

# MÉTODO DE QUADRADOS: TAMANHO DA AMOSTRA EM LEVANTAMENTOS DE ESPUMAS DE CIGARRINHAS-DAS-PASTAGENS (1)

VIOLETA NAGAI (2,5), ZULEIDE ALVES RAMIRO (3), NEY VANCHO PANOVICH (3) e MEIRE HAKUMI HIRASAWA (4)

## RESUMO

Para estimar o número médio de espumas de cigarrinhas-das-pastagens, por área, pelo método de quadrados, é necessário definir o número e o tamanho dos quadrados, a fim de obter estimativas com determinado grau de precisão. Em cada uma de cinco localidades paulistas, foi demarcada uma área de 1 ha e dividida em 25 partes, contíguas, de 20 x 20m (parcelas), nas quais foram lançados, ao acaso, quatro quadrados de 0,25 x 0,25m e dois de 0,50 x 0,50m. Em cada quadrado foi feita a contagem do número de espumas. Empregou-se o método de componentes de variância para estimar o número médio de espumas, por área, com um erro padrão de 10% da média. O emprego de cem quadrados de 0,25 x 0,25m ou quarenta de 0,50 x 0,50m é indicado para estimar o número médio de espumas em 1 ha.

**Termos de indexação:** estimativa do componente de variância; intervalo de confiança para a média; número médio de espumas; avaliação de danos; ajuste.

## 1. INTRODUÇÃO

Tendo em vista os altos danos econômicos causados pela cigarrinha-das-pastagens, diminuindo consideravelmente a quantidade de massa verde

---

(1) Recebido para publicação em 22 de maio de 1984.

(2) Seção de Técnica Experimental e Cálculo, Instituto Agrônômico, (IAC), Caixa Postal 28, 13100 Campinas, SP.

(3) Seção de Controle Biológico de Pragas, Instituto Biológico.

(4) Estagiária da Seção de Técnica Experimental e Cálculo, IAC.

(5) Com bolsa de suplementação do CNPq.

disponível para alimentação do gado, estão sendo desenvolvidos projetos de pesquisa visando ao controle dessa praga.

No planejamento das pesquisas que envolvem avaliação de dano causado pela cigarrinha, as dúvidas convergem para a técnica de amostragem, uma vez que não se encontra ainda bem definida a fase de desenvolvimento do inseto em que a amostragem deva ser feita e o tamanho da amostra a utilizar para fazer estimativas dos parâmetros populacionais com precisão satisfatória.

A definição da fase de coleta e do tamanho da amostra é bastante complexa, dada a grande heterogeneidade dos níveis de infestação em função do clima, da espécie de capim e da sua altura na época de ocorrência da praga.

A técnica de utilização de quadrados de diferentes tamanhos, lançados ao acaso no campo, tem sido utilizada por pesquisadores da área de Entomologia, em diferentes regiões do País (BIANCO & VILLACORTA, 1978; EL-KADI, 1981, e SILVA, 1981).

Este trabalho teve como objetivo estabelecer o mais adequado entre os dois tamanhos mais usuais — quadrados de 0,25 x 0,25m e de 0,50 x 0,50m — e quantos deles devem ser empregados para obtenção de estimativas precisas de número médio de espumas por área.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados em quatro locais: Fazendas Caçador, Capisa, Olhos d'Água e Santa Maria, situados, respectivamente, nos municípios paulistas de Botucatu, Iepê, Moji-Guaçu e Campinas.

Em cada local, foi demarcada uma área de 1 ha e dividida em 25 partes iguais, contíguas, de 20 x 20m (parcelas), nas quais foram lançadas, ao acaso, quatro quadrados de 0,25 x 0,25m e dois quadrados de 0,50 x 0,50m. Em cada quadrado, foi feita a contagem do número de espumas, no período de maior incidência de cigarrinha-das-pastagens, e, em Santa Maria, duas avaliações, com intervalo de duas semanas.

O modelo matemático  $Y_{ij} = \mu + p_i + e_{ij}$  foi empregado para análise dos dados de cada ensaio e obtenção dos componentes de variância (ANDERSON & BANCROFT, 1952; BENNETT & FRANKLIN, 1954), utilizados na determinação do tamanho da amostra.

Nesse modelo,  $\mu$  é a média geral;  $p_i$ , o efeito aleatório da parcela  $i$ ;  $p_i \sim N(0, \sigma_p^2)$ , e  $e_{ij}$ , o efeito aleatório do quadrado  $j$  na parcela  $i$ ,  $e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2)$ .

A variância da média foi obtida através da expressão:

$$\hat{V}(\bar{y}) = \frac{\hat{\sigma}_p^2}{I} + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{IJ}$$

onde:

$\bar{y}$ ,  $\hat{\sigma}_p^2$  e  $\hat{\sigma}_e^2$  são as estimativas da média  $\mu$  e das variâncias devidas a parcelas ( $\sigma_p^2$ ) e a quadrados dentro de parcelas ( $\sigma_e^2$ ).

Por ser desconhecido o valor real do número de espumas por área, o tamanho da amostra foi determinado de modo a satisfazer à restrição de ser o intervalo de confiança (I.C.) para a média,  $\mu$ :

$$\text{I.C.} = \bar{y} \pm 0,10 \bar{y},$$

onde:

$0,10 \bar{y} = t_\alpha s(\bar{y})$ ;  $t_\alpha$  = valor de  $t$  para o nível de probabilidade; ( $\alpha$ ) e  $s(\bar{y})$ , o desvio-padrão da média,  $s(\bar{y}) = \sqrt{\hat{V}(\bar{y})}$ .

Utilizou-se o valor aproximado de  $t_\alpha = 2$ .

Para diferentes combinações de  $I$  e  $J$ , pode-se obter a variância da média que satisfaça à igualdade:

$$\hat{V}(\bar{y}) = \frac{\hat{\sigma}_p^2}{I} + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{IJ} = \frac{(0,10 \bar{y})^2}{t_\alpha^2}$$

Esses valores de  $I$  e  $J$  definem o tamanho da amostra para estimar a média com a precisão especificada.

Antes da aplicação do modelo matemático, procurou-se verificar a distribuição dos dados e empregou-se o teste de Kolmogorov, citado por CAMPOS (1979), para provar o ajuste da distribuição.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um bom ajuste aos dados de espumas foi conseguido pela distribuição binomial negativa (ELLIOT, 1979), dada pela expressão

$$(q - p)^{-k},$$

onde:  $p = \frac{\mu}{k}$ ,  $q = 1 - p$ ,

com termos individuais dados por:

$$p_y = \left(1 + \frac{\mu}{k}\right)^{-k} \frac{(k+y-1)}{y! (k-1)!} \left(\frac{\mu}{\mu+k}\right)^y,$$

sendo  $p_y = y$  a probabilidade de  $y$  indivíduos em uma unidade amostral. Os

parâmetros  $\mu$  e  $k$ , estimados por  $\bar{y}$  e

$$k = \frac{\bar{y}^2}{s^2 - \bar{y}},$$

onde  $k$  não é necessariamente um número inteiro, caracterizam a distribuição. O valor de  $k$  pode ser interpretado como índice de dispersão, pois quanto menor, maior a variância. Alguns autores têm levantado a hipótese de o expoente  $k$  ser um parâmetro associado à forma de reprodução da espécie, portanto, constante em determinadas populações biológicas (ANSCOMBE, 1949; PIETERS et alii, 1977).

Os valores de  $k$  foram aproximados para o inteiro mais próximo e estiveram entre 1 e 4; para poder estimar os intervalos de confiança, utilizou-se a transformação logarítmica,  $\log(y+k)$ , indicada nos casos em que os dados têm distribuição binomial negativa.

No quadro 1, são apresentados os valores de  $k$ , dos coeficientes de variação e dos componentes de variância, estimados a partir dos dados de espuma para cada tamanho de quadrado, por local e data de avaliação. São apresentadas, também, as médias ( $\bar{y}$ ), por 400m<sup>2</sup>, reconvertidas aos dados originais, com a seguinte correção:

$$\bar{y} = n [\text{antilog}(1,15 \hat{\sigma}_e^2 + \bar{y}) - k]$$

onde  $n = 6.400$  para o quadrado de 0,25 x 0,25m, e  $n = 1.600$  para o quadrado de 0,50 x 0,50m.

Observa-se que o coeficiente de variação é muito mais alto quando se empregaram quadrados de 0,25 x 0,25m. Observa-se, ainda, que a variação é bem maior nos locais onde o número de espumas é mais baixo, o que era previsto, como ocorreu em Santa Maria, na primeira avaliação, e em Caçador.

Nesses dois locais, com o uso de quadrados menores, a estimativa de  $\sigma_p^2$  foi menor que zero, e assumiu-se o valor zero, como é feito usualmente (SEARLE, 1971).

QUADRO 1 – Estimativas de k, dos coeficientes de variação (CV) e dos componentes de variância ( $\hat{\sigma}_p^2$ ,  $\hat{\sigma}_e^2$ ) obtidos nas análises dos dados de contagem de espumas de cigarrinha-das-pastagens, transformados em log (y + k), e número médio de espumas ( $\bar{y}$ ) por 400m<sup>2</sup>

Local e Data da amostragem	Tamanho do quadrado m	Estimativas				
		k	CV	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\bar{y}$
Caçador	0,25 x 0,25	1	156	0,00248	0,02948	2.502
7/12	0,50 x 0,50	1	95	0,00000	0,09699	2.766
Capisa	0,25 x 0,25	2	34	0,02275	0,07643	38.556
16/12	0,50 x 0,50	3	17	0,04348	0,03459	17.703
Olhos d'Água	0,25 x 0,25	2	33	0,00790	0,03338	11.800
7/1	0,50 x 0,50	2	28	0,02479	0,04939	8.084
Santa Maria	0,25 x 0,25	1	110	0,01413	0,03079	3.623
3/12	0,50 x 0,50	2	38	0,00000	0,03301	2.060
Santa Maria	0,25 x 0,25	2	31	0,00787	0,02725	10.888
21/12	0,50 x 0,50	4	16	0,00942	0,02518	10.148

No quadro 2, são apresentados alguns tamanhos de amostra em número de parcelas (I) e de quadrados por parcela (J) que podem ser empregados para estimar a média do número de espumas de cigarrinha-das-pastagens, em áreas de 1ha.

Verifica-se que, nos casos de média baixa e coeficiente de variação alto, não foi possível determinar o tamanho da amostra, exceção feita a Caçador, com o uso de quadrados de 0,50 x 0,50m; no entanto, a amostra é excessivamente grande quando comparada com as indicadas para os locais de infestação alta. Nesses casos, para estimar a média com a precisão requerida, pode-se indicar, a partir dos resultados do quadro 2, o uso de quatro quadrados de 0,25 x 0,25m lançados ao acaso em 25 parcelas de 400m<sup>2</sup> cada uma, enquanto, com os quadrados maiores, as avaliações podem ser feitas com 20 parcelas, cada uma com dois quadrados.

QUADRO 2 – Tamanhos mínimos de amostra dados pelo número I de parcelas com  $400\text{m}^2$  e pelo número J de quadrados por parcela, que permitem estimar com o uso de quadrados de  $0,25\text{m} \times 0,25\text{m}$  e de  $0,50\text{m} \times 0,50\text{m}$  o número médio de espumas de cigarrinha-das-pastagens, admitindo um erro-padrão da média de  $0,10\bar{y}$

Local e Data da amostragem	Tamanho da amostra			
	Quadrado de $0,25\text{m} \times 0,25\text{m}$		Quadrado de $0,50\text{m} \times 0,50\text{m}$	
	I	J	I	J
Caçador 7/12	*	*	3	125
	*	*	5	75
	*	*	15	25
	*	*	25	15
Capisa 16/12	15	35	15	12
	20	8	20	2
	25	4	25	2
Olhos d'Água 7/1	15	10	20	8
	20	5	25	4
	25	4	25	4
Santa Maria 3/12	*	*	5	12
	*	*	10	6
	*	*	15	4
	*	*	20	3
Santa Maria 21/12	15	10	5	10
	20	5	10	2
	25	3	15	2

\* Não foi possível determinar o tamanho da amostra.

#### SUMMARY

#### SAMPLE SIZE FOR SPITTLE BUG SPUMES ESTIMATES IN USING QUADRAT METHODS

To estimate the occurrence of spittle bug spumes by the quadrat method, the definition of the number and the size of quadrat to achieve a determined degree of precision is necessary. In five São Paulo State localities (Brazil) areas of one hectare growing *Brachiaria decumbens* (Stapf) were divided into 25 plots measuring

20m x 20m each one. In each of these plots, quadrats of two sizes (0.25m x 0.25m and 0.50m x 0.50m) were thrown at random and the occurrence of spittle bug spumes was evaluated. The variance components method was used to estimate the sample size that allow to obtain the average number of spumes per area with a bound on the error of estimation of  $0.10 \bar{y}$ . The most efficient number of quadrat for determining the number of spumes varied with the level of infestation. One hundred quadrats of 0.25m x 0.25m or forty quadrats of 0.50m x 0.50m are reasonable sample sizes to estimate the average number of spumes per one hectare.

**Index terms:** variance component estimate; confidence interval for the mean; average number of spumes; damage evaluation; goodness of fit.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, R.L. & BANCROFT, T.A. Statistical theory in research. New York, Mc Graw-Hill, 1952. 399p.
- ANSCOMBE, F.J. The statistical analysis of insect counts based on the negative binomial distribution. *Biometrics*, 5:165-173, 1949.
- BENNET, C.A. & FRANKLIN, N.L. Statistical analysis in chemistry and the chemical industry. New York, John Wiley, 1954. 724p.
- BIANCO, R. & VILLACORTA, A. Desenvolvimento e preferência de *Deois flavopicta* por diferentes forrageiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 5., Itabuna, 1978. Resumos. Itabuna, SBE, 1978. p.74.
- CAMPOS, H. de. Estatística experimental não-paramétrica. 3.ed. Piracicaba, ESALQ/USP, Departamento de Matemática e Estatística, 1979. 343p.
- ELLIOT, J.M. Some methods for statistical analysis of samples of benthic invertebrates. 2.ed. Cumbria, Freshwaters Biological Association, 1979. 160p. (Scientific Publication, 25)
- EL-KADI, M.K. Eficiência de formulações de inseticidas para controle de ninfas de cigarrinha-das-pastagens. Informe Técnico CEPLAC/CEPC, Ilhéus, 1981. p.96.
- PIETERS, E.P.; GATES, C.E.; MATIS, J.H. & STERLING, W. L. Small sample comparison of different estimators of negative binomial parameters. *Biometrics*, 33:718-723, 1977.
- SEARLE, S.R. Linear models. New York, John Wiley, 1971. 535p.
- SILVA, A.B. Teste de inseticidas para controle de cigarrinha-das-pastagens *Deois incompleta* Walk. Belém, EMBRAPA, CPATU, 1981. 10p. (Circular Técnica, 24)