após as três aplicações deste fungicidas e pela persistência da sua acção tóxica demonstrada pela dificuldade de recuperação das densidades populacionais de fitoseídeos nas semanas posteriores à terceira aplicação desses tratamentos. Para além de ter reduzido drasticamente a densidade populacional de *P. plumifer*, o efeito tóxico resultante da aplicação de propinebe modificou o comportamento desta espécie de ácaro fitoseídeo, alterando o seu padrão espacial de agregado para aleatório.

RESUMEN

BACELAR S., R. RODRIGUES, L. M. BRITO, A. MEXIA. 2006. Efecto de la aplicación de fungicidas sobre el patrón de la distribución espacial de ácaros fitoseidos asociados al cultivo de viña. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 273-279.

El conocimiento de la distribución espacial de los fitoseidos es necesario para el desarrollo de métodos de muestreo y para el estudio de la toxicidad de campo de los pesticidas sobre estas poblaciones. En un ensayo realizado en Ponte de Lima en una viña de la variedad *Loureiro* se evaluó el efecto de tres aplicaciones consecutivas de cinco fungicidas (mancozeb, folpet, propineb, oxiclóruo de cobre, la mezcla cimoxanilo+famoxadona) y de agua sobre las poblaciones autóctonas de fitoseidos. El número medio de fitoseidos por hoja fue cuantificado periódicamente, después de la aplicación de los tratamientos, de acuerdo con la metodología de la Organización Internacional de Lucha Biológica y Protección Integrada y los datos analizados según los modelos de regresión de Taylor y de Iwao.

Las tasas de mortalidad más elevada de *Phytoseius plumifer*, la especie más abundante en esta viña (97,9%), corresponden a los fungicidas propineb e mancozeb que fueron clasificados como tóxico y moderadamente tóxico, respectivamente. Los restantes fungicidas fueron inocuos para este ácaro. Ambos modelos de regresión fueron adecuados para describir la distribución espacial de *P. Plumifer*, a pesar que el modelo de Taylor se ajustase mejor a las situaciones de baja densidad poblacional. La población de *P. Plumifer* en las viñas pulverizadas con propineb presentó una distribución espacial aleatoria, comprobado por el coeficiente $b=1$ del modelo de Taylor y $\beta=1$ del modelo de Iwao. En las restantes poblaciones estos coeficientes fueron superiores a uno, indicando una distribución espacial agregada.

Este estudio reveló que la aplicación del fungicida más tóxico, además de reducir la densidad poblacional de *P. Plumifer* alteró el comportamiento de la especie, alterando su distribución espacial de agregada para aleatoria.

Palabras clave: Fungicidas, Toxicidad, *Phytoseius plumifer*, *Vitis vinifera*, Ley potencial de Taylor, Método de regresión de Iwao.

ABSTRACT

BACELAR S., R. RODRIGUES, L. M. BRITO, A. MEXIA. 2006. Effect of fungicides application on the spatial distribution pattern of phytoseiid populations. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 273-279.

Knowledge of spatial pattern of phytoseiid mites distribution is essential for developing sampling methods and for studying the side effects of pesticides on these populations. Effects of three consecutive applications of five different fungicides (mancozeb, folpet, copper oxychloride, the mixture cimoxanil+famoxadone) and water as control, were evaluated in a field trial, carried out in a vineyard of *Loureiro* located in Ponte de

Lima (Northwest Portugal). The number of phytoseiids on the leaves was periodically assessed according to the methods of the International Organization for Biological and Integrated Control and data were analyzed according to the regression models: Taylor power law and Iwao's patchiness regression.

The highest taxes of mortality of *Phytoseius plumifer*, the dominant species in this vineyard, happened with the fungicides propineb and mancozeb which were respectively classified as harmful and moderately harmful to phytoseiid mites. In contrast, the other fungicides were harmless to these predatory mites. Both regression models were adequate to describe the spatial pattern of *P. plumifer*. However, for lower population density, Taylor's power law fit the data better. In vines sprayed with propineb, *P. plumifer* showed a random distribution (coefficient $b=1$ of the Taylor's model and $\beta=1$ of the Iwao's model). In all the other situations, Taylor's b and Iwao's β were both significantly >1 indicating that *P. plumifer* populations were aggregated.

This study revealed that the application of a harmful fungicide besides having reduced the population density of *P. plumifer*, also changed the behaviour of the species, altering its usually aggregated spatial pattern into a random one.

Key-words: Fungicides, toxicity, *Phytoseius plumifer*, *Vitis vinifera*, Taylor's power law, Iwao's patchiness regression

REFERENCIAS

MEL, S., PERTL, C. & BAKKER, F.M. 2000. Comparative trials on the effects of two fungicides on a predatory mite in the laboratory and in the field. *Entomol. Exp. Appl.*, **97**: 321-330.

CADAHIA, D. 1977. Repartición espacial de las poblaciones en Entomología aplicada. *Bol. Serv. Plagas*, **3**: 219-233.

CANDOLFI, M.P., BLÜMEL, S., FORSTER, R., BAKKER, F.M., GRIM, C., HASSAN, S.A., HEIMBACH, U., MEAD-BRIGGS, M.A., REBER, B., SCHMUCK, R., VOGT, H. (Ed.) 2000. *Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods*. IOBC, BART and EPPO joint initiative. IOBC/OILB, 158 p.

GARCÍA-MARÍ, F.; PÉREZ, F., COSTA-COMELLES, J., LABORDA, R., MARZAI-MORENO, C. & SOTO, T. 1990. *Acarología Agrícola*. Dep. Prod. Vegetal - E.T.S.I. Agrónomos, Univ. Polit. València, València, 282 p.

HARCOURT, D.G. 1961. Design of a sampling plan for studies on the population dynamics of the diamond-back moth, *Plutella maculipennis* (Curt.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Canadian Entomol.*, **93**: 820-831. (Cit. in Tsai *et al.*, 2000).

IWAO, S. 1970. Analysis of Spatial Patterns in animal populations: Progress of research in Japan. *Rev. Plant. Protec. Res.*, **3**: 41-54. (Cit. in Cadahia, 1977).

LLOYD, M. 1967. Mean crowding. *J. Anim. Ecol.*, **36**: 1-30. (Cit. in Tsai *et al.*, 2000).

RODRIGUES, R. & TORRES, L. 2004. Padrão espacial de *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari, Phytosciidae) em três castas de videira na sub-região do Lima da Região Demarcada dos Vinhos Verdes. *XI Cong. Ibérico Entomol. - Prog. e Res.*. Funchal, 236p., URL: http://www.uma.pt/congresso.iberico.entomologia/cie_pt.htm. Acedido a 21 Set. 2004.

SEVACHERIAN, V. & STERN, V.M. 1972. Spatial distribution patterns of *Lygus* bugs in California cotton fields. *Environ. Entomol.*, **1**: 695-704. (Cit. in Tsai *et al.*, 2000).

SOUTHWOOD, T. 1966. Ecological methods, with particular reference to the study of insect population, Chapman Hall, London, 548 p.

SOUTHWOOD, T. 1978. Ecological methods, with particular reference to the study of insect population, 2nd ed., Chapman Hall, London, 524 p. (Cit. in Tsai *et al.*, 2000).

SIEPK, G., CREEMERS, P. & MERCKX, K. 1994. Testing the side effects of pesticides on the predatory mite *Typhlodromus pyri* (Acari, Phytoseiidae) in field trials. *IOBC/WRPS Bull.*, **17** (10): 27-40.

TAYLOR, L.R. 1961. Aggregation, variance and the mean. *Nature*, Lond. **189**, 732-735. (Cit. in Southwood, 1966).

TAYLOR, L.R. 1971. Aggregation as a species characteristic, 357-377. In: G.P. Patil, E.C. Pielou and W.E. Waters (eds) *Statistical ecology*, vol. 1. Pennsylvania State University Press, University Park, 582 p. (Cit. in Tsai *et al.*, 2000).

TAYLOR, L.R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distribution of insect populations, *Ann. Rev. Entomol.*, **29**: 321-357.

TEIXEIRA, L.A. 1994. Protecção Integrada da vinha contra o atanhigo amarelo, *Tetranychus urticae* Koch (Acari, Tetranychidae). Populações de ácaros e estimativa do risco. Mestr. Protec. Integrada, UTL, ISA, Lisboa, 97 p.

TRUMBLE, J.T. 1985. Implications of changes in arthropod distribution following chemical application. *Res. Popul. Ecol.*, **27**: 277-285. (Cit. in Binns & Nyrop, 1992).

TSAI, J.H., WANG, J-J & LIU, Y-H. 2000. Sampling of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on orange Jessamine in Southern Florida. *Florida Entomol.*, **83** (4): 446-459.

(Recepción: 16 enero 2006)
(Aceptación: 2 marzo 2006)