

TAMANHO DE AMOSTRA PARA A ESTIMAÇÃO DA MÉDIA DE LAGARTAS NA CULTURA DE SOJA

SAMPLE SIZE FOR ESTIMATE THE AVERAGE OF CATERPILLARS IN SOYBEAN

**Glauber Renato STÜRMER¹; Alberto CARGNELUTTI FILHO²;
Jerson Vanderlei Carús GUEDES³; Lucas da Silva STEFANELO⁴**

1. Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, RS, Brasil; 2. Engenheiro Agrônomo, Professor, Doutor, Departamento de Fitotecnia - UFSM, Santa Maria, RS, Brasil, alberto.cargnelutti.filho@gmail.com; 3. Engenheiro Agrônomo, Professor, Doutor, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil; 4. Acadêmico do Curso de Agronomia - UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

RESUMO: Os objetivos deste trabalho foram determinar o tamanho de amostra (número de pontos amostrais) para a estimação da média de densidade populacional de lagartas e verificar a variabilidade do tamanho de amostra entre os tamanhos e as espécies de lagartas e os estádios fenológicos. Em 6,16 ha de soja, foi demarcado um gride de 154 pontos amostrais, espaçados de 20 × 20 m. Foram coletados dados de densidade populacional de lagartas pequenas e grandes das espécies *Anticarsia gemmatalis*, *Pseudoplusia includens* e *Spodoptera eridania*, por meio de pano-de-batida vertical, em 14 estádios fenológicos. Foram calculadas medidas de tendência central, de variabilidade e de distribuição espacial e calculados os tamanhos de amostra. Há variabilidade do tamanho de amostra para a estimação da média de densidade populacional de lagartas entre os tamanhos e as espécies de lagartas e entre os estádios fenológicos da soja. Menores tamanhos de amostra são necessários para as lagartas pequenas, a espécie *A. gemmatalis* e para os estádios fenológicos intermediários (R1, R2, R3, R4 e R5.1) em relação, às lagartas grandes, às espécies *P. includens* e *S. eridania* e os estádios fenológicos iniciais (V7, V9 e V11) e finais (R5.3, R5.5 e R6), respectivamente. Para o total de lagartas, 18 pontos amostrais são suficientes para estimar a média de densidade populacional de lagartas, para um erro de estimação igual a 30% da média estimada, com grau de confiança de 95%, nos estádios fenológicos intermediários (R1, R2, R3, R4 e R5.1).

PALAVRAS-CHAVE: Dimensionamento de amostra. Precisão experimental. *Anticarsia gemmatalis*. *Pseudoplusia includens*. *Spodoptera eridania*.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a soja é cultivada em 24,2 milhões de hectares, produziu 75,3 milhões de toneladas de grãos na safra agrícola 2010/2011, e representa um dos mais importantes produtos de exportação do Brasil. Nos últimos anos têm ampliado sua importância e o volume de grãos produzidos, pela incorporação de novas áreas de cultivo e, principalmente, devido ao ganho em produção por área. No Rio Grande do Sul, a área cultivada é de 4,1 milhões de hectares, com produtividade média de 2,85 t ha⁻¹, participando com 15% da produção nacional na safra agrícola 2010/2011 (CONAB, 2011).

As lagartas desfolhadoras *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818), *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) e *Spodoptera eridania* (Cramer, 1872) são frequentes na cultura de soja (DEGRANDE; VIVAN, 2011). Essas lagartas alimentam-se do limbo e das nervuras foliares, ocasionando desfolhamento de até 100% e redução na produtividade de grãos (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000). Segundo Reichert e Costa (2003) a desfolha sequencial nos estádios vegetativo e reprodutivo reduzem a produtividade de grãos,

podendo chegar a perdas de até 642 kg ha⁻¹. Na soja, o nível de controle recomendado é de 40 lagartas grandes ($\geq 1,5$ cm) por m² (REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 2010). Assim, é necessário quantificar a densidade populacional de lagartas para definir o momento adequado para controlar a praga.

A contagem de lagartas, coletadas por meio do pano-de-batida vertical (DREES; RICE, 1985), em pontos amostrais da lavoura, é adequada para quantificar a densidade populacional de lagartas na cultura de soja. Segundo Guedes et al. (2006) o pano-de-batida vertical apresenta maior capacidade de coleta de *Anticarsia gemmatalis* em relação ao pano-de-batida. O grau de precisão estabelecido pelo pesquisador interfere no número de pontos amostrais a serem tomados de forma que diminuindo o grau de precisão diminuirá, concomitantemente, o número de pontos amostrais necessários para quantificar a população de insetos-praga (COSTA et al., 1988). Portanto, para a estimação da média de densidade populacional de lagartas, com precisão desejada, é importante dimensionar o tamanho de amostra (número de pontos amostrais) necessário.

Pesquisas sobre levantamentos

populacionais e dimensionamentos amostrais de lagartas e outros insetos-praga na cultura de soja (COSTA; LINK, 1980; COSTA; LINK, 1982; MORAES et al., 1991; CAMPOS et al., 1997; GUEDES et al., 2006; GUEDES et al., 2010), de corós em áreas de campo nativo e de cultivo (SILVA; COSTA, 1998; CARGNELUTTI FILHO et al., 2011) e de ácaros em erva-mate (BERTOLDO et al., 2008; LÚCIO et al., 2009) têm sido realizadas. Para quantificar densidade populacional de lagartas na cultura de soja é recomendado realizar 6 amostras para áreas de até 10 ha, 8 amostras para áreas de 11 a 30 ha e 10 amostras para áreas de 30 a 100 ha e para áreas superiores a 100 ha, é recomendado subdividir em talhões de 100 ha (REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 2010). Porém, não há informação sobre o erro de estimação da média com essas recomendações. Portanto, há carência de informações sobre o tamanho de amostra (número de pontos amostrais) necessário para a quantificação da densidade populacional de lagartas na cultura de soja.

Os objetivos deste trabalho foram determinar o tamanho de amostra (número de pontos amostrais) para a estimação da média de densidade populacional de lagartas e verificar a variabilidade do tamanho de amostra entre os tamanhos e as espécies de lagartas e os estádios fenológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento com a cultura de soja foi conduzido na safra agrícola 2010/2011 em área de

6,16 ha, localizada 29°42'24"S, 53°48'42"W, e a 95 m de altitude. A cultivar de soja BMX Potência RR, foi semeada no dia 29 de outubro de 2010, em linhas espaçadas a 0,5 m, com densidade de 25 plantas m^{-2} . O controle de plantas daninhas e de doenças foram realizados de acordo com as recomendações da pesquisa para a cultura (REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 2010). Foi realizada uma aplicação de metomil (107 g i.a. ha^{-1}) para o controle de lagartas no dia 03 de fevereiro de 2011, em função da desfolha ter atingido o nível de controle.

Na área experimental foi demarcado um gride de 154 pontos amostrais, espaçados de 20 × 20 m. Em cada um desses 154 pontos amostrais foram coletadas lagartas, por meio do método de amostragem pano-de-batida vertical, em 14 estádios fenológicos da cultura de soja (V7, V9, V11, R1, R2, R3, R4, R5.1, R5.3, R5.5, R6, R7.1, R7.3 e R8.2), definidos de acordo com a escala proposta por Ritchie et al. (1982).

O pano-de-batida vertical foi constituído de um bastão de madeira, na extremidade superior, e um tubo de policloreto de polivinila (100 mm), cortado ao meio longitudinalmente, na extremidade inferior, ligados entre si por um tecido branco, com comprimento de 1 m e com altura ajustável a estatura das plantas de soja. O tubo de policloreto de polivinila serviu de calha coletora das lagartas (Figura 1). Para a coleta das lagartas, o pano foi colocado verticalmente na entre linha da cultura, e as plantas de apenas uma fileira eram sacudidas contra a superfície do pano. Esse procedimento foi realizado em dois metros de linha de soja, a fim de amostrar 1 m^2 de área.

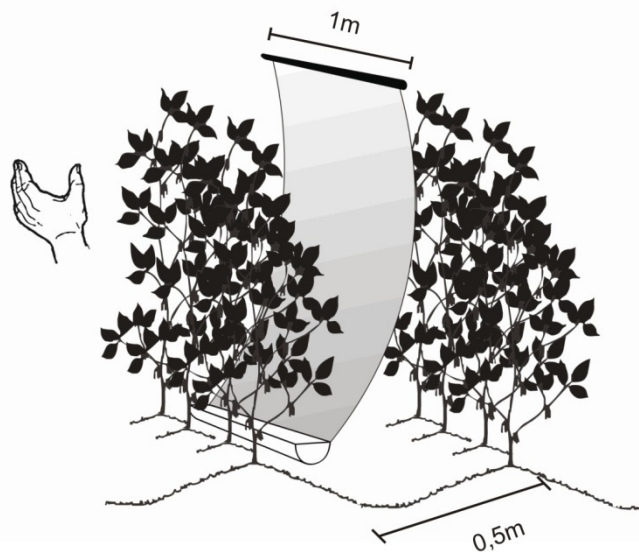


Figura 1. Representação do pano-de-batida vertical utilizado como método de amostragem de lagartas na cultura de soja.

Em cada uma das 2.156 coletas (154 pontos amostrais/estádio fenológico \times 14 estádios fenológicos), de 1 m² de área, foi contado o número de lagartas pequenas ($\leq 1,5$ cm) e grandes ($> 1,5$ cm) (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000) das espécies *Anticarsia gemmatalis*, *Pseudoplusia includens* e *Spodoptera eridania*, obtendo-se dessa forma seis variáveis. O tamanho de amostra (número de pontos amostrais) para a estimação da média de densidade populacional de lagartas determinado para essas seis variáveis, serve de base para planejamentos amostrais em pesquisas específicas por tamanhos e espécies de lagartas e por estádios fenológicos. Após somou-se os valores dessas seis variáveis para obtenção do total de lagartas (sétima variável) em cada estágio fenológico. Na prática, o dimensionamento amostral a partir dessa variável pode ser utilizado para a estimação da média de densidade populacional de lagartas em cada estágio fenológico, independentemente de tamanhos e espécies de lagartas.

Para cada variável e estágio fenológico, a partir da densidade populacional de lagartas nos 154 pontos amostrais, foram calculadas as estatísticas: mínimo, máximo, média (m), variância (s²) e coeficiente de variação. A seguir, para cada variável e estágio fenológico, foi calculado o índice de Morisita (I_δ) (MORISITA, 1962) e o parâmetro k da distribuição binomial negativa, por meio, respectivamente, das expressões:

$$I_{\delta} = \frac{n \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i \right)}{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 - \sum_{i=1}^n x_i} \quad \text{e} \quad k = \frac{m^2}{(s^2 - m)}$$

quais n é o número de pontos amostrais (n = 154), x_i é o número de lagartas no i-ésimo ponto amostral, m é a média amostral e s² é a variância amostral. Após, aplicou-se o teste de F (unilateral) aos dados de densidade populacional de lagartas, para verificar a homogeneidade de variâncias entre os tamanhos de lagartas dentro de cada combinação de espécie \times estágio fenológico (33 testes), entre as espécies dentro de cada combinação de tamanho de lagarta \times estágio fenológico (22 testes) e entre os estádios fenológicos dentro de cada combinação de tamanho de lagarta \times espécie (6 testes).

Para cada variável e estágio fenológico, tomando-se por base os 154 pontos amostrais (n=154), foi calculado o tamanho de amostra (número de pontos amostrais, η) para as semiamplitudes do intervalo de confiança (erros de estimação) iguais a 10, 20, 30, 40 e 50% (D) da estimativa da média (m) de densidade populacional

de lagartas, em lagartas m⁻², com grau de confiança (1- α) de 95%, por meio da expressão: $\eta = (t_{\alpha/2}^2 s^2) / (Dm)^2$ (BUSSAB; MORETTIN, 2004). Nessa expressão, t _{$\alpha/2$} é o valor crítico da distribuição t de Student, cuja área à direita é igual a $\alpha/2$, isto é, o valor de t, tal que P(t > t _{$\alpha/2$}) = $\alpha/2$, com (n-1) graus de liberdade, com $\alpha=5\%$ de probabilidade de erro, s² é a estimativa da variância.

Em seguida, fixando-se η igual a 154 pontos amostrais, que foi o tamanho de amostra utilizado na amostragem, foi calculado o erro de estimação em porcentagem da estimativa da média (m) para cada variável e estágio fenológico, por meio da expressão $D = (100 t_{\alpha/2} s) / (\sqrt{\eta} m)$, em que s é a estimativa do desvio padrão. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do aplicativo Office Excel e nos cálculos intermediários foram utilizadas todas as casas decimais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram encontradas lagartas nos estádios fenológicos R7.1, R7.3 e R8.2, e, por isso não foram apresentados resultados desses estádios. Nos demais estádios fenológicos, os resultados sugerem que houve variabilidade da média de densidade populacional de lagartas m⁻² entre as espécies, os tamanhos de lagartas e os estádios fenológicos (Tabela 1). De maneira geral, entre as espécies, houve predomínio da *Anticarsia gemmatalis* sobre *Pseudoplusia includens* e a *Spodoptera eridania*. Predominância de *A. gemmatalis* sobre *P. includens* e a *S. eridania* foram relatadas por Moraes et al. (1991) e Guedes et al. (2010).

Já as lagartas pequenas apareceram em maior quantidade que as grandes (Tabela 1). Em trabalho realizado por Silva et al. (2003) com *A. gemmatalis*, foram encontradas maiores populações de lagartas pequenas em relação às grandes. Entre os estádios fenológicos a densidade populacional aumentou, gradativamente, no sentido dos estádios inicial (V7) e final (R6) aos intermediários, sendo que o pico populacional de 49,86 lagartas m⁻² ocorreu em R4. Campos et al. (1997) encontraram maiores populações de *A. gemmatalis* e de *P. includens*, próximas ao estágio de florescimento da cultura.

Tabela 1. Mínimo, máximo, média e coeficiente de variação (CV%), índice de Morisita (I_{δ}) e parâmetro k da distribuição binomial negativa, da densidade populacional de lagartas pequenas e grandes das espécies *Anticarsia gemmatalis*, *Pseudoplusia includens* e *Spodoptera eridania* e do total de lagartas, em lagartas m⁻², com base em 154 pontos de 1 m² de área, em 11 estádios fenológicos na cultura de soja.

Estatística	Estádio fenológico ⁽¹⁾										
	V7	V9	V11	R1	R2	R3	R4	R5.1	R5.3	R5.5	R6
<i>Anticarsia gemmatalis</i> - pequena											
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	2,00	4,00	10,00	18,00	21,00	57,00	61,00	12,00	9,00	6,00	4,00
Média	0,10	0,19	1,93	4,17	6,16	20,81	22,41	2,82	0,79	0,88	0,17
CV(%)	327,19	283,28	100,28	78,53	75,94	62,68	46,61	91,51	185,19	144,14	357,09
I_{δ}	1,47 ^{ns}	3,79*	1,49*	1,37*	1,41*	1,34*	1,17*	1,48*	3,16*	1,95*	8,06*
K	2,28	0,37	2,05	2,65	2,41	2,90	5,79	2,07	0,46	1,06	0,15
<i>Anticarsia gemmatalis</i> - grande											
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	1,00	3,00	5,00	6,00	13,00	30,00	49,00	16,00	3,00	4,00	1,00
Média	0,04	0,11	0,88	0,92	2,61	7,12	22,38	2,98	0,55	0,18	0,03
CV(%)	498,28	336,60	136,98	133,88	99,43	69,58	44,39	89,84	148,35	299,78	547,67
I_{δ}	0,00 ^{ns}	3,40*	1,74*	1,70*	1,60*	1,34*	1,15*	1,47*	1,37*	4,39*	0,00 ^{ns}
K	-1,19	0,44	1,34	1,43	1,65	2,91	6,56	2,12	2,72	0,30	-1,24
<i>Pseudoplusia includens</i> - pequena											
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	2,00	3,00	3,00	4,00	12,00	17,00	10,00	7,00	17,00	4,00	7,00
Média	0,09	0,28	0,44	0,67	1,95	4,92	1,55	1,51	1,26	0,42	0,29
CV(%)	363,71	218,58	184,89	129,12	119,24	80,85	112,22	105,59	174,53	196,80	296,00
I_{δ}	3,38*	2,22*	2,16*	1,17 ^{ns}	1,91*	1,45*	1,61*	1,45*	3,25*	2,52*	6,35*
K	0,45	0,84	0,87	5,81	1,10	2,22	1,63	2,20	0,44	0,67	0,19
<i>Pseudoplusia includens</i> - grande											
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	1,00	2,00	2,00	2,00	6,00	18,00	25,00	7,00	7,00	3,00	1,00
Média	0,01	0,07	0,14	0,15	0,58	2,40	2,44	1,34	1,12	0,38	0,06
CV(%)	1.240,97	395,56	266,04	284,20	181,08	131,32	116,34	101,85	122,39	184,44	402,70
I_{δ}	-	2,80 ^{ns}	0,73 ^{ns}	2,43*	2,56*	2,30*	1,94*	1,29*	1,60*	1,80*	0,00 ^{ns}
K	-	0,61	-3,91	0,72	0,65	0,76	1,06	3,41	1,66	1,26	-1,12
<i>Spodoptera eridania</i> - pequena											
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	2,00	4,00	3,00	5,00	11,00	10,00	7,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Média	0,06	0,36	0,19	0,27	0,94	0,79	0,38	0,18	0,09	0,13	0,06
CV(%)	454,91	198,40	263,04	288,23	187,71	195,75	259,51	230,66	363,71	301,15	488,58
I_{δ}	6,84*	2,20*	2,66*	5,72*	3,46*	3,56*	5,12*	0,81 ^{ns}	3,38*	2,43 ^{ns}	8,56*
K	0,19	0,84	0,62	0,22	0,41	0,39	0,25	-5,56	0,45	0,73	0,15
<i>Spodoptera eridania</i> - grande											
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	1,00	1,00	3,00	1,00	2,00	9,00	5,00	3,00	2,00	2,00	1,00
Média	0,01	0,01	0,07	0,02	0,10	0,49	0,71	0,21	0,06	0,03	0,01
CV(%)	1.240,97	1240,97	455,75	711,77	314,52	242,15	148,19	244,30	419,45	740,24	874,62
I_{δ}	-	-	8,40*	0,00 ^{ns}	1,28 ^{ns}	4,86*	1,80*	2,33*	3,42 ^{ns}	30,80	0,00 ^{ns}
K	-	-	0,15	-1,49	3,74	0,26	1,26	0,77	0,46	0,04	-1,99
Total de lagartas											
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	13,00	19,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	4,00	9,00	14,00	19,00	34,00	73,00	123,00	29,00	18,00	9,00	7,00
Média	0,31	1,02	3,65	6,19	12,34	36,53	49,86	9,06	3,86	2,03	0,62
CV(%)	206,31	131,01	88,03	63,08	59,67	33,54	38,86	58,55	96,71	108,40	194,56
I_{δ}	1,99*	1,74*	1,50*	1,24*	1,27*	1,08*	1,13*	1,23*	1,67*	1,68*	3,17*
K	1,02	1,36	2,00	4,23	3,64	11,75	7,64	4,30	1,48	1,47	0,46

⁽¹⁾ Estádios de desenvolvimento da soja segundo Ritchie et al. (1982), adaptado por Yorinori (1996). * Índice de Morisita difere de um, pelo teste χ^2 , em nível de 5% de probabilidade. ^{ns} Não-significativo. - Não calculado, pois foi encontrada apenas uma lagarta nos 154 pontos, logo média é igual a variância.

A maior disponibilidade e a melhor qualidade do alimento pode ter favorecido o acréscimo da população de lagartas, até R4. A partir de R4, o decréscimo pode ter sido ocasionado pela aplicação de inseticida e pelo decréscimo natural frente à competição por alimento. Essas inferências são gerais, e para conclusões definitivas sobre possíveis diferenças de densidade populacional de lagartas entre as espécies, entre seus tamanhos e entre os estádios fenológicos, estudos mais detalhados devem ser realizados e não são alvos deste trabalho.

De maneira geral, os coeficientes de variação (CV) da densidade populacional de lagartas foram mais elevados para as espécies *P. includens* e *S. eridania* em relação aos verificados para *A. gemmatalis* (Tabela 1). Esses resultados sugerem que para estimar a média de densidade populacional de *P. includens* e de *S. eridania* são necessários mais pontos amostrais. Em relação aos tamanhos de lagartas os maiores escores de CV para as lagartas grandes sugerem maior tamanho de amostra em relação às pequenas. Portanto, esses resultados sugerem que há variabilidade do tamanho de amostra entre as espécies e os tamanhos de lagartas.

De maneira geral, houve diminuição gradativa do coeficiente de variação (CV) no sentido dos estádios inicial (V7) e final (R6) aos intermediários (Tabela 1). Esse comportamento foi inversamente proporcional, ao discutido, anteriormente, sobre a média de densidade populacional de lagartas m^{-2} . Portanto, esses resultados sugerem que, para obtenção de estimativas com uma mesma precisão, maiores tamanhos de amostra (número de pontos amostrais) serão necessários nos estádios inicial (V7) e final (R6) (maiores CV e menores densidades populacionais) com diminuição gradativa em direção aos estádios intermediários (menores CV e maiores densidades populacionais). Por outro lado, estimativas obtidas a partir de um tamanho de amostra único apresentariam menor precisão nos estádios inicial (V7) e final (R6) e maior nos intermediários.

Na prática, a definição de um do tamanho de amostra (número de pontos amostrais), com precisão desejada, a partir das densidades populacionais próximas ao nível de controle (maiores densidades) é adequado, pois nesse momento deve-se definir a necessidade de controle da praga. Em menores densidades populacionais, é tolerável permitir menor precisão pelo fato da densidade populacional, estar, relativamente, distante do nível de controle, e, portanto, o risco de

danos é menor. Em menores densidades populacionais a ausência de lagartas em determinados pontos amostrais tem contribuição importante nos elevados valores de coeficiente de variação. No momento em que a densidade populacional de lagartas aumenta, há tendência de homogeneização na área, o que resulta em diminuição do coeficiente de variação, e como consequência menos pontos amostrais serão necessários na amostragem. Esses resultados concordam com a constatação de Cargnelutti Filho et al. (2011), de que a ausência de corós em alguns pontos amostrados (trincheiras) contribuiu para originar elevados coeficientes de variação.

O teste F, aplicado entre as variâncias de densidade populacional de lagartas pequenas e grandes, em cada espécie e estádio fenológico (33 casos), revelou que estas foram heterogêneas ($P \leq 0,05$) em 30 casos (90,91% dos casos), indicando que o tamanho de amostra para a estimativa da média de densidade populacional de lagartas é diferenciado entre os tamanhos pequeno e grande das lagartas (Tabela 2). Nos outros três casos (*Anticarsia gemmatalis* nos estádios fenológicos R4 e R5.1 e *Spodoptera eridania* no estádio fenológico R4), as variâncias foram homogêneas, o que revela que o uso da média do tamanho de amostra entre os tamanhos de lagartas (pequenas e grandes) é adequado para estimar a média de densidade populacional de lagartas. Entre as variâncias das espécies, em cada tamanho de lagarta e estádio fenológico (22 casos), o teste F revelou variâncias heterogêneas ($P \leq 0,05$) em 21 casos (95,45% dos casos), o que revela, com exceção de um caso (lagartas pequenas no estádio fenológico V7) a necessidade de determinar o tamanho de amostra em cada espécie e estádio fenológico. As variâncias dos estádios fenológicos, em cada tamanho de lagarta e espécie, foram heterogêneas ($P \leq 0,05$) nos seis casos. Então, de maneira geral, os resultados indicam a necessidade de utilizar a maior das 66 variâncias estimadas (3 espécies \times 2 tamanhos de lagartas \times 11 estádios fenológicos) para determinar um tamanho de amostra único para essas espécies, tamanhos e estádios fenológicos, a partir de um erro tolerável e grau de confiança fixo. Por outro lado, a variabilidade existente possibilita a identificação de espécies, tamanhos de lagartas e estádios fenológicos com maior e menor tamanho de amostra necessário para estimar a média de densidade populacional de lagartas.

De maneira geral, em relação à densidade populacional de lagartas pequenas e grandes das espécies *A. gemmatalis*, *P. includens* e *S. eridania* e

o total de lagartas em cada estágio fenológico, a variância foi maior que a média, o índice de Morisita (MORISITA, 1962) foi superior à unidade ($P \leq 0,05$) e o parâmetro k da distribuição binomial

negativa tendeu a zero ($-5,56 \leq k \leq 11,75$) (Tabela 2). Esses resultados indicam que as lagartas se distribuíram de forma agregada na área.

Tabela 2. Variância da densidade populacional de lagartas pequenas e grandes das espécies *Anticarsia gemmatalis*, *Pseudoplusia includens* e *Spodoptera eridania*, em lagartas m^{-2} , com base em 154 pontos de $1 m^2$ de área, em 11 estádios fenológicos na cultura de soja, e valores de teste F para homogeneidade de variâncias (F = maior variância/menor variância).

Espécie	Tamanho	Estádio fenológico ⁽¹⁾											F ⁽⁴⁾
		V7	V9	V11	R1	R2	R3	R4	R5.1	R5.3	R5.5	R6	
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	pequena	0,10	0,28	3,74	10,72	21,90	170,07	109,08	6,68	2,12	1,62	0,36	1.674,51*
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	grande	0,04	0,14	1,46	1,50	6,74	24,52	98,68	7,17	0,65	0,28	0,03	3.120,96*
F ⁽²⁾		2,69*	2,06*	2,56*	7,13*	3,25*	6,94*	1,11 ^{ns}	1,07 ^{ns}	3,23*	5,87*	11,50*	
<i>Pseudoplusia includens</i>	pequena	0,11	0,37	0,67	0,75	5,40	15,84	3,01	2,55	4,83	0,69	0,72	144,86*
<i>Pseudoplusia includens</i>	grande	0,01	0,08	0,13	0,18	1,10	9,95	8,03	1,87	1,87	0,50	0,06	1.532,99*
F ⁽²⁾		16,84*	4,67*	5,06*	4,14*	4,93*	1,59*	2,67*	1,36*	2,59*	1,38*	12,91*	
<i>Spodoptera eridania</i>	pequena	0,09	0,52	0,25	0,62	3,08	2,37	0,96	0,18	0,11	0,15	0,08	37,79*
<i>Spodoptera eridania</i>	grande	0,01	0,01	0,11	0,02	0,11	1,43	1,12	0,27	0,07	0,06	0,01	219,92*
F ⁽²⁾		13,44*	80,16*	2,32*	32,14*	28,85*	1,66*	1,17 ^{ns}	1,56*	1,47*	2,65*	6,32*	
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	pequena	0,10	0,28	3,74	10,72	21,90	170,07	109,08	6,68	2,12	1,62	0,36	1.674,51*
<i>Pseudoplusia includens</i>	pequena	0,11	0,37	0,67	0,75	5,40	15,84	3,01	2,55	4,83	0,69	0,72	144,86*
<i>Spodoptera eridania</i>	pequena	0,09	0,52	0,25	0,62	3,08	2,37	0,96	0,18	0,11	0,15	0,08	37,79*
F ⁽³⁾		1,25 ^{ns}	1,83*	15,24*	17,34*	7,11*	71,89*	114,19*	37,99*	44,22*	10,59*	8,77*	
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	grande	0,04	0,14	1,46	1,50	6,74	24,52	98,68	7,17	0,65	0,28	0,03	3.120,96*
<i>Pseudoplusia includens</i>	grande	0,01	0,08	0,13	0,18	1,10	9,95	8,03	1,87	1,87	0,50	0,06	1.532,99*
<i>Spodoptera eridania</i>	grande	0,01	0,01	0,11	0,02	0,11	1,43	1,12	0,27	0,07	0,06	0,01	219,92*
F ⁽³⁾		5,80*	21,26*	13,81*	78,16*	63,08*	17,17*	88,07*	26,16*	25,19*	8,64*	4,29*	

⁽¹⁾ Estádios de desenvolvimento da soja segundo Ritchie et al. (1982), adaptado por Yorinori (1996); ⁽²⁾ * Variâncias entre os tamanhos de lagarta, dentro de cada combinação de espécie × estágio fenológico são heterogêneas pelo teste F unilateral, em nível de 5% de probabilidade. ^{ns} variâncias homogêneas; ⁽³⁾ * Variâncias entre as espécies, dentro de cada combinação de tamanho de lagarta × estágio fenológico são heterogêneas pelo teste F unilateral, em nível de 5% de probabilidade. ^{ns} variâncias homogêneas; ⁽⁴⁾ * Variâncias entre os estádios fenológicos, dentro de cada combinação de tamanho de lagarta × espécie são heterogêneas pelo teste F unilateral, em nível de 5% de probabilidade.

Quando a distribuição espacial dos insetos é agregada, Cargnelutti Filho et al. (2011) demonstraram que a expressão apresentada por Karandinos (1976), comumente utilizada em dimensionamentos amostrais na área de entomologia, e a expressão utilizada nesse estudo fornecem as mesmas estimativas do tamanho de amostra, o que confirma que ambas as metodologias são adequadas.

O tamanho de amostra (número de pontos amostrais) para a estimação da média (m) de densidade populacional de lagartas, em combinações de tamanhos e espécies de lagartas e estádios fenológicos, com semiamplitude do

intervalo de confiança igual a 10% da média estimada, e grau de confiança de 95%, oscilou entre 77 pontos amostrais (*A. gemmatalis* grande – R4) e 60.106 pontos amostrais (*P. includens* grande – V7 e *S. eridania* grande – V7 e V9) (Tabela 3). Na prática, coletar lagartas em 60.106 pontos amostrais é difícil. Assim, menores tamanhos de amostra (número de pontos amostrais) foram determinados a partir de menores precisões permitidas (semiamplitudes do intervalo de confiança iguais a 20, 30, 40 e 50% da média). Esses tamanhos de amostra servem de subsídio para planejamentos amostrais em estudos específicos para a estimação da média de densidade populacional de lagartas

pequenas e grandes das espécies *A. gemmatalis*, *P. includens* e *S. eridania* nos estádios fenológicos da soja.

Tabela 3. Tamanho de amostra (número de pontos amostrais) para a estimação da média de densidade populacional de lagartas pequenas e grandes de *Anticarsia gemmatalis*, *Pseudoplusia includens* e *Spodoptera eridania* e total de lagartas, para os erros de estimação iguais a 10, 20, 30, 40 e 50% da estimativa da média, e semiamplitude do intervalo de confiança (Erro %), com base nos 154 pontos amostrais de 1 m² de área, em 11 estádios fenológicos.

Erro de estimação	Estádio fenológico ⁽¹⁾										
	V7	V9	V11	R1	R2	R3	R4	R5.1	R5.3	R5.5	R6
<i>Anticarsia gemmatalis</i> - pequena											
10%	4.179	3.133	393	241	226	154	85	327	1.339	811	4.977
20%	1.045	784	99	61	57	39	22	82	335	203	1.245
30%	465	349	44	27	26	18	10	37	149	91	553
40%	262	196	25	16	15	10	6	21	84	51	312
50%	168	126	16	10	10	7	4	14	54	33	200
Erro (%)	52,09	45,10	15,96	12,50	12,09	9,98	7,42	14,57	29,48	22,95	56,85
<i>Anticarsia gemmatalis</i> - grande											
10%	9.691	4.422	733	700	386	189	77	315	859	3.508	11.707
20%	2.423	1.106	184	175	97	48	20	79	215	877	2.927
30%	1.077	492	82	78	43	21	9	35	96	390	1.301
40%	606	277	46	44	25	12	5	20	54	220	732
50%	388	177	30	28	16	8	4	13	35	141	469
Erro (%)	79,32	53,59	21,81	21,31	15,83	11,08	7,07	14,30	23,62	47,72	87,19
<i>Pseudoplusia includens</i> - pequena											
10%	5.164	1.865	1.335	651	555	256	492	436	1.189	1.512	3.420
20%	1.291	467	334	163	139	64	123	109	298	378	855
30%	574	208	149	73	62	29	55	49	133	168	380
40%	323	117	84	41	35	16	31	28	75	95	214
50%	207	75	54	27	23	11	20	18	48	61	137
Erro (%)	57,90	34,80	29,43	20,56	18,98	12,87	17,86	16,81	27,79	31,33	47,12
<i>Pseudoplusia includens</i> - grande											
10%	60.106	6.107	2.763	3.153	1.280	674	529	405	585	1.328	6.330
20%	15.027	1.527	691	789	320	169	133	102	147	332	1.583
30%	6.679	679	307	351	143	75	59	45	65	148	704
40%	3.757	382	173	198	80	43	34	26	37	83	396
50%	2.405	245	111	127	52	27	22	17	24	54	254
Erro (%)	197,56	62,97	42,35	45,24	28,83	20,91	18,52	16,21	19,48	29,36	64,11
<i>Spodoptera eridania</i> - pequena											
10%	8.077	1.537	2.701	3.243	1.376	1.496	2.629	2.077	5.164	3.540	9.317
20%	2.020	385	676	811	344	374	658	520	1.291	885	2.330
30%	898	171	301	361	153	167	293	231	574	394	1.036
40%	505	97	169	203	86	94	165	130	323	222	583
50%	324	62	109	130	56	60	106	84	207	142	373
Erro (%)	72,42	31,58	41,87	45,89	29,88	31,16	41,31	36,72	57,90	47,94	77,78
<i>Spodoptera eridania</i> - grande											
10%	60.106	60.106	8.107	19.774	3.861	2.289	858	2.330	6.867	21.387	29.857
20%	15.027	15.027	2.027	4.944	966	573	215	583	1.717	5.347	7.465
30%	6.679	6.679	901	2.198	429	255	96	259	763	2.377	3.318
40%	3.757	3.757	507	1.236	242	144	54	146	430	1.337	1.867
50%	2.405	2.405	325	791	155	92	35	94	275	856	1.195
Erro (%)	197,56	197,56	72,56	113,31	50,07	38,55	23,59	38,89	66,78	117,84	139,24
Total de lagartas											
10%	1.662	670	303	156	139	44	59	134	366	459	1.478
20%	416	168	76	39	35	11	15	34	92	115	370
30%	185	75	34	18	16	5	7	15	41	51	165
40%	104	42	19	10	9	3	4	9	23	29	93
50%	67	27	13	7	6	2	3	6	15	19	60
Erro (%)	32,84	20,86	14,01	10,04	9,50	5,34	6,19	9,32	15,40	17,26	30,97

⁽¹⁾ Estádios de desenvolvimento da soja segundo Ritchie et al. (1982), adaptado por Yorinori (1996); Fonte: Elaboração dos autores

Convém destacar que o número de unidades amostrais é dependente do grau de precisão requerido, o qual varia com o objetivo da pesquisa: dinâmica populacional, prejuízos às culturas, níveis de dano econômico e controle de pragas (SILVA; COSTA, 1998).

O erro máximo aceitável, é discutível ficando para o usuário dessas informações optar pela precisão desejada, de acordo com a disponibilidade de tempo e de mão-de-obra. Em trabalho realizado por Cargnelutti Filho et al. (2011) os autores mencionam que no dimensionamento de amostra para a estimação da população de corós, o tamanho de amostra foi elevado e de difícil execução, quando se busca uma alta precisão. Tamanho de amostra elevado aumenta o tempo e os custos da amostragem e amostras muito pequenas podem resultar em menor precisão, o que também é indesejável. Portanto, buscar tamanhos de amostras que permitam elevada precisão, com economia de tempo e recursos é recomendado.

De maneira geral, para a estimação da média de densidade populacional de lagartas, com mesma precisão, são necessários mais pontos amostrais para *P. includens* e *S. eridania* em relação à *A. gemmatalis*. Também maior tamanho de amostra é necessário para a quantificação de lagartas grandes em relação às pequenas. Em relação ao estágio de desenvolvimento da cultura o tamanho de amostra foi maior no início e no final do ciclo, e menor nos estádios intermediários (R3 e R4). Portanto, esses resultados confirmam inferências anteriores que há variabilidade do tamanho de amostra (número de pontos amostrais) para a estimação da média de densidade populacional de lagartas entre os tamanhos e as espécies de lagartas e os estádios fenológicos. Em trabalho realizado por Costa e Link (1980) na determinação do tamanho da unidade amostral para o método da rede em soja, verificou-se que em maiores populações de *A. gemmatalis* e *Plusia* spp., menores tamanhos de unidades amostrais foram encontradas. Na cultura de trigo, o número de amostras diminui à medida que aumenta a densidade populacional de *Sitophilus zeamais* (SANTOS et al., 2003). Lúcio et al. (2009) estudando tamanho de amostra de ácaros em erva-mate, verificaram variação do número de amostras em decorrência da época de avaliação e nível de precisão considerado e também o grau de infestação da praga.

Na tomada de decisão do controle de lagartas desfolhadoras de soja, é importante

considerar o total de lagartas. Outro aspecto a considerar é que em densidades populacionais próximas ao nível de controle a quantificação deve ser mais precisa, pois errar na estimativa nesse momento pode ocasionar redução da produtividade de grãos de soja. Por outro lado, em densidades populacionais menores, erros de estimação maiores são toleráveis. Assim, com base no total de lagartas (independentemente de tamanho e de espécie de lagarta) o tamanho de amostra foi maior nas fases inicial (V7, V9, V11) e final (R5.3, R5.5 e R6) da cultura, com valores oscilando entre 34 e 185 pontos amostrais (erro de estimação de 30%) (Tabela 3). Nos estádios intermediários (R1, R2, R3, R4 e R5.1) os tamanhos de amostra foram menores e oscilaram entre 5 e 18 (Tabela 3), o que pode ser explicada pelas maiores densidades populacionais de lagartas (entre 6,19 e 49,86 lagartas m⁻²) nesse período (Tabela 1). Assim, 18 pontos amostrais são suficientes para a estimação da média de densidade populacional de lagartas, nesses cinco estádios fenológicos.

CONCLUSÕES

Há variabilidade do tamanho de amostra (número de pontos amostrais) para a estimação da média de densidade populacional de lagartas entre os tamanhos e as espécies de lagartas e entre os estádios fenológicos da soja.

Menores tamanhos de amostra são necessários para as lagartas pequenas, como *Anticarsia gemmatalis* e os estádios fenológicos intermediários (R1, R2, R3, R4 e R5.1), em relação às lagartas grandes, *Pseudoplusia includens* e *Spodoptera eridania* e os estádios fenológicos iniciais (V7, V9 e V11) e finais (R5.3, R5.5 e R6), respectivamente.

Para o total de lagartas, 18 pontos amostrais são suficientes para estimar a média de densidade populacional de lagartas, para um erro de estimação igual a 30% da média estimada, com grau de confiança de 95%, nos estádios fenológicos intermediários (R1, R2, R3, R4 e R5.1).

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelas bolsas concedidas. Aos alunos bolsistas e voluntários pelo auxílio na coleta de dados.

ABSTRACT: The present work aimed to determine the sample size (number of sampling points) needed to estimate the average population density of caterpillars and evaluate the sample size variability due to caterpillars sizes, species and crop growth stages. In 6.16 ha of soybean, a grid was marked with 154 sampling points spaced 20 × 20 m. Population density data were collected from small and large larvae of the species *Anticarsia gemmatalis*, *Pseudoplusia includens* and *Spodoptera eridania*, through vertical beat sheet on 14 phenological stages. Were calculated measures of central tendency, variability and spatial distribution and calculated the sample sizes. There is variability in sample size to estimate the average population density of caterpillars sizes, species and soybean growth stages. Smaller sample sizes are needed for small larvae, the specie *A. Gemmatalis* for intermediate growth stages (R1, R2, R3, R4 and R5.1) about large larvae, the species *P. includens* and *S. eridania* the early growth stages (V7, V9 and V11) and finals (R5.3, R5.5 and R6), respectively. For total caterpillars, 18 sampling points are enough to estimate the average population density, for an estimation error equal to 30% of the estimated average, with a 95% confidence level, during intermediate growth stages (R1, R2, R3, R4 and R5.1).

KEYWORDS: Sample dimensioning. Experimental precision. *Anticarsia gemmatalis*. *Pseudoplusia includens*. *Spodoptera eridania*.

REFERÊNCIAS

- BERTOLDO, G.; GOUEVA, A.; ALVES, L. F. A. Plano de amostragem para *Dichopelmus notus* (Eriophyidae) na cultura da erva-mate. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 3, p. 601-606, 2008.
- BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. 5.ed. São Paulo: Saraiva, 2004. 526p.
- CAMPOS, O. R.; CAMPOS, A. R.; LARA, F. M. Ocorrência sazonal de insetos pragas e predadores entomófagos em duas variedades de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], na região de Ilha Solteira – SP. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 6, n. 1, p. 1-11, 1997.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; CHERMAN, M. A.; GUEDES, J. V. C.; DAL PRÁ, E.; SCHALLEMBERGER, D. G.; STÜRMER, G. R. Dimensionamento de amostra na estimação da população de corós em áreas de campo nativo e de cultivo no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1300-1306, 2011.
- CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento**. 2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_11_09_15_03_02_boletim_2o_levantamento_safra_2011_12.pdf>. Acesso em 08 jun. 2012.
- COSTA, E. C.; LINK, D. Determinação do tamanho da unidade amostral para o método da lona de coleta no levantamento de lagartas da soja. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 45-50, 1982.
- COSTA, E. C.; LINK, D. Determinação do tamanho da unidade amostral para o método da rede, em soja, para insetos de importância agrícola. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 115-123, 1980.
- COSTA, E. C.; LINK, D.; ESTEFANEL, V. Plano de amostragem sequencial para percevejos em soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 17, n. supl., p. 51-59, 1988.
- DEGRANDE, P. E.; VIVAN, L. M. Pragas da soja. In:____. **Boletim de Pesquisa da Soja**. Rondonópolis: Fundação MT, 2011. 492p.
- DREES, B. M.; RICE, M. E. The vertical beat sheet: a new device for sampling soybean insects. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 78, n. 6, p. 1507-1510, 1985.

- GUEDES, J. V. C.; FARIAS, J. R.; GUARESCHI, A.; ROGGIA, S.; LORENTZ, L. H. Capacidade de coleta de dois métodos de amostragem de insetos-praga da soja em diferentes espaçamentos entre linhas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1299-1302, 2006.
- GUEDES, J. V. C.; STECCA, C. S.; RODRIGUES, R. B.; BIGOLIN, M. Nova dinâmica de lagartas na soja. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v. 139, p. 24-26, 2010.
- HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; OLIVEIRA, L. J.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 2000. 70 p. (Circular Técnico, 30).
- KARANDINOS, M. G. Optimal sample size and comments on some published formulae. **Bulletin of the Entomological Society of America**, Madison, v. 22, n. 4, p. 417-421, 1976.
- LÚCIO, A. D. C.; VIEIRA NETO, J.; CHIARADIA, L. A.; STORCK, L. Distribuição espacial e tamanho de amostra para o ácaro-do-bronzeado da erva-mate. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 143-150, 2009.
- MORAES, R. R. de; LOECK, A. E.; BELARMINO, L. C. Flutuação populacional de *Plusiinae* e *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 51-56, 1991.
- MORISITA, M. Id-index, a measure of dispersion of individuals. **Researches on Population Ecology**, Kyoto, v. 4, p. 1-7, 1962.
- REICHERT, J. L.; COSTA, E. C. Desfolhamentos contínuos e sequenciais simulando danos de pragas sobre a cultivar de soja BRS 137. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 1-6, 2003.
- REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 38, 2010, Cruz Alta. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2010/2011 e 2011/2012**. Cruz Alta: Fundacep Fecotrigo, 2010. 168p.
- RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON G. O. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science And Technology Cooperative Extension Service. Special Report, 53, mar. 1982.
- SANTOS, A. K.; FARONI, L. R. D.; SANTOS, J. P. dos; GUEDES, R. N. C.; ROZADO, A. F. Distribuição e amostragem de *Sitophilus zeamais* (M.) em grãos de trigo armazenado em silo metálico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 505-512, 2003.
- SILVA, M. T. B. da; COSTA, E. C.; BOSS, A. Controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) com reguladores de crescimento de insetos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 601-605, 2003.
- SILVA, M. T. B.; COSTA, E. C. Tamanho e número de unidades de amostra de solo para amostragem de larvas de *Diloboderus abderus* (Sturm) (Coleoptera: Melolonthidae) em plantio direto. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 193-197, 1998.