

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PLANO DE AMOSTRAGEM SEQUENCIAL PARA
LAGARTAS NA SOJA*

Spacial distribution and sequential sampling plan
for soybean caterpillars

Ervandil Correa Costa**, Dionisio Link** e Valduino Estefanel***

RESUMO

Os atuais planos de amostragem utilizados nos programas de manejo de pragas na cultura da soja necessitam de um número elevado de unidades amostrais para uma tomada de decisão caso se deseje alta confiabilidade, especialmente em áreas superiores a 100ha.

Procurando uma metodologia que, com o menor número possível de unidades amostrais e elevado grau de confiabilidade fosse acessível aos sojicultores, avaliou-se o sistema de amostragem sequencial.

Através do pano de coleta, amostraram-se lavouras de soja, com diferentes tamanhos de área e em diversos estágios de desenvolvimento durante três safras agrícolas, 1979/80, 1980/81 e 1981/82.

Conclui-se que o conjunto das lagartas de *Anticarsia gemmatilis* Hbn. e *Pseudoplusia includens* (Wlk.) apresentam aderência a Distribuição binomial negativa e que o melhor método para estimar o parâmetro k é o dos momentos.

Em função desta Distribuição confeccionaram-se tabelas de amostragem com diferentes graus de confiabilidade para lagartas filófagas na cultura da soja que permitem classificar a infestação em baixa ou alta.
UNITERMOS: lagarta da soja, lagarta falsa medideira, soja, amostragem sequencial

SUMMARY

At the present time the sampling plans used in soybean pest management programs require a great number of sampling units in the decision

* Parte do projeto: Entomofauna da soja-Levantamento e reconhecimento dos insetos associados à cultura e determinação dos níveis de dano econômico. Apresentado na X Reunião Anual de Pesquisa da Soja da Região Sul. Porto Alegre, 1982.

** Professores Adjuntos do Departamento de Defesa Fitossanitária. Centro de Ciências Rurais-Universidade Federal de Santa Maria. 97119. Santa Maria, RS.

*** Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia - Centro de Ciências Rurais-Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS.

making processes if a high degree of confiability is required specially in areas with more than 100 hectares.

Looking for a methodology that, with the least possible number of sampling units and high degree of reability could be used by soybean growers, the sequential sampling system was evaluated.

Using a ground cloth, soybean fields with different areas and in several development stages were sampled during the 1979/80, 1980/81 and 1981/82 growing seasons.

It was concluded that the set of caterpillars, *Anticarsia gemmatalis* Hbn. and *Pseudoplusia includens* (Wlk) follow a negative binomial distribution and that the best method to estimate the k parameter is the moment one.

As result of this distribution, sampling tables with different degrees of confidence were obtained that permit to classify an infestation of caterpillars in soybean fields as high or as low.

KEY WORDS: velvet bean caterpillar, soybean looper, soybean, sequential sampling

INTRODUÇÃO

A soja no Brasil é uma cultura que foi introduzida no final século passado (Ü'UTRA, 4) e se desenvolveu nos principais estados agrícolas (3, 7, 12, 17, 18 e 21).

Devido a grande expansão da área cultivada ocupando, muitas vezes, ecossistemas estáveis, provocou um desequilíbrio ecológico propiciando a incidência de muitas espécies de insetos que danificam esta leguminosa.

Dentre os insetos nocivos à soja, destacam-se pela importância econômica dos prejuízos que causam, diversas espécies de lagartas filófagas (LINK et alii, 14).

A intensidade de dano de lagartas desfolhadoras foi estudada, no Brasil, entre outros, por BORGIO et alii (2); GAZZONI & MINOR (8); LINK & TARRAGÓ (15) e LORENZATTO et alii (16).

Devido aos danos causados pelas várias espécies de lagartas, em diversas ocasiões, há necessidade de uso de defensivos agrícolas para o seu controle. Muitas vezes, as tomadas de decisão para o controle químico são efetuadas sem critérios, causando, em consequência, graves distúrbios nos ecossistemas.

Atualmente as tomadas de decisão são efetivadas através de amostras retiradas com diferentes tamanhos, em função da área cultivada.

Estas decisões não estão fundamentadas em teorias que possam ser comprovadas estatisticamente e com um grau de confiabilidade requerido.

O plano de amostragem sequencial leva em consideração o tamanho da unidade amostral, a distribuição dos insetos no espaço, o limiar de dano econômico e o grau de confiabilidade.

Uma vez definidos estes parâmetros, o plano de amostragem sequencial é de fácil aplicação a nível de agricultor.

Inicialmente o plano de amostragem sequencial foi aplicado para brocas de ponteiros de pinheiros (STARK, 23; MORRIS, 19); posteriormente ALLEN et alii (1) estabeleceram um plano de amostragem sequencial para *Heliothis zea*, em algodoeiro e WADDILL et alii (27) executaram um processo desta natureza para *Nabis* spp. e *Geocoris* spp.

MORRIS (20) comentou que até aquela data, 1960, planos de amostragem sequencial tinham sido desenvolvidos para a maioria dos insetos desfolhadores de plantas florestais da América do Norte e se declarava surpreso que a técnica não tivesse sido rapidamente adotada em outras áreas da Entomologia e em outros países.

EVANS (6) concluiu que as contagens de insetos existentes numa determinada área se ajustavam melhor à Distribuição binomial negativa.

HARTENSTEIN (11) estudando microartrópodes em solos florestais concluiu que a grande maioria das amostras se ajustaram melhor à Distribuição binomial negativa.

Em soja, STRAYER et alii (26) levaram a efeito um plano de amostragem sequencial para *Anticarsia gemmatilis*. No Brasil ESTEFANEL & BARBIN (5) estudaram o desempenho da amostragem sequencial para classificar conjuntamente *A. gemmatilis* e *Plusia* spp., em população baixa, moderada e alta. Estes autores obtiveram uma aderência dos dados à Distribuição binomial negativa, entretanto, STRAYER (25) determinou um ajuste dos dados à Distribuição de Poisson. *Plathyphena scabra* foi estudada por HAMMOND & PEDIGO (10) e SHEPARD & CARNER (22) que obtiveram um ajuste à Distribuição de Poisson. KOGAN & HERZOG (13) analisaram os diversos processos de amostragem de insetos na cultura da soja.

Os estudos de amostragem sequencial, isoladamente, para *A. gemmatilis*, *Heliothis* spp. e *Pseudoplusia includens* determinaram um ajuste à Distribuição de Poisson (SHEPARD & CARNER, 22).

WALD (28) afirmou que, em certos casos, a amostragem sequencial requer, em média, amostras de um terço do tamanho que seria usado com a amostragem do tamanho fixo.

Os planos de amostragem sequencial apresentam um nível conhecido

de confiabilidade nas tomadas de decisão no manejo de pragas e frequentemente requerem menos tempo que outras técnicas de amostragem (STERLING, 24).

Considerando que nenhuma das espécies de lagartas desfolhadoras da soja, de maior ocorrência no Brasil, *A.gemmatalis* e *P.includens*, foi estudada segundo o levantamento indicado pela Extensão Rural e Assistência Técnica, decidiu-se estudar estas espécies, num plano de amostragem sequencial com tomada de unidades amostrais de dois metros de linha.

MATERIAL E MÉTODOS

Nos levantamentos das lagartas, empregou-se o método da lona de coleta, tomando-se 50 unidades amostrais por local de amostragem (lavoura). Ao todo foram amostradas 40 lavouras.

A unidade amostral esteve constituída de dois metros de seção de fila de plantas de soja.

As coletas foram efetuadas em lavouras, cuja área variou de 5 a 40ha e, a soja se encontrava nos estágios vegetativo, floração e/ou frutificação, nas safras agrícolas, 1979/80, 1980/81 e 1981/82, em diversos municípios do Rio Grande do Sul.

Foi estimada a aderência dos dados às distribuições de Poisson e binomial negativa, estimando-se o parâmetro k deste último pelos métodos dos momentos e da máxima verossimilhança. Aplicou-se o teste do qui-quadrado para verificar o nível de significância do ajuste dos dados.

Uma vez determinada a dispersão da população de lagartas, estabeleceu-se o limiar de dano econômico a ser utilizado neste trabalho. Decidiu-se por 40 lagartas por unidade amostral que é valor utilizado nos programas de manejo de pragas da soja. Partindo destes parâmetros calculou-se o plano de amostragem sequencial com graus de confiabilidade de 80, 90 e 95%.

RESULTADOS

Os níveis mínimos de significância do teste qui-quadrado para testar a aderência dos dados de contagem às distribuições de Poisson e binomial negativa, juntamente com os valores do parâmetro k se encontram na tabela 1.

As tabelas 2, 3 e 4 trazem os valores para planos de amostragem sequencial para as lagartas da soja com um grau de confiabilidade de

80, 90 e 95%.

TABELA 1. Nível de significância do teste qui-quadrado, para verificar o ajustamento das contagens de lagartas da soja coletadas em diversos municípios do Estado do Rio Grande do Sul, nos anos agrícolas 1979/80, 1980/81 e 1981/82.

Amostra	Poisson	Binomial negativa	
		Momentos	Máxima verossimilhança
01	0,0	0,3412	0,3017
02	0,0	0,0605	0,0001
03	0,0	0,0002	0,0
04	0,2488	0,0597	0,0613
05	0,0684	0,0135	0,0057
06	0,1425	0,5432	0,5410
07	0,0728	0,3803	0,3604
08	0,0	0,0619	0,0357
09	0,8041	0,5324	0,5097
10	0,2767	0,8283	0,8248
11	0,0147	0,5550	0,5522
12	0,0	0,0883	0,0840
13	0,0	0,1085	0,0178
14	0,0	0,4989	0,2335
15	0,0	0,0439	0,0348
16	0,3749	0,4276	0,5692
17	0,0043	0,0442	0,0635
18	0,0	0,0002	0,0001
19	0,0	0,1160	0,2332
20	0,0	0,4378	0,3853
21	0,4346	0,1469	0,0818
22	0,0	0,6486	0,6315
23	0,0	0,0	0,0
24	0,0	0,0018	0,0026
25	0,0	0,1553	0,0867
26	0,5514	0,2697	-
27	0,0	0,0091	0,0105
28	0,0	0,2497	0,2424
29	0,0	0,9616	0,9606
30	0,0	0,0	0,0
31	0,7333	0,2722	0,5495
32	0,8079	0,6745	0,6449
33	0,0	0,3211	0,3309
34	0,0222	0,0080	0,0073
35	0,0	0,0	0,0
36	0,0	0,0280	0,0027
37	0,9845	0,8992	0,1436
38	0,0	0,3459	0,3588
39	0,0	0,0596	0,0594
40	0,5087	0,5304	0,5348

TABELA 2. Plano de amostragem seqüencial para infestação de lagartas filófagas da soja para uma tomada de decisão sobre controle ($\alpha = \beta = 0,05$).

Nº de unidades amostrais		Nº de aceitação $\leq$		Nº de rejeição $\geq$	
01		10		68	
02		49		107	
03		88	C	146	
04		127	o	185	
05		166	n	224	
06	N	205	i	263	
07	ã	245	u	302	
08	o	284	a	341	
09	c	323	r	380	
10	o	362	a	420	
11	c	401	a	459	
12	n	440	m	498	
13	t	479	o	537	
14	r	518	s	576	
15		557	t	615	
16		596	r	654	
17		635	a	693	
18		674	m	732	
19		713		771	
20		752		810	

C
o
n
t
r
o
l
a
r

TABELA 3. Plano de amostragem seqüencial para infestação de lagartas filófagas da soja para uma tomada de decisão sobre controle ($\alpha = \beta = 0,10$).

Nº de unidades amostrais	Nº de aceitação		Nº de rejeição	
	$\leq$		$\geq$	
01	17		61	
02	56		100	
03	95		139	
04	135		178	
05	174		217	
06	213		256	
07	252		295	
08	291		334	
09	330		373	
10	369		412	
11	408		451	
12	447		490	
13	486		529	
14	525		569	
15	564		608	
16	603		647	
17	642		686	
18	681		725	
19	720		764	
20	760		803	

C
o
n
t
i
n
u
a
r

a

a
m
o
s
t
r
a
g
e
m

N
ã
o

c
o
n
t
r
o
l
a
r

C
o
n
t
r
o
l
a
r

TABELA 4. Plano de amostragem seqüencial para infestação de lagartas filófagas da soja para uma tomada de decisão sobre controle ($\alpha = \beta = 0,20$).

Nº de unidades amostrais	Nº de aceitação		Nº de rejeição	
	$\leq$		$\geq$	
01	25		61	
02	64		92	
03	103	C	131	
04	142	o	170	
05	181	n	209	
06	220	t	248	
07	260	r	287	
08	299	o	326	
09	338	a	365	
10	377	r	404	
11	416	a	444	
12	455	m	483	
13	494	o	522	
14	533	s	561	
15	572	t	600	
16	611	r	639	
17	650	a	678	
18	689	g	717	
19	728	e	756	
20	767	m	795	

C
o
n
t
r
o
l
a
r

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos revelaram uma aderência dos dados à Distribuição binomial negativa, concordando com as observações de ESTEFANEL & BARBIN (5) para o conjunto de lagartas filófagas, entretanto discordaram daqueles verificados por HAMMOND & PEDIGO (10), SHEPARD & CARNER (22) e STRAYER et alii (26) para diversas lagartas que ocorrem na soja, os quais obtiveram um ajuste à Distribuição de Poisson. A diferença observada sobre estes ajustamentos talvez esteja relacionada às espécies envolvidas na amostragem e metodologia de captura. Os autores que verificaram ajuste à Distribuição de Poisson, trabalharam com cada espécie isoladamente, ao passo que, neste trabalho como no de ESTEFANEL & BARBIN (5) computou-se o conjunto de espécies coletadas, modificando-se desta forma a distribuição devido as características inerentes destas espécies de lagartas filófagas.

O melhor método para estimar o parâmetro k da Distribuição binomial negativa foi o dos momentos (Tabela 1), resultado parcialmente discordante do encontrado por ESTEFANEL & BARBIN (5) provavelmente devido ao maior número de unidades amostrais.

Outro aspecto a considerar é que em trabalhos efetuados em lavouras extensivas, como o ocorrido nesta pesquisa, houve uma tendência dos resultados se ajustarem melhor à Distribuição binomial negativa, concordando com as sugestões de GREENE (9) de que em levantamentos de lagartas filófagas em lavouras extensivas, há uma tendência dos dados se ajustarem melhor a este tipo de distribuição e não para Poisson.

EVANS (6) e HARTENSTEIN (11) verificaram, ao trabalharem com um conjunto de várias espécies, um melhor ajuste à Distribuição binomial negativa, similar ao observado neste trabalho.

O grau de precisão estabelecido na confecção da tabela interfere no número de unidades amostrais a serem tomadas de forma que, diminuindo o grau de precisão diminuirá concomitantemente o número de unidades amostrais necessárias para tomar uma decisão que será suspender a amostragem, aconselhando ou não aconselhando a aplicação de defensivos. Os valores que indicarão estas medidas serão o número acumulado de lagartas coletadas nas unidades amostrais avaliadas.

Observou-se que, na Tabela 2, o número de lagartas para não continuar a amostragem desaconselhando o uso de inseticida foi de menor ou igual a dez lagartas com 5% de risco de tomar uma decisão errada. Entretanto, com um grau de confiança de 80% foram necessárias 25 lagartas na primeira unidade amostral para tomar a mesma decisão. Situação si-

milar é comentada por KOGAN & HERZOG (13).

Apesar de aumentar o valor inicial, o intervalo para continuar a amostragem diminuiu de 58 para 44 ou 38 (Tabelas 2, 3 e 4) segundo o grau de confiança desejado.

Observou-se que o intervalo onde se decide continuar a amostragem diminuiu com a redução do nível de confiança.

Os dados obtidos nas coletas que deram origem às Tabelas 2, 3 e 4 não foram coincidentes com aqueles apresentados por STRAYER (25) e STRAYER et alii (26). Possivelmente as diferenças estejam em função dos métodos de amostragem utilizados, as espécies de lagartas envolvidas e ao manejo da cultura.

A amostragem sequencial, portanto, está em função do número e distribuição das lagartas presentes na cultura, além da precisão requerida (ESTEFANEL & BARBIN, 5; KOGAN & HERZOG, 13). A metodologia convencional de amostragem ignora estes aspectos conjuntamente, pois o método está sustentado no número fixo de amostras por determinada área podendo por vezes ser uma amostra grande e outras vezes pequena demais.

Ao testar o plano de amostragem ora apresentado constatou-se que a amostragem sequencial, em função dos parâmetros em que se baseia, de uma maneira geral, requer menos unidades amostrais que o método convencional, concordando com as afirmações de STERLING (24) e WALD (28).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que:

- 1- As lagartas filófagas, *Anticarsia gemmatilis* Hbn. e *Pseudoplusia includens* (Wlk.), na lavoura de soja, se ajustam à Distribuição binomial negativa;
- 2- O melhor método para estimar o parâmetro k da Distribuição binomial negativa é o dos momentos;
- 3- Estabeleceram-se tabelas com diferentes graus de confiabilidade para levantamento de lagartas filófagas em lavouras de soja e tomadas de decisão quanto ao controle.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLEN, J.D.; GONZALEZ, D. & GOKHALE, D.V. Sequential sampling plans for the bollworm, *Heliothis zea*. *Environ. Entomol.*, 1:771-8, 1972.
2. BORGIO, A.; BRAUN, E. & MARCOLIN, E. Manejo de pragas da cultura da soja no Rio Grande do Sul, no ano agrícola 76/77. In: REUNIAO CONJUNTA DE PESQUISA DE SOJA DA REGIAO SUL, 5, Pelotas, 1977. FECOTRIGO. Contribuição do Centro de Exp. e Pesq. ... 1977. p.63-8.

3. DOLDATELLI, D. Introdução e evolução da soja no Brasil. 3. No Estado de Santa Catarina. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C. *A soja no Brasil*. Campinas, ITAL, 1981. p.20-2.
4. D'UTRA, G. Soja. *Jornal do Agricultor*, R.Janeiro, ano IV, tomo VII: 185-8, 1882.
5. ESTEFANEL, V. & BARBIN, D. Amostragem sequencial baseada no teste sequencial da razão de probabilidades e seu uso na determinação da época de controle das lagartas da soja no Estado do Rio Grande do Sul. *Rev. Centro Ci. Rurais*, 9(1): 29-48, 1979.
6. EVANS, D.A. Experimental evidence concerning contagious distributions in Ecology. *Biometrika*, Londres, 40:186-211, 1953.
7. FONTOURA, J.V.G. Introdução e evolução da soja no Brasil. 7. No Estado do Mato Grosso do Sul. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C. *A soja no Brasil*. Campinas, ITAL, 1981. p.40.
8. GAZZONI, D.L. & MINOR, H.C. Efeito do desfolhamento artificial em soja, sobre o rendimento e seus componentes. In: Seminário Nacional de Pesquisa de Soja, 1, Londrina, EMBRAPA-CNPSo, *Anais*.. 1979. v.2:47-57.
9. GREENE, G.L. Biology and control of arthropods on soybeans. *Fla. Agr. Exp. Sta. Annu. Rep.*, 1973. p.244.
10. HAMMOND, R.B. & PEDIGO, L.P. Sequential sampling plans for green cloverworm in Iowa soybeans. *J. Econ. Entomol.*, 69:181-5, 1976.
11. HARTENSTEIN, R. On the distribution of forest soil microarthropods and their fit to "contagious" distribution functions. *Ecology*, San Diego, 42:190-4, 1961.
12. KASTER, M.; QUEIROZ, E.F. & TERESAWA, F. Introdução e evolução da soja no Brasil. 4. No Estado do Paraná. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C. *A soja no Brasil*. Campinas, ITAL, 1981. p.22-4.
13. KOGAN, M. & HERZOG, D.C. *Sampling methods in soybean entomology*. N. York, Spring-Verlag, 1980. 587p.
14. LINK, D.; CARVALHO, S.; COSTA, E.C. & TARRAGÔ, M.F.S. Estudos sobre insetos-pragas no Rio Grande do Sul. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C. *A soja no Brasil*. Campinas, ITAL, 1981. p.594-602.
15. LINK, D. & TARRAGÔ, M.F.S. Desfolhamento causado por lagartas em soja. *Rev. Centro Ci. Rurais*, 4(3):247-52, 1974.
16. LORENZATTO, D.; GONÇALVES, H.M. & SECHIN, J. Abundância estacional e efeito de inseticidas sobre espécies fitófagas da soja (*Glycine max*(L.)Merr.) e seus inimigos naturais. *Agron. Sulriograndense*, 15(1):53-75, 1979.
17. MAGALHÃES, C.M. Introdução e evolução da soja no Brasil. 2. No Estado do Rio Grande do Sul. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C. *A soja no Brasil*. Campinas, ITAL, 1981. p.18-20.
18. MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C. Introdução e evolução da soja no Brasil. 5. No Estado de São Paulo. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C. *A soja no Brasil*. Campinas, ITAL, 1981. p.24-6.
19. MORRIS, R.F. A sequential sampling technique for spruce budworm egg surveys. *Can. J. Zool.*, 32:303-13, 1954.
20. MORRIS, R.F. Sampling insect populations. *Ann. Rev. Entomol.* 6:243-64, 1960.

21. SEDDIYAMA, T.; REIS, M.S. & MORENO, F. Introdução e evolução da soja no Brasil. 6. No Estado de Minas Gerais. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C. *A soja no Brasil*. Campinas, ITAL, 1981. p.36-9.
22. SHEPARD, M. & CARNER, G.R. Distribution of insects in soybean fields. *Can. Entomol.*, 108:767-71, 1976.
23. STARK, R.W. Sequential sampling of the lodgepole needle miner. *Forestry Chronicle*, Toronto, 28:57-60, 1952.
24. STERLING, W. Sequential decision plans for the management of cotton arthropods in south-east Queensland. *Australian J. Ecol.*, 1:265-74, 1976.
25. STRAYER, J.R. *Economic threshold studies and sequential sampling for management of the velvetbean caterpillar, Anticarsia gemmatilis (Huebner) on soybeans*. Clemson, Clemson University, 1973. 97p. (Ph.D. dissertation).
26. STRAYER, J.R.; SHEPARD, M. & TURNIPSEED, S.G. Sequential sampling for management decisions on the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatilis* (Huebner) on soybeans. *J. Georgia Entomol. Soc.*, 12:220-7, 1977.
27. WADDILL, V.H.; SHEPARD, M.; TURNIPSEED, S.G. & CARNER, G.R. Sequential sampling plans for *Nabis* spp. and *Geocoris* spp. on soybeans. *Environ. Entomol.*, 3:415-9, 1974.
28. WALD, A. *Sequential analysis*. N. York, John Wiley, 1947. 212p.