

**PLANO DE AMOSTRAGEM SEQUENCIAL DE PRESENÇA-AUSÊNCIA DO DANO CAUSADO PELO BICHO MINEIRO**  
*Leucoptera coffeella* GUERIN-MENEVILLE

Amador Villacorta<sup>1</sup> e LLoyd T. Wilson<sup>2</sup>

**ABSTRACT**

Presence-Absence Sequential Sampling Plan for the Damage Caused by Coffee Leaf Miner  
*Leucoptera coffeella* Guerin-Meneville

An accurate, time saving but simple presence-absence sequential sampling plan is presented for estimating densities of lesions on leaves, caused by the coffee leaf miner, *Leucoptera coffeella* (Guerin-Meneville). This sampling plan enables quickly determination whether the infestation has reached the action threshold of one leaf miner lesion per leaf.

KEY WORDS: Insecta, sequential binominal sampling, coffee pest.

**RESUMO**

Um plano preciso, rápido e simples de amostragem sequencial por presença-ausência de lesões causadas pelo bicho mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guerin-Meneville) é proposto para estimar a densidade destas lesões. Este plano de monitoramento permite aos especialistas do MIP determinar rapidamente se a infestação alcançou o limiar de ação, que é de uma lesão por folha.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, amostragem sequencial binomial, pragas do café.

**INTRODUÇÃO**

Uma das pragas mais importantes da cafeicultura na América Latina é o bicho mineiro, *Leucoptera coffeella* Guerin-Meneville, no Brasil chamado *Perileucoptera coffeella*, desde que esse gênero foi proposto por Silvestri (1943). As populações do bicho mineiro no Paraná crescem rapidamente durante períodos secos do verão, já que a chuva causa uma alta mortalidade de larvas. O efeito da seca juntamente com o dano causado pelo bicho mineiro nas folhas é difícil de separar, conseqüentemente é necessário uma pesquisa considerando várias densidades populacionais de lesões causadas pelo bicho mineiro para que com maior precisão seja possível estimar o limiar de dano econômico ( $m^*$ ) desta praga (Villacorta & Gutierrez 1989).

Recebido em 08/09/93.

<sup>1</sup>Instituto Agrônomo do Paraná-IAPAR, Caixa postal 1331, 86001-970, Londrina, PR.

<sup>2</sup>Department of Entomology, Texas A&M University, College Station, TX, USA.

Em termos gerais considera-se que os inimigos naturais não são suficientemente efetivos para manter as densidades do bicho mineiro abaixo de  $m^*$ , por isto o uso de inseticidas, neste caso, é recomendado. Entretanto, o uso indiscriminado de inseticidas causa o desenvolvimento de resistência da praga, tal como vem ocorrendo no sul do Estado de Minas Gerais (Alves 1991). A fim de realizar recomendações sólidas desde o ponto de vista ecológico como econômico para o manejo desta praga, é importante determinar em que momento o número de lesões por folha estaria ultrapassando a estimativa do limiar de dano econômico atualmente estimado em uma lesão por folha.

Inicialmente, Villacorta & Tornero (1982) desenvolveram um plano de amostragem sequencial enumerativa com base na distribuição binomial negativa do bicho-mineiro. Posteriormente Villacorta & Gutierrez (1989) simplificaram a técnica de amostragem para presença-ausência (binomial) de lesões causadas pelo bicho mineiro em base a metodologia desenvolvida para estimar a precisão do tamanho da amostra de Ruesink (1980) e Wilson & Room (1982, 1983). Uma maior redução no tempo de amostragem do dano causado pelo bicho mineiro pode ser obtida através da amostragem sequencial (Wald 1947) especialmente quando está combinada com uma amostragem binomial, objetivo principal desse trabalho.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de campo do dano causado pelo bicho mineiro utilizados foram obtidos do trabalho de Villacorta & Gutierrez (1989).

**Estimativa do número de amostras.** Karadinos (1976) apresentou uma série de equações para serem usadas na estimativa do número de amostras. Ruesink (1980) e Wilson & Room (1982) incorporaram a lei da potência de Taylor nas equações de Karadinos, facilitando dessa forma o desenvolvimento de regras para determinar o número de amostras necessárias para o ajuste a um pré-determinado nível de precisão. A contagem de número de lesões causados pelo bicho mineiro em uma amostra de 100 folhas de café no campo, é de difícil execução, mas estimar a proporção de folhas com lesões é mais fácil. Wilson & Room (1982, 1983) apresentaram uma equação geral para definir as regras da amostragem presença-ausência (amostragem binomial) com base nas equações de Karadinos:

$$n = t^2 - D^2 - p^1 - q \quad (1)$$

$$\alpha/2$$

onde  $n$  = número de amostras,  $t \alpha/2$  = ao padrão normal de variação para um intervalo de confiança de duas caudas,  $D$  = é uma proporção fixa de  $p$  e é usada para definir a metade do intervalo de confiança;  $p$  = é a proporção de umidades de amostras infestadas (PI) e  $q = 1 - p$ .

**Desenvolvimento do plano de amostragem.** As equações para o desenvolvimento de um plano de amostragem sequencial presença-ausência usado neste trabalho foi por primeira vez apresentado por Wilson *et al.* (1983), sendo desenvolvidas a partir do teorema do limite central;  $n_i = t \alpha^2 \cdot (p - T_i)^2 \cdot p \cdot q(2)$ ;  $n_s = t^2 B \cdot (p - T_i)^2 \cdot p \cdot q(3)$ ;  $n_i$  = número de amostras requerido para estimar com determinada taxa de erro ( $\alpha$ ), se o nível da proporção de folhas infestadas ( $p$ ) é inferior ao limiar de ação de controle ( $T$ ) em qualquer momento ( $i$ ), (linha inferior de decisão de controle);  $n_s$  = número de amostra requerido para estimar com determinada taxa de erro ( $B$ ) se o nível de proporção de folhas infestadas é superior ao limiar de ação de controle ( $T_i$ ) (linha superior de decisão de controle);  $t$  = padrão normal de variação. Uma amostragem sequencial implica na utilização dos erros  $\alpha$  e  $B$ , onde  $\alpha$  é a probabilidade de realizar um

tratamento de controle quando o limiar de ação de controle não tem sido superado, e B é a probabilidade de não controlar quando o limiar de ação de controle tem sido superado, as taxas de erro deveriam ser determinadas levando em consideração a relação densidade dano-produção, preço do café no mercado, custo do inseticida e custo de aplicação de controle, e o efeito do tratamento da ressurgência do bicho mineiro, pragas secundárias e desenvolvimento de resistência ao controle químico. Infelizmente estudos profundos sobre a relação densidade de dano - produção e a influência do controle químico do bicho mineiro no agroecossistema do cafeeiro é desconhecido. Por tal razão arbitrariamente foram escolhidas as taxas de  $\alpha = B = 0,10$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando a equação (1) com os valores observados de p dos dados de campo, determinou-se o número de amostras requeridos (n) para estimar o número médio de lesões por folha (m) com um nível de precisão, neste caso  $D = 0,1$ , o representado na Fig. 1. Em termos gerais as previsões de estimativa n em relação as médias observadas m, aproximam-se razoavelmente. A proporção de folhas infestadas (PI) com relação a média de lesões por folhas (m) Fig. 2, onde o modelo Poisson modificado se ajusta aos dados de campo,  $r^2 = 0,81$  (modelo 4 de Wilson & Room 1982) equação (4).

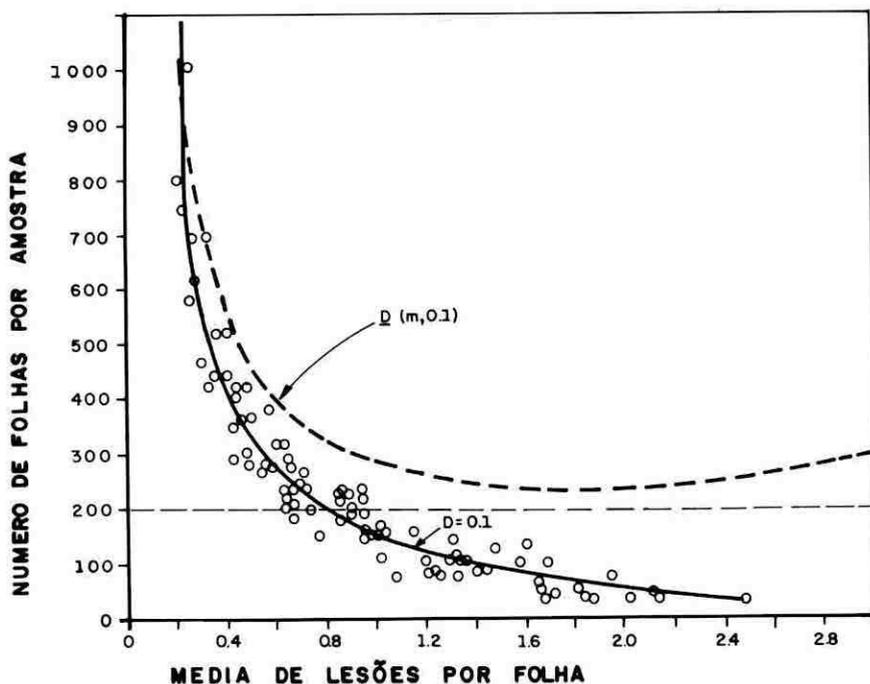


Figura 1. Número de folhas por amostra requeridas para diferentes níveis de densidade de dano causado pelo bicho mineiro, na amostragem binomial (presença-ausência) com um nível constante de precisão (linha sólida) ( $D = 0,1$ ) com um nível de precisão que varia com o número média de lesões por folha ( $D = (m.0.1)$ ) (linha pontilhada).

$PI = 1 - e^{-cm}$  (4) onde o termo  $e^{-cm}$  é o termo zero da distribuição Poisson, que nesse caso seria a proporção de folhas não-infestadas ( $P(0)$ ); e  $PI = 1 - e^{-m}$  é a proporção de folhas com 1 ou mais lesões,  $c =$  coeficiente de regressão forçada pela origem. Se para estimar  $PI$ , utiliza-se uma amostra de 200 folhas, pode-se determinar  $m$  com um nível de precisão de 10%. Para isto o valor  $PI$  é projetado com a curva determinada pela equação (4), posteriormente desse ponto projeta-se a linha para o eixo das  $-m$ , dessa forma estaremos estimando o número médio de lesões por folha ( $m$ ). Dado que o erro não é igual no eixo ( $PI$ ) e no eixo das ( $m$ ), o número

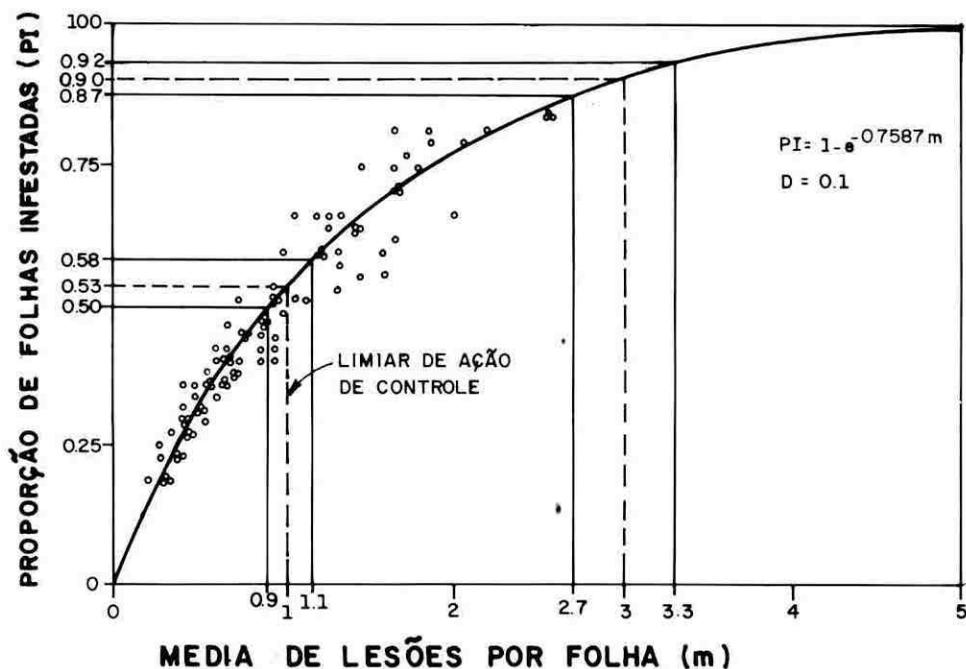


Figura 2. Proporção de folhas infestadas (PI) em relação a média de lesões folha ( $m$ ). A curva representa o modelo Poisson modificado que se ajusta aos dados de campo.

de amostras requeridas para alcançar o nível de precisão de 10% deveria, em teoria ser aumentado com altos valores de  $PI$ , o mesmo acontece com valores muito baixos de  $PI$  (Wilson & Room 1983) (Fig. 2). Em outras palavras, quando a proporção de folhas infestadas aproxima-se a unidade, é muito difícil estimar a média sem um aumento significativo do tamanho da amostra. Porém o modelo é adequado para estimar as densidades das lesões, causadas pelo bicho mineiro durante uma safra, no Paraná (Villacorta & Sanchez-Rodrigues 1984).

Para a determinação das linhas inferior e superior de tomada de decisão de controle para o desenvolvimento do plano sequencial foram utilizadas as equações 2 e 3 respectivamente. O limiar de ação de controle ( $T_i$ ) utilizado para gerar as linhas de decisão de controle foi 0,53, que é a proporção de folhas com 1 ou mais lesões causadas pelo bicho mineiro. O resultado

(Fig. 3 e Tabela 1) representa o plano de amostragem sequencial de presença-ausência de lesões causadas pelo bicho mineiro, equação (2) e (3).

**Procedimentos para aplicar a amostragem sequencial binomial:** 1 - dividir a área a ser amostrada em áreas de amostragem não maiores de um ha, e fazer um mapa da área total a ser manejada, dando um número a cada área de amostragem; 2 - caminhar dentro da primeira área a ser amostrada, escolhendo uma árvore (cova) ao acaso. Nessa árvore realizar

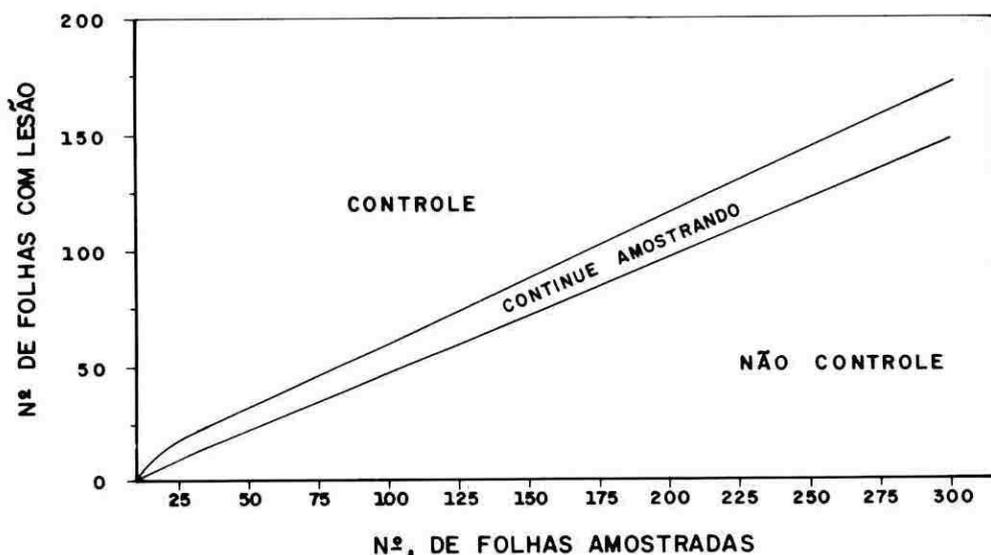


Figura 3. Linhas de decisão na amostragem sequencial de presença-ausência do dano causado pelo bicho mineiro, incorporando uma limiar de ação de controle de uma lesão por folha e erros  $\alpha = B = 0,1$ .

observações visuais em 25 folhas ao acaso, sobre a presença ou ausência de lesões causadas pelo bicho mineiro. Não amostre as folhas novas dos dois primeiros pares de folhas dos galhos. Percorra o campo em forma de zigue-zague; 3 - calcular o número de folhas infestadas, e o valor obtido, compare-os com o valor da Tabela 1. Se o valor está na zona de indecisão, amostrar outra árvore, assim sucessivamente, até que uma decisão seja tomada, até um limite de 12 árvores (covas). Se, após observar 12 árvores não foi tomada uma decisão, deve-se nesta área voltar a amostrar após 15 dias; 4 - a amostragem deve ter início logo após a primeira florada do café, e continuar normalmente até que os frutos do café parem de crescer. No Paraná existem dois períodos críticos com respeito ao ataque do bicho mineiro, um período menos crítico que é de aproximadamente 4 a 5 meses o qual compreende desde o início da floração até o início

do rápido crescimento dos frutos (chumbinho); e o período crítico que é caracterizado por um rápido desenvolvimento dos frutos e uma redução na taxa de crescimento das folhas (redução na capacidade de compensação de dano). Em termos gerais, níveis de infestação acima de uma

Tabela 1. Plano de amostragem sequencial de presença-ausência para o dano causado pelo bicho mineiro. Percentagem de erros em relação a média,  $\alpha = B = 0,1$  ( $m^* = 0,53$ ).

$\alpha = B$		0.1		0.2	
Árvore (1)	Nº folhas amostradas acumuladas	Não trate sim $\leq$	Trate sim $\geq$	Não trate sim $\leq$	Trate sim $\geq$
1	25 <sup>1</sup>	10	17	11	16
2	50	22 a	31	23 a	30
3	75	34 c m	46	36 c m	44
4	100	46 o o	60	48 o o	58
5	125	59 n s	74	61 n s	71
6	150	71 t t	88	74 t t	85
7	175	84 i r	102	87 i r	99
8	200	96 n a	115	100 n a	112
9	225	109 u n	129	112 e n	126
10	250	122 e d	143	125 d	140
11	275	135 o	157	138 o	153
12	300	147	171	151	167

<sup>1</sup> Tamanho da amostra de 25 folhas por árvore;  $m^*$  = limiar de ação de controle = 1 lesão/folha; (1) = Para maior segurança, decisão deve ser tirada a partir da quinta árvore amostrada.

lesão por folha durante o primeiro período crítico não causa dano econômico devido as altas taxas de produção de folhas que permitem a planta compensar o dano. Porém, na presença de períodos secos curtos (veranicos) o tempo de amostragem deve ser reduzido para 15 dias.

As regras de decisão de amostragem sequencial presença-ausência de folhas infestadas pelo bicho mineiro apresentadas neste trabalho permite uma decisão rápida com enorme

economia de tempo comparado com outros métodos de amostragens. Inimigos naturais do bicho mineiro são conhecidos mas são pouco eficientes; e muitas vezes é necessária a utilização do controle químico. A utilização desta técnica de amostragem sequencial pode reduzir o número de aplicações de inseticidas contra o bicho mineiro, baixando os custos de produção, e reduzindo a probabilidade do desenvolvimento de resistência aos inseticidas.

### AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Rodolfo Bianco, IAPAR, pela revisão do texto.

### LITERATURA CITADA

- Alves, P.M.P. 1991.** Monitoramento de resistência do bicho mineiro do cafeeiro, *Perileucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyometiidae) a inseticidas em Minas Gerais. Tese de mestrado, Viçosa, UFV.
- Karadinos, M.G. 1976.** Optimal sample size and comments on some published formulae. Bull. Entomol. Soc. Am. 22: 417-421.
- Ruesink, W.G. 1980.** Introduction to sampling theory, p. 61-78. In M. Kogan & D.C. Herzog (eds.), Sampling methods in soybean entomology. New York, Springer-Verlag.
- Silvestri, F. 1943.** Compendio di entomologia applicata. s. 1, s. ed. Parte speciale. vol. 2. (fogli 1-32), p. 1-512.
- Villacorta, A. & P.L. Sanchez-Rodrigues. 1984.** Limiar de ação na utilização de inseticida no manejo do bicho-mineiro *Perileucoptera coffeella* (Guerin-Meneville, 1842) no Paraná (Lepidoptera: Lyometiidae). An. Soc. Entomol. Brasil 13: 157-165.
- Villacorta, A. & M.T.T. Tornero. 1982.** Plano de amostragem de dano causado por *Perileucoptera coffeella* no Paraná. Pesq. Agropec. Bras. 17: 1249-1260.
- Villacorta, A & A.P. Gutierrez. 1989.** Presence-absence sampling decision rules for the damage caused by the coffee leaf miner (*Leucoptera coffeella* Guerin-Meneville, 1842). Pesq. Agropec. Bras. 24: 517-525.
- Wald, A. 1947.** Sequential analysis. John Wiley & Sons. New York, 212p.
- Wilson, L.T. & P.M. Room. 1982.** The relative efficiency and reliability of three methods for sampling arthropods in Australia cotton fields. J. Aust. Entomol. Soc. 21: 175-181.

- Wilson, L.T. & P.M. Room. 1983.** Clumping patterns of fruit and arthropods in cotton with implications for binomial sampling. *Environ. Entomol.* 12: 50-54.
- Wilson, L.T., C. Pickel, R.C. Mount & F.G. Zalom. 1983.** Presence-absence sequential sampling for cabbage aphid and green peach aphid (Homoptera: Aphididae) on Brussels sprouts. *J. Econ. Entomol.* 76: 476-479.