

DETERMINAÇÃO DA TAXA INTRÍNSECA DE NATALIDADE
E MORTALIDADE DE *Diatraea saccharalis*
(FABRICIUS, 1974) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE).

Marinéia L. Haddad¹, Sinval Silveira Neto¹,
A. B. P. Melo² e José R. P. Parra¹

ABSTRACT

Determination of natality and mortality
intrinsic rates of *Diatraea saccharalis*
(Fabricius, 1974) (Lepidoptera: Pyralidae).

From fertility life table data of *D. saccharalis* obtained at laboratory conditions (20 and 25°C) the stable age distribution were determined, for the same temperature conditions in order to establish the natality and mortality intrinsic. These rates are basic to develop mathematical simulation models for the sugarcane borer. The highest rates were obtained at 25°C. KEYWORDS: life table; sugarcane borer; pest dynamics.

RESUMO

A partir dos dados de tabelas de vida de fertilidade de *D. saccharalis*, desenvolvida em laboratório a 20 e 25°C, fez-se a distribuição de idade estável para as mesmas condições, obtendo-se daí as taxas intrínsecas de natalidade e mortalidade, que se constituem em parâmetros indispensáveis no desenvolvimento de modelos matemáticos de simulação para esta espécie. As maiores taxas foram obtidas à 25°C. PALAVRAS-CHAVE: tabela de vida, broca-da-cana, dinâmica populacional.

Recebido em 31/01/91

¹ Departamento de Entomologia, ESALQ/USP 13418-900 Piracicaba SP.

² Cia Souza Cruz Indústria e Comércio 21059-900 Rio de Janeiro RJ.

INTRODUÇÃO

Atualmente é crescente o emprego da técnica da modelagem e simulação em estudos entomológicos. Para a construção de um modelo matemático, vários parâmetros são necessários, dos quais as taxas de mortalidade e natalidade são indispensáveis, por exercerem relevante papel no controle de populações de insetos.

Assim, esses parâmetros são empregados em diversos modelos de populações de insetos como por exemplo, no estudo de pragas do algodoeiro desenvolvido por GUTIERREZ *et al.* (1975 e 1979) para o percevejo *Lygnus hesperus* e GUTIERREZ *et al.* (1977) para a lagarta rosada *Pectinophora gossypiella*. Também STIMAC & O'NEILL (1985) utilizaram esses parâmetros para o modelo do sistema de pragas da soja.

A broca-da-cana *Diatraea saccharalis* se constitui na principal praga da cultura em nosso país e vem sendo muito estudada, existindo muitos parâmetros já definidos para se trabalhar com modelagem com essa praga; assim, SGRILLO (1979) e SGRILLO & CUNHA (1985) desenvolveram modelos matemáticos para simular o seu manejo populacional, sem todavia, utilizarem as taxas intrínsecas de natalidade e mortalidade.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi demonstrar a técnica e obter as taxas de natalidade e mortalidade instantâneas da broca da cana para serem posteriormente utilizadas em modelos matemáticos de simulação.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida nos laboratórios de Biologia do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP.

A partir dos dados de tabelas de vida de fertilidade desenvolvidos por MÉLO (1984) nas temperaturas de 20° e 25°C, que correspondem aproximadamente às condições médias de temperatura no inverno e verão respectivamente, de Piracicaba, SP, determinou-se a taxa de aumento simulado através do processo iterativo da equação

$$\sum_{x=0}^n e^{-rx} l_x m_x = 1$$

Neste caso, considera-se que a taxa intrínseca de aumento (r) de uma população é obtida pela diferença entre a taxa de nascimento (b) e a taxa de mortalidade (d), ou seja:

$$r = b - d$$

Mas isso só acontece quando a população tem uma distribuição de idade estável, ou seja, a fecundidade e a mortalidade de cada grupo de idade são as mesmas em qualquer geração.

Dada a dificuldade de se conhecer a distribuição de idade estável de uma população, freqüentemente calcula-se apenas a taxa finita de aumento, que indica a taxa de aumento da população apenas no intervalo de tempo (T) estabelecido para aquela geração.

Assim:

$$\frac{N_{t+1}}{N_t} = e^r = \lambda$$

Para se calcular o valor de r numa população de distribuição de idade estável, ao invés de utilizar a equação

$$r = \frac{\log_e(R_0)}{T} \quad (1) \quad \text{onde}$$

R_0 = taxa líquida de reprodução e,

T = duração da geração acompanhada pela tabela de vida e fertilidade;

pode-se utilizar, segundo POOLE (1974) a equação:

$$\sum_{x=0}^m e^{-rx} \cdot l_x - m_x = 1 \quad (2), \text{ onde:}$$

x = idade)0, 1, ..., n)

r = taxa intrínseca de aumento, obtido de (1)

l_x = proporção de sobrevivência

m_x = fertilidade específica

Com um valor inicial de r obtido de (1), testam-se em (2) valores superiores e inferiores a esse valor, até obter-se o menor desvio positivo de 1 e o menor desvio negativo de 1.

A interação prossegue até se encontrar o valor ideal de r, ou seja, a taxa intrínseca de aumento simulado (r_s), com a qual o desvio do lado direito da equação (2) é nulo.

Com a tabela de vida conhecida e a taxa de aumento simulado calculada, pode-se obter a distribuição de idade estável, dada por:

$$P(x) = \beta l_x e^{-r_s(x+1)} \quad p/r = 0, 1, \dots, n,$$

Onde:

$P(x) \times 100$ = Porcentagem de indivíduos no intervalo de idade x até (x + 1) numa população aumentando geometricamente.

$$\beta = \text{taxa finita de nascimento da população} = \frac{1}{\sum_{x=0}^n \ell_x e^{-r_s(x+1)}}$$

Calculado β , outras estimativas de taxas relacionadas com a população podem ser calculadas. Assim,

$$b = \text{taxa instantânea de nascimento} = \frac{\beta r_s}{\lambda - 1}, \text{ onde:}$$

$$\lambda = \text{taxa finita de aumento} = e^{-r_s}$$

$$d = \text{taxa instantânea de mortalidade} = b - r_s$$

$$\gamma = \text{taxa finita de mortalidade} = \frac{d(\lambda - 1)}{r_s}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no desenvolvimento de tabelas de vida de fertilidade e de distribuição de idade estável para *D. saccharalis* a 20 e 25°C encontram-se respectivamente nos Quadros 1 a 4.

A partir das tabelas de distribuição de idade estável foram obtidos os valores das taxas finita de nascimento, intrínseca de aumento, finita de mortalidade, instantânea de nascimento e instantânea de mortalidade para as duas condições de temperatura estudadas. Assim, as taxas infinitesimal e intrínseca de aumento foram respectivamente: a 20°C $r_m = 0,0515$ e $r_s = 0,0521$, e a 25°C $r_m = 0,0802$ e $r_s = 0,08147$, o que mostra que a tabela de fertilidade foi experimentalmente muito bem conduzida, chegando a resultados muito próximos do real, pois os valores de r são semelhantes em cada temperatura.

Observa-se também, que as taxas obtidas para a condição de 25°C foram superiores as de 20°C, indicando que esse inseto tem maior capacidade de aumento no verão do que no inverno, muito embora a taxa líquida de reprodução (R_0) indique o inverso pelas tabelas de vida de fertilidade.

Este é o ponto principal destes resultados, uma vez que quando se calculam as taxas através de uma tabela de distribuição de idade estável, os seus valores representam a característica da espécie para aquelas condições ecológicas independente de gerações, enquanto que na tabela de fertilidade se obtêm informações apenas para a geração que se acompanhou no laboratório, sujeita portanto à distorções. Isso vem reforçar os dados de BOTELHO (1985) que encontrou maior taxa de aumento de broca no verão do que no inverno, quando desenvolveu tabe-

las de vida em condições de campo, o que contraria os dados de MELO (1984) em que a maior taxa líquida de reprodução em laboratório foi para 20°C.

QUADRO 1 - Tabela de vida de fertilidade para *D. saccharalis* mantida em dieta artificial, à temperatura de 20°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 horas.

x	mx	lx	mx.lx	mx.lx.x	
0,5	-	1,0	-	-	} ovo, lagarta pupa
.	
.	
.	
84,5	-	-	-	-	} pré-oviposição
85,5	-	0,61	-	-	
86,5	-	0,61	-	-	} adulto
-87,5	12,0	0,61	7,32	640,50	
88,5	3,8	0,61	2,31	205,14	
89,5	7,3	0,61	4,45	398,54	
90,5	6,8	0,61	4,15	375,39	
91,5	28,3	0,61	17,26	1579,56	
92,5	2,1	0,61	1,28	118,49	
93,5	5,9	0,61	3,60	336,51	
94,5	18,8	0,61	11,47	1083,73	
95,5	10,6	0,61	6,47	617,50	
96,5	16,5	0,61	10,07	971,27	
97,5	12,2	0,61	7,44	725,60	
98,5	5,6	0,57	3,19	314,41	
99,5	14,4	0,53	7,63	759,38	
100,5	54,8	0,51	27,95	2808,77	
101,5	16,9	0,45	7,61	771,91	
102,5	10,7	0,45	4,82	493,54	
103,5	9,9	0,41	4,06	420,11	
104,5	14,9	0,37	5,51	576,11	
105,5	4,2	0,33	1,39	146,22	
106,5	5,6	0,33	1,85	196,81	
107,5	3,8	0,31	1,18	126,64	
108,5	27,5	0,24	6,60	716,10	
109,5	0,0	0,24	0,0	0,0	
110,5	36,7	0,22	8,07	892,18	
111,5	29,2	0,20	5,84	651,16	
\bar{x}			161,52	15925,57	

$$R_0 = 161,53 \quad T = 98,6 \quad r_m = 0,0515 \quad \lambda = 1,0529$$

QUADRO 2 - Distribuição de idade estável para *D. saccharalis* mantida em dieta artificial, à temperatura de 20°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 horas.

DISTRIBUIÇÃO			DISTRIBUIÇÃO			DISTRIBUIÇÃO		
IDADE	L(X)	DE IDADE ES-TÁVEL	IDADE	L(X)	DE IDADE ES-TÁVEL	IDADE	L(X)	DE IDADE ES-TÁVEL
0	1,00	5,1132	37	1,00	0,7439	74	1,00	0,1082
1	1,00	4,8536	38	1,00	0,7061	75	1,00	0,1027
2	1,00	4,6072	39	1,00	0,6703	76	1,00	0,0975
3	1,00	4,3733	40	1,00	0,6362	77	1,00	0,0926
4	1,00	4,1513	41	1,00	0,6039	78	1,00	0,0879
5	1,00	3,9406	42	1,00	0,5733	79	1,00	0,0834
6	1,00	3,7405	43	1,00	0,5442	80	1,00	0,0792
7	1,00	3,5506	44	1,00	0,5166	81	1,00	0,0751
8	1,00	3,3704	45	1,00	0,4903	82	1,00	0,0713
9	1,00	3,1993	46	1,00	0,4654	83	1,00	0,0677
10	1,00	3,0369	47	1,00	0,4418	84	1,00	0,0643
11	1,00	2,8827	48	1,00	0,4194	85	0,61	0,0372
12	1,00	2,7363	49	1,00	0,3981	86	0,61	0,0353
13	1,00	2,5974	50	1,00	0,3779	87	0,61	0,0335
14	1,00	2,4656	51	1,00	0,3587	88	0,61	0,0318
15	1,00	2,3404	52	1,00	0,3405	89	0,61	0,0302
16	1,00	2,2216	53	1,00	0,3232	90	0,61	0,0287
17	1,00	2,1088	54	1,00	0,3068	91	0,61	0,0272
18	1,00	2,0018	55	1,00	0,2912	92	0,61	0,0258
19	1,00	1,9001	56	1,00	0,2764	93	0,61	0,0245
20	1,00	1,8037	57	1,00	0,2624	94	0,61	0,0233
21	1,00	1,7121	58	1,00	0,2491	95	0,61	0,0221
22	1,00	1,6252	59	1,00	0,2364	96	0,61	0,0210
23	1,00	1,5427	60	1,00	0,2244	97	0,61	0,0199
24	1,00	1,4644	61	1,00	0,2130	98	0,57	0,0177
25	1,00	1,3900	62	1,00	0,2022	99	0,53	0,0156
26	1,00	1,3195	63	1,00	0,1920	100	0,51	0,0142
27	1,00	1,2525	64	1,00	0,1822	101	0,45	0,0119
28	1,00	1,1889	65	1,00	0,1730	102	0,45	0,0113
29	1,00	1,1285	66	1,00	0,1642	103	0,41	0,0098
30	1,00	1,0712	67	1,00	0,1558	104	0,37	0,0084
31	1,00	2,0169	68	1,00	0,1479	105	0,33	0,0071
32	1,00	0,9652	69	1,00	0,1404	106	0,33	0,0067
33	1,00	0,9162	70	1,00	0,1333	107	0,31	0,0060
34	1,00	0,8697	71	1,00	0,1265	108	0,24	0,0044
35	1,00	0,8256	72	1,00	0,1201	109	0,22	0,0038
36	1,00	0,7837	73	1,00	0,1140	110	0,20	0,0033

Taxa finita de nascimento $B = 0,0538665$

Taxa intrínseca de aumento $R = 0,0521$

Taxa finita de mortalidade $\gamma = 0,0003854$

Taxa intrínseca de nascimento $b = 0,0524755$

Taxa intrínseca de mortalidade $d = 0,0003754$

QUADRO 3 - Tabela de vida de fertilidade para *D. saccharalis* mantida em dieta artificial, à temperatura de 25°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 horas.

x	mx	lx	mx . lx	mx . lx . x	Fase
0,5	-	1,0	-	-	ovo, lagarta pupa
.	
.	
.	
.	
49,5	-	-	-	-	Pré-oviposição
50,5	-	0,61	-	-	
51,5	-	0,61	-	-	
52,5	0,7	0,61	0,43	22,58	adulto
53,5	6,2	0,61	3,78	202,23	
54,5	32,2	0,61	19,64	1070,38	
55,5	16,5	0,56	9,24	512,82	
56,5	22,4	0,51	11,42	645,23	
57,5	18,4	0,50	9,20	529,00	
58,5	30,8	0,46	14,17	828,95	
59,5	17,1	0,42	7,18	427,21	
60,5	18,1	0,37	6,70	405,35	
61,5	21,5	0,35	7,53	463,10	
62,5	13,1	0,35	4,59	286,88	
63,5	10,4	0,34	3,54	224,79	
64,5	0,0	0,31	0,0	0,0	
65,5	0,0	0,21	0,0	0,0	
66,5	16,6	0,20	3,32	220,78	
67,5	50,0	0,18	9,00	608,50	
68,5	25,7	0,17	4,37	299,35	
69,5	25,0	0,17	4,25	295,38	
70,5	7,5	0,12	0,90	63,45	
71,5	10,0	0,12	1,20	85,80	
∑			120,46	7190,78	

$$R_0 = 120,46$$

$$T = 59,70$$

$$r_m = 0,0802$$

$$\lambda = 1,0835$$

QUADRO 4 - Distribuição de idade estável para *D. saccharalis* mantida em dieta artificial, à temperatura de 25°C; UR: 70 ± 10%; fotofase: 14 horas.

IDADE L(x)		DISTRIBUIÇÃO DE IDADE ESTÁVEL		IDADE L(x)		DISTRIBUIÇÃO DE IDADE ESTÁVEL		IDADE L(x)		DISTRIBUIÇÃO DE IDADE ESTÁVEL	
0	1,00	7,9023	24	1,00	1,1184	48	1,00	0,1583			
1	1,00	7,2840	25	1,00	1,0309	49	1,00	0,1459			
2	1,00	6,7141	26	1,00	0,9502	50	1,00	0,1345			
3	1,00	6,1888	27	1,00	0,8759	51	0,61	0,0756			
4	1,00	5,7046	28	1,00	0,8073	52	0,61	0,0697			
5	1,00	5,2583	29	1,00	0,7442	53	0,61	0,0642			
6	1,00	4,8469	30	1,00	0,6860	54	0,61	0,0592			
7	1,00	4,4677	31	1,00	0,6362	55	0,56	0,0501			
8	1,00	4,1181	32	1,00	0,5828	56	0,51	0,0421			
9	1,00	3,7959	33	1,00	0,5372	57	0,50	0,0380			
10	1,00	3,4989	34	1,00	0,4952	58	0,46	0,0322			
11	1,00	3,2252	35	1,00	0,4564	59	0,42	0,0271			
12	1,00	2,9728	36	1,00	0,4207	60	0,37	0,0220			
13	1,00	2,7402	37	1,00	0,3878	61	0,35	0,0192			
14	1,00	2,5258	38	1,00	0,3575	62	0,35	0,0177			
15	1,00	2,3282	39	1,00	0,3295	63	0,34	0,0159			
16	1,00	2,1461	40	1,00	0,3037	64	0,31	0,0133			
17	1,00	1,9782	41	1,00	0,2800	65	0,21	0,0083			
18	1,00	1,8234	42	1,00	0,2581	66	0,20	0,0073			
19	1,00	1,6807	43	1,00	0,2379	67	0,18	0,0061			
20	1,00	1,5492	44	1,00	0,2193	68	0,17	0,0053			
21	1,00	1,4280	45	1,00	0,2021	69	0,12	0,0034			
22	1,00	1,3163	46	1,00	0,1863	70	0,12	0,0032			
23	1,00	1,2133	47	1,00	0,1717	71	0,12	0,0029			

Taxa finita de nascimento $S = 0,0857307$

Taxa intrínseca de aumento $R = 0,08147$

Taxa finita de mortalidade $\gamma = 0,0008489$

Taxa instantânea de nascimento $b = 0,0822858$

Taxa instantânea de mortalidade $d = 0,0001581$

CONCLUSÕES

Para se determinar as taxas intrínsecas de natalidade e mortalidade de um inseto é necessário desenvolver uma tabela de distribuição de idade estável.

As maiores taxas de natalidade e mortalidade para a broca-da-cana são obtidas a 25°C.

LITERATURA CITADA

- BOTELHO, P. S. M. 1985. *Tabela de vida ecológica e simulação da fase larval de Diatraea saccharalis (Fabr., 1794) (Lep., Pyralidae)*. Tese de Doutorado, ESALQ/USP, Piracicaba, 110p.
- GUTIERREZ, A. P.; FALCON, L. A.; LOEW, W.; LEIPZIG, P. A., VAN DEN BOSCH, R. 1975. An analyses of cotton production in California: a model for Acala cotton and the effects of defoliations on its yields. *Environ. Ent.* 4(1): 125-136.
- GUTIERREZ, A. P.; BUTLER, G. D.; WANG, Y.; WESTPHAL, D. 1977. The interation of pink boolworm (Lep., Gelechiidae) cotton and weather: a detailed model. *Can. Ent.* 109:1457-1468.
- GUTIERREZ, A. P.; WANG, Y.; REGEV, U. 1979. An optimization model for *Lygus hesperus* (Het. Miridae) damage in cotton: The economic threshold revisited. *Can. Ent.* 111:41-54.
- MELO, A. B. P. 1984. *Biologia de Diatraea saccharalis (Fabr., 1794) (Lep., Pyralidae) em diferentes temperaturas para a determinação das exigências térmicas*. Tese de Mestrado, ESALQ/USP, Piracicaba, 101 p.
- POOLE, R. W. 1974. *An introduction to quantitative ecology*. Tóquio-JP. Mc Graw-Hill, 532p.
- SGRILLO, R. B. 1979. *Desenvolvimento de modelo matemático para população da broca da cana, Diatraea saccharalis (Fabr., 1794) e simulação da técnica do indivíduo esteril*. Tese de Doutorado. ESALQ-USP, Piracicaba, 189 p.
- SGRILLO, R. B.; CUNHA, N. O. 1985. A simulation model for the sugar-cane borer population management through biological control. In: SUMMER COMPUTER SIMULATION CONFERENCE, Chicago, 6 p.
- STIMAC, J. L.; O'NEIL, R. J. 1985. Integrating influences of natural enemies into models of crop pest systems. p. 323-344. In M. A. HOY & D. C. HERZOG (eds.) *Biological control in Agricultural IPM Systems*. New York, Academic Press.