

# ESTIMATIVA DA SUFICIÊNCIA AMOSTRAL PARA AVALIAR INTENSIDADE DE INFESTAÇÃO DA *DIATRAEA* SPP. EM CANA-DE-AÇÚCAR<sup>1</sup>

JOSÉ ANTÔNIO ALEIXO DA SILVA<sup>2</sup>, ADRIANA LIRA DE CAMPOS<sup>3</sup>, ANTÔNIO FERNANDO SOUZA LEÃO DA VEIGA<sup>4</sup>, ALBERTO FÁBIO CARRANO MOREIRA<sup>5</sup> e EDMILSON JACINTO MARQUES<sup>4</sup>

**RESUMO** - Seis tamanhos de parcelas compostas de 10, 20, 40, 60, 80 e 100 colmos por hectare foram comparados pelo método da eficiência relativa (ER%), com a finalidade de estimar a intensidade de infestação de *Diatraea* spp. em cana-de-açúcar, variedade CB 45-3. As variáveis usadas para o cálculo da ER% foram número de parcelas representativo da população, média do tempo total para mensurar cada tipo de parcela (coleta de colmos, abertura e contagem de colmos danificados) e erro de amostragem em porcentagem. A parcela de 20 colmos por hectare foi selecionada como a mais eficiente.

Termos para indexação: eficiência relativa, broca-comum.

## ESTIMATING SAMPLING SUFFICIENCY TO EVALUATE INFESTATION INTENSITY OF *DIATRAEA* SPP. IN SUGAR CANE

**ABSTRACT** - Six plot size consisting of 10, 20, 40, 60, 80 and 100 sugar cane stalks, variety CB 45-3, were compared by the relative efficiency (ER%) test to estimate infestation intensity caused by *Diatraea* spp. The variables used for calculating the ER% were the number of plots representing the population, mean of total time to evaluate each plot (collecting stalks in the field, opening and counting the number of damaged stalks), and the sampling error. The plot size composed of 20 stalks per hectare was selected as the most efficient.

Index terms: relative efficiency, sugar cane moth borer.

## INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas da Região Nordeste do Brasil. Trata-se de uma monocultura extensivamente plantada em grandes áreas nos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Sergipe.

Muitos fatores são responsáveis pela redução dos rendimentos agroindustriais da cultura, tais como a

ação de pragas que causam significativas perdas por unidade de área. Entre essas pragas, destaca-se a broca-comum (*Diatraea* spp.), pela sua ampla distribuição nos canaviais do Brasil e de outras localidades no continente americano de maneira geral (Terán, 1987; Vendramim et al., 1989).

A broca-comum ataca a cultura da cana-de-açúcar pela abertura de galerias nos colmos, provocando perda de peso, morte das gemas e "coração morto", que além de reduzir a tonelage por área, não raro, exige custosos replantes. Ocorrem também prejuízos indiretos consideráveis, pois as aberturas (orifícios e galerias) permitem entrada dos fungos *Colletotrichum falcatum* Went e *Fusarium moniliforme*, que invertem a sacarose em glucose, diminuindo a pureza do caldo e o peso do açúcar (Guagliumi, 1972/73; Gallo et al., 1988).

Box (1952) constatou que numa intensidade de infestação de 12,5% houve redução de 5,8% no teor

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 30 de abril de 1997.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Ph.D., DCFL, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Rua Dom Manoel de Medeiros S/N, Dois Irmãos, CEP 52171-900 Recife, PE. E-mail: aleixo@elogica.com.br

<sup>3</sup> Eng<sup>a</sup> Fl., Federação da Agricultura do Estado de Pernambuco (FAEPE), Rua Marquês do Recife 154, 2<sup>a</sup> Andar, Santo Antônio, CEP 50010-060 Recife, PE.

<sup>4</sup> Eng. Agr., Dr., DEPA-UFRPE.

<sup>5</sup> Eng. Fl., Ph.D., DCFL-UFRPE.

de sacarose. Segundo Ingran & Lugas, citados por Metcalfe (1969), para cada 1% de entrenós perfurados ocorre uma queda de 0,5% de açúcar.

Vários parâmetros de uma população vegetal podem ser avaliados pela mensuração de todos os indivíduos que a compõem por meio de um censo, embora na maioria das vezes, por seu alto custo, torne-se impraticável. Tal situação pode ser minimizada com o uso de técnicas de amostragem onde se mensura uma parte representativa da população, com precisão pré-estipulada.

Uma questão fundamental que geralmente surge no planejamento de um levantamento entomológico é a determinação da unidade padrão de coleta de dados, sendo necessária a sua caracterização com relação ao número mínimo de unidades amostrais, que constitui a amostra.

Trabalhos realizados na área florestal indicam que para uma determinada intensidade amostral, geralmente parcelas pequenas são mais representativas que as grandes, existindo tendência de aumento de precisão desde que o número de parcelas independentes seja elevado (Husch et al., 1972). Entretanto, parcelas grandes tendem a apresentar menor variabilidade; porém, em certas circunstâncias, o processo pode tornar-se oneroso pelo elevado número de elementos a serem observados e mensurados (Silva, 1977).

Estudos têm sido feitos para determinar o tamanho ideal de parcelas (número de colmos), com o objetivo de avaliar a intensidade de infestação causada pela broca-comum. Entretanto, nesses estudos não se fazem considerações estatísticas mais aprofundadas, principalmente com relação ao erro de amostragem, custos de amostragem e número mínimo de amostras representativo do local, uma vez que o assunto tem sido tratado como uma técnica experimental, quando na realidade trata-se de uma técnica de amostragem.

Pimentel (1960), utilizou o sistema de amostragem estratificada, em duas etapas, em um levantamento fitossanitário da lavoura canavieira e Pernambuco. Foram usadas parcelas de áreas fixas de 32 m<sup>2</sup> (aproximadamente 180 colmos). Para estimar o número de parcelas representativo da população, utilizou-se o método da razão (máxima curvatura), mas os custos de amostragem não foram considerados.

COPERSUCAR (1980) indica as seguintes técnicas de coleta de dados para amostragem de cana: colmos ao acaso, touceiras, metro de sulco e colmos seguidos no mesmo sulco. Comenta que um fator a ser considerado é o número de amostras retirado por talhão, setor ou parcela experimental. Quanto maior o total de amostras coletadas, maior a possibilidade da amostra ser representativa da área em estudo.

Almeida et al. (1986), estudando a intensidade de infestação da broca *Diatraea saccharalis* nas variedades CB 45-3, NA 56-79 e SP 70-1143, recomendaram coletar na leira de cana, em seis pontos distintos ao acaso, feixes de cinco canas, totalizando 30 canas por hectare, e proceder a determinação externa da percentagem de intensidade de infestação. Macedo & Botelho (1988) também sugerem a coleta de aproximadamente 30 colmos por hectare na linha ou na leira. O índice utilizado para tal estimativa é denominado intensidade de infestação.

Ribeiro et al. (1988) realizaram um levantamento na região de Ibiapaba, Ceará, com 100 colmos coletados ao acaso em cada talhão. A intensidade de infestação foi estimada abrindo-se longitudinalmente cada um dos colmos amostrados.

Vendramim et al. (1991) desenvolveram um índice denominado Intensidade de Danos, obtido pelo produto entre a intensidade de infestação e o percentual do volume da região danificada. Segundo os autores, esse índice permite comparar danos entre cultivares de cana-de-açúcar. Entretanto, o método utilizado para determinar o volume de tecidos danificados pode ser um fator limitante para o uso de tal índice.

Este trabalho teve o objetivo de estimar o tamanho ideal da parcela (número de colmos) para avaliação da intensidade de infestação de broca-comum (*Diatraea* spp.) em cana-de-açúcar, variedade CB45-3.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido na Usina Trapiche, município de Serinhaém, Zona da Mata Sul de Pernambuco, com a variedade de cana-de-açúcar CB 45-3, em cana planta.

Por tratar-se de uma única variedade, o sistema amostral utilizado foi o inteiramente aleatório (Scheaffer et al., 1979), com dados coletados no mês de agosto de 1991.

Seis tamanhos de parcelas foram considerados: 10, 20, 40, 60, 80 e 100 colmos por hectare. Em cada hectare foi deixado uma bordadura de 10 m, usando-se nas avaliações amostras casualizadas em áreas centrais. O número de parcelas coletadas para cada tamanho foi: 10 colmos (20 parcelas); 20 colmos (17 parcelas); 40 colmos (15 parcelas); 60 colmos (12 parcelas); 80 colmos (10 parcelas); 100 colmos (8 parcelas). Na escolha do número de unidades amostrais para cada tamanho de amostra, considerou-se o princípio de que menores parcelas devem ser amostradas em maior número, e vice-versa.

Cada conjunto de colmos (parcela) foi amarrado em feixe e etiquetado com o número da parcela. Cada colmo foi cortado na base e na extremidade, e transportado sem palhas. Os feixes foram analisados individualmente. Foram cronometrados o tempo de operação de coleta de parcelas no campo ( $T_1$ ); o tempo de observação, abertura longitudinal e avaliação de infestação por cana ( $T_2$ ). O tempo total (TT) foi obtido pela soma de  $T_1$  e  $T_2$ .

A avaliação da intensidade de infestação em percentagem (II%) foi realizada segundo Macedo & Botelho (1988), cuja fórmula é expressa por:

$$II\% = \left( \frac{NEB}{NTE} \right) \cdot 100,$$

onde:

NEB = número de entrenós broqueados;

NTE = número total de entrenós.

O procedimento de seleção do tamanho ideal da parcela foi o da eficiência relativa (ER%) (Covas & Christensen, 1945; Freese, 1962; Machado & Albertini, 1973; Scolforo et al., 1993).

A ER% de cada parcela foi comparada em relação às demais, através da fórmula:

$$ER\% = \left( \frac{TT_i \cdot NPR_i \cdot EAR_i}{TT_j \cdot NPR_j \cdot EAR_j} \right) \cdot 100,$$

onde:

$TT_i$  = tempo total médio de operação da coleta da cana em parcelas do tipo i;

$TT_j$  = tempo total médio de operação da coleta da cana em parcelas do tipo j;

$NPR_i$  e  $NPR_j$  correspondem aos números de parcelas representativas da população usando parcelas do tipo (i,j), definidos por:

$$NPR_x = \frac{t_{x(0,025)}^2 \cdot CV_x^2}{EA\%^2}, \quad x = i, j,$$

onde:

$t_x$  = valor na distribuição de t a 5% de probabilidade;

$CV_x$  = coeficiente de variação;

EA% = erro de amostragem adotado (10%);

$EAR_i$  e  $EAR_j$  são os erros amostrais reais (ocorridos no campo), usando parcelas do tipo (i,j), definidos por:

$$EAR_x = \frac{t_{(0,025)} \cdot S_x^-}{II\%}, \quad x = i, j,$$

onde:

$S_x^-$  = erro padrão da média.

II% = intensidade média de infestação.

Quando o valor de ER% for menor que 100, conclui-se que o tipo de parcela usado no numerador é mais eficiente do que o tipo usado no denominador, e vice-versa. Quando igual ou próximo a 100, os tipos de parcelas são considerados semelhantes.

Geralmente considera-se um tipo de parcela como padrão (100% eficiente), e faz-se a comparação com os outros. Neste trabalho não se usou um padrão sendo todos os tipos de parcelas comparados entre si.

Uma grande vantagem do teste da ER% é que além de considerar medidas de variação também considera custos, buscando encontrar um tamanho ideal de parcela com boa precisão e baixo custo de coleta de dados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores utilizados nos cálculos de ER% dos diferentes tipos de parcelas (números de colmos), encontram-se na Tabela 1.

O tipo de parcela composto por 20 colmos foi o mais eficiente entre os usados neste trabalho (Tabela 2). Para comparar a ER% desse tipo de parcela com qualquer outro, deve-se considerar a coluna liderada pelo número 20. Conclui-se que esse tipo de parcela foi 190,61% mais eficiente que o tipo de parcela onde foram usados 10 colmos, e assim sucessivamente. Considerando a linha liderada pelo número 20, observa-se que o tipo de parcela que usou 10 colmos só é 34,37% eficiente quando comparado com o tipo que usou 20 colmos. Quaisquer comparações podem ser feitas através da Tabela 2. Baseando-se nos resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que para variedade de cana CB 45-3, em cana planta, nas condições amostradas, o melhor tamanho de amostra é o de 20 colmos.

**TABELA 1.** Resultados amostrais das variáveis utilizadas no cálculo da eficiência relativa, nos diversos tamanhos de parcelas estudadas<sup>1</sup>.

| T.P. | N.P. | II%   | TT    | CV%   | EAR%  | NPR |
|------|------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 10   | 20   | 4,194 | 7,28  | 69,70 | 32,59 | 213 |
| 20   | 17   | 6,872 | 12,29 | 39,90 | 20,19 | 70  |
| 40   | 15   | 7,847 | 24,25 | 37,10 | 20,52 | 64  |
| 60   | 12   | 6,291 | 33,00 | 26,90 | 17,08 | 36  |
| 80   | 10   | 6,428 | 42,25 | 33,00 | 23,56 | 56  |
| 100  | 8    | 4,368 | 58,51 | 37,40 | 31,19 | 80  |

<sup>1</sup> T.P. = tamanho de parcela (número de colmos); N.P. = número de parcelas mensuradas; II% = intensidade de infestação em percentagem; TT = tempo total médio de operação da coleta de cana (horas); CV% = coeficiente de variação em percentagem; EAR% = erro amostral real; NPR = número de parcelas representativo da população.

**TABELA 2.** Resultados das eficiências relativas de cada tamanho de parcela (número de colmos por hectare) comparado com os demais.

| Tamanho de parcela | Tamanho de parcela |        |        |        |        |        |
|--------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                    | 10                 | 20     | 40     | 60     | 80     | 100    |
| 10                 | 100,00             | 290,61 | 158,77 | 249,06 | 90,67  | 35,50  |
| 20                 | 34,37              | 100,00 | 54,58  | 85,62  | 31,17  | 11,61  |
| 40                 | 62,98              | 183,22 | 100,00 | 156,87 | 57,11  | 22,36  |
| 60                 | 40,15              | 116,80 | 63,75  | 100,00 | 36,40  | 14,25  |
| 80                 | 110,29             | 320,82 | 175,10 | 274,73 | 100,00 | 39,15  |
| 100                | 281,69             | 861,67 | 447,23 | 701,75 | 255,42 | 100,00 |

Em função deste resultado, obteve-se um limite de confiança quanto a intensidade de infestação igual a 6,872% ± 1,388%. Portanto, para os dados estudados a média da intensidade de infestação por hectare esteve em torno de 6,872%, podendo variar entre 5,484% e 8,260%, a 5% de probabilidade, com um erro de amostragem real de 20,19%. Para reduzir esse erro para aproximadamente 10%, mais 53 parcelas deveriam ser coletadas.

Esse tipo de parcela não deve ser generalizado para outras variedades de cana ou outros locais, pois dependendo das condições específicas o sistema amostral poderá mudar. Se, por exemplo, mais de uma variedade de cana deve ser amostrada, o sistema amostral deverá ser o estratificado.

## CONCLUSÃO

O tamanho ideal de parcela para avaliação da intensidade de infestação de *Diatraea* spp. em cana-de-açúcar é de 20 colmos por hectare.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L.C.; ALBUQUERQUE, F.C.; ALONSO, O.; PIEDADE, S.M.S. Metodologia para avaliar os prejuízos ocasionados pela broca da cana-de-açúcar. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, v.104, n.3/4, p.32-39, 1986.
- BOX, H.E. Informe preliminar sobre los taladradores de la caña de azúcar (*Diatraea* spp.) em Venezuela. Maracay: Inst. Nac. Agr., 1952. 93p. (Boletim tecnico, 2).
- COPERSUCAR. Amostragem e análise da cana-de-açúcar. São Paulo, 1980. 37p.
- COVAS, G.; CHRISTENSEN, J.R. Determinacion de tamaño de parcelas para ensayos comparativos de rendimiento. *Revista Argentina de Agronomia*, Buenos Aires, v.23, n.12, p.26-28, 1945.
- FRESE, F. Forest sampling. Washington, DC.: USDA, Forest Service, 1962. 91p.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCHHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D. Manual de entomologia agrícola. São Paulo: Ed. Ceres, 1988. 649p.
- GUAGLIUMI, P. Pragas da cana-de-açúcar (Nordeste do Brasil). Rio de Janeiro: IAA, 1972/73. 622p. (Coleção Canavieira, 10).
- HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T.W. Forest mensuration. New York: The Ronald Press, 1972. 410p.
- MACEDO, N.; BOTELHO, P.S.M. Controle integrado da roca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera, Pyralidae). *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, v.106, n.2, p.2-12, 1988.
- MACHADO, S.A.; ALBERTINI, W. Comparação de quatro métodos de medição num bosque tropical. *Turrialba*, San José, v.23, n.1, p.72-87, 1973.
- METCALFE, J.R. The estimation of loss caused by sugar cane moth borers. In: METCALFE, J.R. *Pest of sugar cane*. Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1969. p.61-75.
- PIMENTEL, P. Plano de amostragem do levantamento fitossanitário da lavoura canavieira de Pernambuco. Recife: Comissão de combate às pragas da cana-de-açúcar no estado de Pernambuco, 1960. 14p. (Publicação, 14).

- RIBEIRO, M.C.M.; TORRES FILHO, J.; VERDE, N.G.L. **Levantamento da broca da cana-de-açúcar na Serra de Ibiapaba – CE.** Fortaleza: EPACE, 1988. 4p. (Comunicado técnico, 18).
- SCHEAFFER, R.L.; MENDENHALL, M.; OTT, L. **Elementary survey sampling.** Duxbury: [s.n.], 1979. 287p.
- SCOLFORO, J.R.; CHAVES, A.L.; MELO, J.M. Definição do tamanho de parcela para inventário florestal em floresta semidecídua montana. In: CONGRESSO FLORESTAL PAN-AMERICANO, 1., CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBS/SBEF, 1993, v.1, p.333-337.
- SILVA, L.B.X. Tamanho e forma de unidade de amostra em amostragem aleatória para florestas plantadas de *Eucalyptus alba*. Rewien. **Revista Floresta**, Curitiba, v.8, n.1, p.13-18, 1977.
- TERÁN, F.O. Pragas da cana-de-açúcar. In: TERÁN, F.O. **Cana-de-açúcar, cultivo e utilização.** Campinas: Fundação Cargil, 1987. v.2, p.605-628.
- VENDRAMIM, J.D.; SILVA, F.C.; CAMARGO, A.P. Avaliação das dimensões da região danificada pelo complexo broca-podridões em seis cultivares de cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v.18, p.105-118, 1989.
- VENDRAMIM, J.D.; SILVA, F.C.; CESAR, M.A.A.; CAMARGO, A.P. Intensidade de dano: um novo índice para avaliação do complexo broca-podridões em cultivares de cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v.20, n.2, p.319-331, 1991.