

PLANO DE AMOSTRAGEM DE PRESENÇA-AUSÊNCIA PARA
Panonychus ulmi (KOCH, 1836) (ACARI:
TETRANYCHIDAE) EM MACIEIRA¹

Luiz G. Ribeiro² Amador Villacorta³ Luís A. Foerster⁴

ABSTRACT

Sampling plan of presence-absence for *Panonychus ulmi*
(Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) on apple.

Studies were conducted to develop a sampling plan of presence-absence for *Panonychus ulmi* (Koch, 1836) in an apple orchard in Southern Brazil.

Samplings were taken randomly from Novembre, 1986 to June, 1987 on 35 apple trees of the Gala cultivar, observing the presence-absence of mites in 10 leaves per tree weekly or twice a week. The aggregation pattern was determined through the coefficients a and b of Taylor's power law. The proportion of infested leaves were estimated through the mathematical model and number of sample with level of probability $\alpha = 0,2$ and $D = 0,1 - 0,2$.

The distribution of *P. ulmi* in the orchard was aggregated, using the leaf as sample unit. The proportion of infested leaves estimated through the mathematical model showed to be a reliable method to evaluate the mites populational density. The sample size required using $D = 0,2$ is more fea-

Recebido em 29/09/89

¹ Parte da Tese de Mestrado em Entomologia apresentada pelo primeiro autor, ao Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná - PR.

² Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária - EMPASC, Caixa Postal D-9, 88600 São Joaquim SC.

³ Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Caixa Postal 1331, 86001 Londrina PR.

⁴ Departamento de Zoologia, UFPR, Caixa Postal 19020, 81504 Curitiba PR. Bolsista do CNPq.

sible for the monitorin of commercial orchards in programs of integrated pest control in apple.

RESUMO

Foram realizados estudos para desenvolver um plano de amostragem de presença-ausência para *Panonychus ulmi* (Koch, 1836) em macieira, no município de Porto Amazonas-PR.

As amostragens foram realizadas de novembro de 1986 a junho de 1987, em 35 plantas da cultivar Gala, selecionadas ao acaso, observando-se 10 folhas por planta, em cada data de avaliação, com intervalo semanal ou duas vezes por semana. Determinou-se o padrão de agregação através dos coeficientes a e b da lei da potência de Taylor. A proporção de folhas infestadas foi estimada através de modelo matemático e o número de amostras com nível de precisão $\alpha = 0,2$ e $D = 0,1 - 0,2$.

A distribuição de *P. ulmi* no pomar foi agregada utilizando a folha como unidade de amostra. A proporção de folhas infestadas estimada pelo modelo matemático, mostrou ser um parâmetro confiável para estimar a densidade populacional do ácaro. O tamanho de amostra requerido utilizando $D = 0,2$ é mais viável no monitoramento de pomares comerciais, visando o controle integrado de pragas da macieira.

INTRODUÇÃO

O ácaro vermelho europeu *Panonychys ulmi* (Koch, 1836) é uma das principais pragas da macieira nas regiões produtoras do sul do Brasil. O ataque verifica-se nas folhas durante todo o período vegetativo e severas infestações causam um bronzeamento característico, reduzindo a área fotossintética da planta, comprometendo o desenvolvimento vegetativo e dos frutos (CROFT, 1975).

O método de amostragem utilizado para monitorar esta praga baseia-se na contagem do número de ácaros por folha (numérico) e a determinação do tamanho de amostra não leva em consideração o padrão de distribuição espacial na cultura (ORTH *et al.* 1988). No entanto, este método é de difícil aplicação prática, devido às dificuldades e a demora na contagem do número de ácaros por folha, além da imprecisão na estimativa da densidade populacional (WILSON *et al.* 1983a e ZALOM *et al.* 1984).

Visando minorar estes problemas de amostragem para pequenos artrópodos, desenvolveu-se como alternativa, o método

de presença-ausência (binomial), onde a unidade de amostra é examinada levando-se em consideração somente se o indivíduo está ou não presente, independente do número (INGRAM & GREEN, 1972; NOWERY *et al.*, 1980). Posteriormente, WILSON & ROOM (1983) estudaram modelos binomiais e expandiram o uso da proporção de folhas infestadas em relação à média, pelo desenvolvimento de um modelo matemática e biologicamente mais flexível, em que incorpora a relação variância-média na forma da lei da potência de Taylor.

O conhecimento do modelo de distribuição de espécies pragas e inimigos naturais, é o fator chave no desenvolvimento de métodos de amostragens em sistemas de culturas (WILSON, 1985). Segundo TAYLOR (1984), a lei da potência de Taylor é o melhor índice para a representação de distribuição espacial mediante um indicador de agregação. O comportamento de agregação de um organismo influi também no número de amostras requeridas para estimar a densidade de uma população com um nível conhecido de confiabilidade (WILSON & ROOM, 1983).

A viabilidade do plano de amostragem de presença-ausência para *P. ulmi* em macieira é apresentado por VARGAS (1986). No entanto, este autor recomenda efetuar estudos em diferentes condições para sua posterior incorporação no programa de controle integrado de ácaros fitófagos em pomares comerciais de macieira.

Este trabalho tem como objetivo verificar a distribuição horizontal, desenvolver um plano de amostragem de presença-ausência e determinar o tamanho de amostra de acordo com a densidade populacional de *P. ulmi* em pomares de macieira, na região de Porto Amazonas-PR.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um pomar comercial de macieira localizado no município de Porto Amazonas-PR.

As amostragens foram realizadas em 35 plantas da cultivar Gala, com sete anos de idade, enxertadas sobre o porta-enxerto MM-106, espaçadas 1,25 m entre plantas e 4 m entre filas, com uma densidade de 2.000 plantas por ha.

Em cada data de amostragem foram observadas 10 folhas ao acaso em volta do perímetro e na altura mediana de cada planta (VARGAS, 1986), totalizando 350 plantas por amostragem. As folhas foram examinadas individualmente na própria planta, com auxílio de uma lupa de bolso de 20X de aumento e registrado o número de ácaros presentes (larvas, ninfas e adultos).

As observações foram iniciadas em 03/11/86, com intervalo semanal até 22/04/87. A partir desta data, realizou-se duas amostragens por semana, devido à senescência e o início de queda de folhas. Para efeito de análise estatística utilizou-se somente os dados coletados a partir de 16/03/87, devido a ocorrência muito baixa ou mesmo a ausência de ácaros nas amostragens anteriores.

- Relação variância/média:

Para avaliar o modelo de distribuição de *P. ulmi* entre plantas, foram calculadas a variância e a média em cada data de amostragem. Os coeficientes a e b da lei da potência de Taylor (TAYLOR, 1961 e BANERJEE, 1976) que descrevem a relação entre a variância e a média $s^2 = a x^{-b}$, foram estimados pela análise de regressão dos dados da média e da variância transformados em logaritmo neperiano.

$$\ln(s^2) = \ln(a) + b \ln(\bar{x})$$

onde,

a = fator de amostragem

b = índice de agregação da espécie.

- Relação entre a proporção de folhas infestadas e a densidade média:

Para descrever a relação entre a proporção de folhas infestadas com um ou mais ácaros e o número médio de ácaros por folha, utilizou-se o modelo matemático apresentado por WILSON & ROOM (1983).

$$\hat{P}(I) = 1 - e^{-\bar{x}} \ln(ax^{-b-1}) (ax^{-b-1} - 1)^{-1}$$

onde,

$\hat{P}(I)$ = proporção de folhas infestadas com ácaro

\bar{x} = número médio de ácaros por folha

a e b = coeficientes de Taylor.

O ajustamento da curva prevista pelo modelo matemático foi realizado pela análise de regressão entre a proporção de folhas infestadas estimadas e observadas no campo (WILSON *et al.* 1983b e PICKETT & GILSTRAP, 1986).

- Determinação do número de amostras:

O número de amostras foi calculado para $\alpha = 0,2$ e $D = 0,1$ e $0,2$, levando-se em consideração o comportamento de agregação do ácaro, conforme equação apresentada por WILSON *et al.* (1983a).

$$n = t^2_{\alpha/2} \cdot D^{-2} \cdot q \cdot p^{-1} \quad (\text{amostragem binomial})$$

onde,

D = proporção fixa de p
 p = proporção de folhas infestadas com ácaro
 q = $1 - p$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Lei da potência de Taylor:

Os coeficientes \underline{a} e \underline{b} , da lei da potência de Taylor ($s^2 = a x^b$), foram obtidos através da relação entre variância e a média, conforme ilustra a FIG. 1, indicando que a variância tende a aumentar com a média de ácaros por folha.

O valor de $\underline{b} = 1,435$, significativamente > 1 ($P = 0,05$) pelo teste t apresentado por SILVEIRA NETO *et al.* (1976) e o elevado valor de $\underline{a} = 9,189$ (anti $\ln 2,218$), indicam que a distribuição do ácaro no pomar é agregada utilizando-se a folha como unidade de amostra. Estes resultados estão de acordo com as proposições de ZALOM *et al.* (1985) e WILSON (1985), para indivíduos que apresentam distribuição agregada, onde \underline{a} deve ser igual ou maior que 1 e \underline{b} significativamente maior que 1.

Durante a realização das amostragens não se verificou a presença de predadores ou qualquer outro fator de mortalidade que possa ter influenciado no padrão de agregação de *P. ulmi*. No entanto, a presença de predadores diminui a agregação do ácaro fitófago, conforme WILSON *et al.* (1984) e ZALOM *et al.* (1984). Dessa forma, o padrão de distribuição do ácaro pode ser diferente para regiões onde a ocorrência de predadores é freqüente e novos valores nos coeficientes \underline{a} e \underline{b} da lei da potência de Taylor devem ser calculados.

A baixa densidade populacional verificada na área experimental com uma média de 5,12 ácaros por folha no pico máximo, provavelmente não provocou a dispersão, o que tornaria os ácaros menos agregados após o pico populacional, conforme citam WILSON *et al.* (1983a).

- Proporção de folhas infestadas:

A relação entre a proporção de folhas infestadas com ácaro e o número médio de ácaros por folha é apresentada na FIG. 2.

Os pontos de curva de $P(I)$ estimados pelo modelo, foram obtidos com base no número médio de ácaros por folha e a relação média/variação que fornece o padrão de agregação, através dos coeficientes da lei da potência de Taylor. Dessa maneira pode-se estimar a densidade populacional do ácaro, simplesmente observando se a folha está infestada ou não, independente do número. Nota-se assim a grande aplicação prática deste método no Controle Integrado de pragas da macieira, pela facilidade, rapidez e redução nos custos. Estas vantagens da amostragem de presença-ausência são também enfatizadas nos trabalhos de WILSON *et al.* (1981), WILSON *et al.* (1983b), ZALOM *et al.* (1984) e PICKET & GILSTRAP (1986).

A proporção de folhas infestadas obtida na FIG. 2 confirma o comportamento agregado do ácaro. Embora neste experimento tenha ocorrido uma baixa densidade populacional de *P. ulmi* verifica-se um pequeno aumento em $P(I)$ à medida que aumenta o número de ácaros por folha. Isto, segundo WILSON (1985), ocorre em espécies que tem o padrão de distribuição agregado.

O ajuste do modelo utilizado foi testado pela análise de regressão entre a proporção de folhas infestadas estimadas e observadas (FIG. 3), explicando em 91% a variação do modelo. Portanto, a proporção de folhas infestadas estimadas pode ser usada como um indicador do número médio de ácaros por folha, estando de acordo com VARGAS (1988).

Após o ajustamento do modelo matemático, é necessário a sua validação em amostragens a nível de campo, conforme sugere ZALOM *et al.* (1985) e JONES & PARRELA (1986). Este estudo foi baseado em dados de um local onde ocorreu baixa densidade populacional, sendo, portanto, necessário repetir o experimento para outras regiões produtoras, conforme sugere VARGAS (1988). A presença de predadores verificada em outras regiões, principalmente em Santa Catarina, poderá tornar o ácaro menos agregado, onde estão os valores de $P(I)$ provavelmente serão diferentes.

- Determinação do número de amostras:

A FIG. 4 mostra o número de amostras requeridas em função da densidade média, com um nível de precisão D (0,1 e 0,2) e $T_{\alpha/2}$ (1,282). Pode-se observar que em baixas densidades, o número de amostras necessárias é muito elevado. No entanto, à medida que aumenta o número de ácaros por folha, o tamanho de amostras tende a estabilizar-se.

Para amostragem utilizando-se $D = 0,1$, verificou-se que o tamanho de amostra a ser utilizado é muito grande, tornando-se inviável a sua aplicação prática no Controle Integrado, estando de acordo com RUESINK & KOGAN (1982) e WILSON (1985). Já, utilizando-se $D = 0,2$, nota-se uma diminuição considerável no tamanho de amostra, sendo possível sua aplicação prática no monitoramento de pomares comerciais, embora a taxa de erro seja maior:

Observando ainda a FIG. 3, verifica-se que a partir de cinco ácaros por folha, o número de amostra tende a estabilizar-se. Este resultado é muito importante, porque define o número de amostras no limiar econômico de controle considerado para a região, onde realizou-se este estudo. Entretanto, as amostragens devem ser iniciadas antes que o ácaro atinja o nível de controle considerado. No caso do número de amostras ser determinado a partir de três ácaros por folha, seria necessário amostrar 200 folhas ($D = 0,2$), observando-se 10 folhas por planta, num total de 20 plantas.

Para otimização deste sistema de amostragem é necessário avaliar a área máxima abrangida pelo número total de amostras estimado. Porém, devido ao comportamento agregado do ácaro, as amostragens devem ser realizadas em áreas pequenas (talhões), visando detectar focos iniciais e recomendar tratamento somente nos locais infestados. Agindo dessa maneira o produtor evitaria a pulverização de toda a área, muitas vezes desnecessária, bem como a possibilidade de o ácaro adquirir resistência aos acaricidas a curto prazo.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foram realizados os experimentos, pode-se obter as seguintes conclusões:

- A distribuição de *P. ulmi* no pomar foi agregada, segundo os coeficientes a e b da lei da potência de Taylor.
- O modelo matemático utilizado para determinar a proporção de folhas infestadas, mostrou-se ser um parâmetro confiável para estimar a densidade populacional de *P. ulmi*.
- O plano de amostragem de presença-ausência desenvolvido para *P. ulmi* em macieira, mostra-se vantajoso em relação ao método numérico convencional, permitindo assim maior rapidez na tomada de decisão.
- O número de amostras requeridas para estimar a densidade populacional de *P. ulmi*, utilizando $D = 0,2$, mostrou-se mais viável no monitoramento de pomares comerciais visando o Controle Integrado de pragas da macieira.

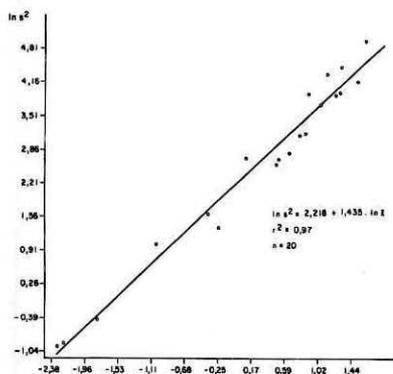


FIG. 1 - Relação entre \ln da variância e o \ln da densidade média de *Panonychus ulmi* por folha em macieira, Porto Amazonas-PA, 1987.

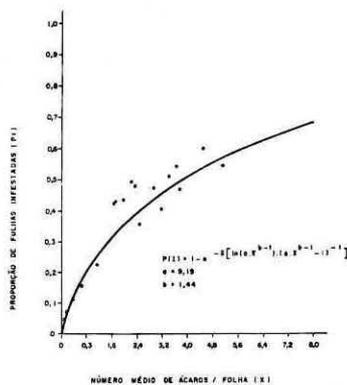


FIG. 2 - Relação entre a proporção de folhas infestadas (P(I)) e o número médio de *Panonychus ulmi* por folha (x̄) em macieira, Porto Amazonas-PA, 1987.

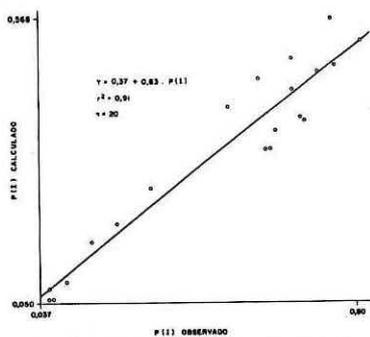


FIG. 3 - Relação entre a proporção de folhas infestadas com o ácaro *Panonychus ulmi* observado e calculado, Porto Amazonas-PA, 1987.

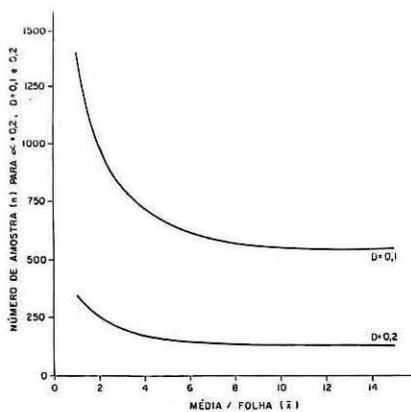


FIG. 4 - Número de amostras repetidas (folhas) em função da densidade média, nível de precisão ($D = 0,1$ e $0,2$) e método de agregação para *Panonychus ulmi* em macieira, Porto Amazonas-PA, 1987.

LITERATURA CITADA

- BANERJEE, B. Variance to mean ratio and spatial distribution on animals. *Experientia* 32: 993-994, 1976.
- CROFT, B.A. *Integrate control of apple mites*. Mich. State Univ. Coop. Ext. Serv., 1975. 12p. (Ext. Bull. E-825).
- INGRAM, W.R. & GREEN, S.M. Sequential sampling for bollworms on rainrow cotton in Botswana. *Cotton grow. Rev.* 49: 265-275, 1972.
- JONES, V.P. & PARRELA, M.P. Development of sampling for larvae of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in chrysanthemums. *Environ. Ent.* 15: 268-273, 1986.
- MOWERY, D.P.; HULL, A.L.; ASQUITH, D. Two new sampling plans for European red mite surveys on apple utilizing the negative binomial distribution. *Environ. Ent.* 9: 159-163, 1980.
- ORTH, A.I.; RIBEIRO, L.G.; REIS FILHO, W. Manejo de pragas. In: *Manual da cultura da macieira*. Florianópolis, EMPASC, 1986. p. 341-379.
- PICKETT, C.H. & GILSTRAP, F.E. Dispersion patterns and sampling of spider mites (Acari: Tetranychidae) infesting corn in the Texas high plains. *Environ. Ent.* 15: 335-341, 1986.
- RUESINK, W.G. & KOGAN, M. The quantitative basis of pest management: sampling and measuring. In: Metcalf, R.L. & Luckman, W.H. ed. *Introduction to insect pest management*. New York, John Wiley, 1982. p. 313-352.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. *Manual de ecologia dos insetos*. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres. 1976. 419 p.
- TAYLOR, R.L. Aggregation as a species characteristic. *Stat. Ecol.* 1: 357-377, 1961.
- TAYLOR, R.L. Assessing and interpreting the spatial distribution of insect populations. *A. Rev. Ent.* 29: 321-357, 1984.
- VARGAS, R.R. *Disposição espacial de Panonychus ulmi* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) e determinação do mínimo de amostra na macieira (*Mallus silvestris* Mill.) na cultivar Gala. Curitiba, UFPR, 1986. 87p. (Tese de Mestrado).
- WILSON, L.T. Estimating the abundance and impact of arthropod natural enemies on IPM systems. In: Hoy, M.A. & Herzog, D.C. ed. *Biological control in agricultural IPM systems*. Academic Press, 1985. p. 303-322.

- WILSON, L.T.; GONZALES, D.; LEIGHT, T.F.; FORESTIERE, C.; GOODELL, P. Within-plant distribution of spider mites (Acari: Tetranychidae) on cotton: a developing, implementable monitoring program. *Environ. Ent.* 12: 128-134, 1983a.
- WILSON, L.T.; PICKEL, C.; MOUNT, R.C.; ZALOM, F.G. Presence absence sequential sampling for cabbage aphid and green aphid (Homoptera: Aphididae) on Brussel sprouts. *J. econ. Ent.* 76: 476-479, 1983b.
- WILSON, L.T.; HOY, M.A.; ZALOM, F.G.; SMILANICK, J.M. Sampling mites in almonds: I. Within-tree distribution and clumping pattern of mites with comments on predator-prey interactions. *Hilgardia* 52: 1-13, 1984.
- WILSON, L.T.; LEIGH, T.F.; MAGGI, V. Presence-absence sequential sampling of spider mite densities on cotton. *Calif. Agric.* 35: 10, 1981.
- WILSON, L.T. & ROOM, P.M. Clumping patterns of fruit and arthropods in cotton with implications for binomial sampling. *Environ. Ent.* 12: 128-134, 1983.
- ZALOM, F.G.; HOY, M.A.; WILSON, L.T.; BARNETT, W.W. Sampling mites in almonds. II. Presence-absence sequential sampling for *Tetranychus* mite species. *Hilgardia* 52: 14-24, 1984.
- ZALOM, F.G.; KENNETT, C.E.; O'CONNELL, N.V.; FLAHERTY, D.; MORSE, J.G.; WILSON, L.T. Distribution of *Panonychus ulmi* (McGregor) and *Euseius tularensis* Congdon on central California orange trees with implications for binomial sampling. *Agric. Ecosyst. Environ.* 14: 119-129, 1985.