

SELEÇÃO DE DIETAS ARTIFICIAIS PARA *PSEUDALETIA SEQUAX* (LEP.: NOCTUIDAE)¹

JOSÉ ROBERTO SALVADORI² e JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA³

RESUMO - Foi realizado um estudo visando identificar dietas artificiais que permitam a criação de lagartas de *Pseudaletia sequax* Franc., 1951 (Lep., Noctuidae). Os trabalhos foram conduzidos sob condições controladas de temperatura, umidade relativa do ar e fotófase. De dezesseis dietas avaliadas quanto à viabilidade e duração das fases larval e pupal e, ainda, peso da pupa, foram selecionadas três. Estas foram comparadas, mais detalhadamente, através de parâmetros biológicos, durante três gerações sucessivas, índices de consumo e utilização do alimento e análise do custo dos insetos produzidos. Foram identificadas duas dietas mais adequadas para a criação de *P. sequax*: uma à base de feijão, caseína, farinha de soja, germe de trigo e levedura de cerveja, e outra à base de feijão, germe de trigo e levedura de cerveja.

Termos para indexação: lagartas, fotófase, fase larval, fase pupal.

SELECTION OF ARTIFICIAL DIETS FOR *PSEUDALETIA SEQUAX* FRANCLEMONT, 1951 (LEP.: NOCTUIDAE)

ABSTRACT - A study was conducted to select suitable artificial diets to rear larvae of *Pseudaletia sequax* Franc., 1951 (Lep., Noctuidae). The work was carried out in laboratory, under controlled temperature, air moisture and photophase conditions. From sixteen diets three were selected, in relation to viability and length of larval and pupal periods and to pupal weight. These diets were compared, with more details, considering biological parameters during three generations, food consumption and utilization index and cost of insect production. Two more suitable diets were identified for this specie: one composed by beans, casein, soybean flour, wheat germ and yeast, and the other one composed by beans, wheat germ and yeast.

Index terms: larvae, photophase, larval phase, pupal phase.

INTRODUÇÃO

Pseudaletia sequax Franc., 1951 (Lepidoptera, Noctuidae) é um inseto polífago, que se alimenta de diversas plantas de interesse econômico (Biezanko et al. 1974). No Brasil, tem assumido maior importância como praga do trigo (Gallo et al. 1978, Nakano et al. 1981, Salvadori et al. 1983 e Gassen 1984).

A realização de estudos bioecológicos e o desenvolvimento de métodos de controle têm sido limitados pela dificuldade em se criar esta espécie em laboratório, uma vez que não se dispõe de técnica apropriada para tanto. Um dos primeiros passos a serem vencidos neste sentido, consistiu em desenvolver uma dieta artificial, que permita a criação de insetos que preencham requisitos mínimos de qualidade biológica, de quantidade e de economicidade.

Uma das alternativas para se tentar a solução deste problema é trabalhar com dietas artificiais utilizadas para outras espécies, procurando adaptá-las para a espécie em questão. De acordo com Parra (1979), a adequação de uma dieta artificial para insetos pode ser avaliada através de parâmetros morfológicos, biométricos e nutricionais. Por outro lado, se-

¹ Acceto para publicação em 17 de abril de 1990. Extraído da Tese de Doutorado em Entomologia, ESALQ/USP pelo primeiro autor.

² Eng. - Agr., Ph.D., Entomologista, EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), Caixa Postal 569, CEP 99001 Passo Fundo, RS.

³ Eng. - Agr., Ph.D., Prof. - Adj., Dep. de Entomol. ESALQ/USP, Caixa Postal 9, CEP 13400 Piracicaba, SP.

gundo Kogan (1980), uma das atuais tendências na pesquisa sobre técnicas de criação de insetos é a busca do uso mais eficiente e econômico de nutrientes.

Diante desta situação, conduziram-se experimentos visando identificar dietas artificiais que permitam a criação de *P. sequax*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram conduzidos a partir de adultos de *Pseudaletia sequax* coletados no campo, no laboratório de Biologia do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", em Piracicaba, SP.

As lagartas foram criadas, até a pupação, em tubos de vidro (2,3 cm de diâmetro x 8,5 cm de comprimento) nos quais lhes foi fornecida a dieta artificial. Os tubos, fechados com algodão hidrófugo, foram previamente esterilizados (1 h a 150°C) e receberam a dieta ainda quente. A colocação das lagartas recém-ecloídas foi realizada, na dieta já resfriada,

em câmara asséptica. Todo o material utilizado foi previamente exposto à luz germicida (ultravioleta) durante dez minutos.

A criação dos insetos foi desenvolvida na condição de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ de UR e 14 h de fotofase, exceto no Experimento 3, onde a temperatura foi de 26°C . As dietas foram preparadas conforme descrito por Parra (1979). Os registros dos experimentos decorreram de observações diárias. A pesagem das pupas foi realizada 24 horas após a pupação.

Experimento 1: Seleção de dietas artificiais

Foram avaliadas dezesseis dietas (Tabela 1) quanto à viabilidade e duração dos períodos larval e pupal e o peso da pupa. Para cada dieta utilizaram-se cinquenta tubos, cada um com duas lagartas. A emergência dos adultos ocorreu em tubos iguais aos utilizados para a criação das lagartas. As dezesseis dietas estudadas originaram-se de adaptações de dietas citadas na literatura para outras espécies de *Pseudaletia* ou em utilização em laboratórios brasileiros para a criação de outras espécies de Noctuidae e Pyralidae. O feijão utilizado foi das cultivares Ca-

TABELA 1. Composição (g/1.000 g) de dezesseis dietas artificiais para a criação de *Pseudaletia sequax*, Franc., 1951.

Componente	Dieta ¹															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Água destilada	812,89	808,80	810,37	884,76	883,65	872,76	803,16	795,01	794,56	792,04	785,10	768,68	777,55	833,13	771,05	845,64
Ágar	14,93	14,86	14,89	10,52	10,51	16,45	19,88	19,68	19,67	19,61	13,14	12,86	13,01	8,00	17,84	19,38
Celulose	-	-	-	9,29	9,28	10,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polioxietileno sorbitam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monoleato ²	-	-	-	1,61	1,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KOH 4M	-	-	-	8,05	8,04	3,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caseína	20,62	20,52	20,56	18,57	18,55	23,50	-	-	-	-	-	-	-	-	15,20	29,45
Feijão seco	50,49	50,24	50,34	-	-	-	-	-	-	-	108,40	106,14	107,36	133,56	146,68	-
Germe de trigo	40,54	40,33	40,41	16,10	16,08	20,37	28,32	28,03	28,01	27,93	51,91	50,82	51,40	-	-	29,45
Levedura de cerveja	25,60	25,47	25,52	-	-	-	30,13	29,82	29,80	29,71	33,51	32,81	33,18	19,99	17,84	-
Milho (farinha)	-	-	-	-	-	-	112,67	111,53	111,46	111,11	-	-	-	-	-	-
Soja (farinha)	20,62	20,52	20,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sacarose	-	-	-	18,57	18,55	23,50	-	-	-	-	-	-	-	-	15,20	48,83
Ácido linoléico	-	-	1,42	-	1,24	1,65	-	-	-	1,96	-	2,38	-	-	-	-
Colesterina	-	1,42	1,42	1,05	1,05	2,04	-	-	1,79	1,78	-	2,44	2,47	-	-	-
Óleo de germe de trigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,59	-
Óleo de soja	-	3,61	-	-	-	-	-	-	8,94	-	-	-	7,16	-	-	-
α - tocoferol	-	-	0,25	0,22	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ácido ascórbico	2,42	2,41	2,41	10,52	10,51	-	4,04	4,00	3,99	3,98	3,35	3,28	3,32	2,00	4,43	3,88
Cloreto de colina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,01
Mistura vitamínica ³	6,12	6,08	6,10	10,52	10,51	13,32	-	10,14	-	10,10	-	16,08	-	-	-	10,08
Sais de Wesson	-	-	-	7,43	7,42	6,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,08
Ácido benzoico	-	-	-	-	-	-	1,02	1,01	1,01	1,01	-	-	-	-	-	-
Ácido sórbico	1,21	1,20	1,20	1,24	1,24	3,37	-	-	-	-	1,05	1,03	1,04	0,64	-	-
Formaldeído 37,2%	2,42	2,41	2,41	-	-	-	-	-	-	-	1,44	1,42	1,43	1,36	2,18	0,46
Metil-p-hidroxibenzoato	2,06	2,05	2,06	1,49	1,48	1,88	0,78	0,78	0,77	0,77	2,10	2,06	2,08	1,36	0,99	1,47
Sulfato tetraciclina ⁴	0,08	0,08	0,08	0,06	0,06	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,27

¹ A, B e C - adaptadas de Greene et al. (1976); D e E - adaptadas de Goodwin (1966); F - adaptada de Singh (1983); G, H, I e J - adaptadas de Mihsfeldt (1985); K, L e M - adaptadas de Burton (1969); N - adaptada de Bowling (1967); O - adaptada de Noelgund & Mathad (1974) e P - adaptada de Hensley & Hammond (1968).

² Tween 80.

³ Mistura de Vanderzant (Parra 1979).

⁴ Tetrex 500 mg.

rioca (dietas A, B e C) e Rosinha (dietas K, L, M, N e O), e o milho que entrou nas dietas G, H, I e J, foi da cultivar Piranão-Opaco 2. Como farinha de soja, utilizou-se o produto comercial Sojinha Superbom. A celulose utilizada em algumas dietas consistiu de lâminas sulfato-branqueadas de celulose de *Eucalyptus* sp. (Vendramin et al. 1982). As misturas de vitaminas e de sais minerais utilizadas foram as citadas por Parra (1979) e Kogan (1980), respectivamente. As dietas foram comparadas através da análise da variância e teste de Tukey 5%.

Experimento 2: Avaliação de três dietas selecionadas, quanto a parâmetros biológicos do inseto

Foram comparadas as dietas A, K e N, selecionadas como as melhores no Experimento 1, considerando-se viabilidade e duração das fases de lagarta e pupa, peso da pupa, razão sexual e deformação de pupas e adultos, por três gerações consecutivas. Na primeira geração o experimento foi iniciado com 190, 146 e 188 lagartas nas dietas A, K e N, respectivamente. Foram colocadas duas lagartas por tubo, e a emergência dos adultos ocorreu em tubos sem dieta, nos quais as pupas foram individualizadas. Para análise da variância, os insetos foram agrupados em dez repetições. Na segunda geração, foram utilizadas 90 lagartas para a dieta A, 40 para a K e 70 para a N. A partir desta geração, trabalhou-se com uma lagarta por tubo. Para a análise da variância, os tubos foram reunidos em 9, 5 e 7 repetições para as dietas A, K e N, respectivamente. Na terceira geração utilizaram-se 98, 91 e 83 tubos, reunidos em dez repetições por tratamento, para as dietas A, K e N, pela ordem. Avaliou-se também o desempenho de cada dieta ao longo de três gerações sucessivas, utilizando-se outra F_1 que não a acima citada. Neste caso, a F_1 considerada desenvolveu-se nas mesmas condições da F_2 e da F_3 acima, com 150 lagartas para cada dieta.

Experimento 3: Avaliação de três dietas selecionadas, quanto ao seu consumo e utilização pelo inseto

Para cada dieta (A, K e N) utilizaram-se 13 lagartas, individualizadas nos tubos de vidro. Na determinação dos índices de consumo e utilização, adotou-se a metodologia proposta por Waldbauer (1968) e modificada por Scriber & Slansky (1981). Os parâmetros necessários ao cálculo dos índices foram medidos através do método gravimétrico (Parra 1980), com base no peso seco dos alimentos,

das fezes e dos insetos. Para a desidratação e obtenção de peso seco, as lagartas de tamanho máximo, as fezes e os restos de dieta foram mantidos em estufa a 55-60°C, até o peso se tornar constante. Antes, porém, as lagartas foram mortas por congelamento. Os dados foram submetidos a análise de variância, considerando-se cada lagarta uma repetição.

Experimento 4: Custo dos insetos produzidos nas três dietas selecionadas

Com base no preço comercial dos ingredientes em setembro de 1986 e no consumo das lagartas, calculou-se o custo do inseto produzido nas dietas A, K e N.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seleção de dietas artificiais

Os resultados obtidos na avaliação de dezesseis dietas artificiais foram colocados em ordem decrescente (Tabela 2) quanto à viabilidade acumulada nas fases larval e pupal (viabilidade total). A viabilidade dos insetos foi extremamente variável nas dietas estudadas. Para a fase larval, sem o cômputo do primeiro instar, a viabilidade oscilou de 0 a 100%; para a fase pupal, a viabilidade máxima foi de 75%. Em algumas dietas (D, E, F, G, H, I, J, L e O), a alta mortalidade impediu que se obtivessem insetos em número suficiente para a aplicação da análise da variância para as médias dos parâmetros registrados. Desta forma, foram comparadas através deste tipo de análise as dietas A, B, C, K, M, N e P, nas quais a viabilidade larval foi superior a 70%.

Nenhuma das dietas proporcionou valor de 75% de viabilidade total, preconizado por Singh (1983) como o mínimo exigido em dietas artificiais. Convém destacar, no entanto, a importância relativa destes dados, uma vez que o objetivo nesta etapa do trabalho foi identificar as dietas mais adequadas entre as dezesseis testadas, para serem estudadas de forma mais completa, posteriormente. Além disto, outros fatores podem estar envolvidos quanto às causas das mortalidades observadas, além da composição das dietas. Entre estes, destaca-se a criação de duas lagartas por tubo

de dieta, que determinou, em alguns casos, a necessidade de separá-las no último instar larval, por problemas de competição por espaço e alimento. Tanto esta competição como a manipulação para separar os insetos podem ter colaborado para a diminuição da viabilidade.

Entre as dietas comparadas estatisticamente, destacaram-se a A, B, K, N e P com viabilidade larval superior a 90%, sendo que as dietas K e N apresentaram os mais altos valores numéricos. Quanto à viabilidade pupal, as melhores foram as dietas A e K. Considerando-se a viabilidade nas fases larval e pupal, verificou-se que as dietas A, K e N foram superiores às demais, sendo que 72, 71 e 61% dos insetos atingiram a fase adulta, respectivamente.

A duração do período lagarta-pupa, nas dietas submetidas à análise da variância (Tabela 2) variou de 35,3 a 39,4 dias, e foi menor nas dietas A e K. Sendo assim, estas dietas, por terem proporcionado maior velocidade de desenvolvimento e maior viabilidade, podem ser consideradas mais adequadas à espécie que as demais, quanto a estes parâmetros. Entre as sete dietas em questão, o maior peso da pupa foi constatado na dieta K (0,62 g), indicando um acúmulo de biomassa mais elevado, enquanto que as pupas menos pesadas foram registradas na dieta B (0,50 g). No entanto, o peso da pupa foi superior ao peso citado por Padial (1980) para *P. sequax* criada em trigo.

Em função dos resultados obtidos neste ex-

TABELA 2. Viabilidade e duração das fases larval e pupal e peso da pupa de *Pseudaletia sequax* Franc., 1951, criada em dezesseis dietas artificiais (temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotófase: 14 h).

Dieta ¹	Viabilidade (%) ²				Período lagarta-pupa (dias) ²	Peso da pupa (g) ²
	1º instar	Larval ³	Pupal	Total ³		
A	89	96 ab	75 a	72 a	35,3 a	0,56 b
K	82	100 a	71 a	71 a	35,9 a	0,62 a
N	76	98 a	62 ab	61 a	39,2 c	0,52 bcd
B	85	94 abc	50 ab	47 ab	38,8 b	0,50 d
C	96	78 c	55 abc	43 abc	36,5 ab	0,54 bc
P	78	94 abc	31 b	29 bc	39,2 c	0,51 cd
M	76	74 c	25 b	18 c	39,4 c	0,53 bcd
O	76	45	23	10	53,0	0,47
L	87	16	63	10	36,0	0,58
E	75	36	24	9	63,7	0,37
D	78	22	23	5	67,9	0,31
G	60	18	1	2	38,9	0,48
H	54	37	0	0	-	0,49
J	55	4	-	0	-	-
F	86	0	0	0	-	-
I	74	0	-	0	-	-
C.V. (%)		12,93	26,30	21,28	3,15	3,89

¹ As dietas O, L, E, D, G, H, J, F e I não foram incluídas na análise da variância por insuficiência de dados.

² Para cada parâmetro, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%); os dados de viabilidade foram transformados para arco seno $\sqrt{x/100}$, na análise da variância.

³ Exceto a do 1º instar.

perimento, selecionaram-se as dietas A, K e N para dar continuidade ao trabalho. Estas dietas, além de terem apresentado as maiores viabilidades, proporcionaram uma duração para as fases larval e pupal, compatível com a citada na literatura para *P. sequax* criada em trigo (Pereira 1978 e Padial 1980).

Avaliação das dietas artificiais, quanto a parâmetros biológicos do inseto

Pelos resultados obtidos na avaliação das dietas A, K e N na primeira geração de *P. sequax* (Tabela 3), verificou-se que elas não diferiram entre si quanto à viabilidade das fases larval e pupal. No entanto, a duração do período lagarta-pupa foi afetado pelas dietas. Este período foi cerca de três dias mais longo nos indivíduos criados na dieta N, sendo que este efeito diferencial existiu apenas na fase larval. Esta maior velocidade de desenvolvimento constatada nas dietas A e K indica, provavelmente, uma melhor adequação nutricional das mesmas para *P. sequax*. O peso da pupa também foi afetado pelos diferentes tratamentos, sendo que as pupas provenientes da dieta K foram mais pesadas que as demais.

Na segunda geração (Tabela 4), houve efeito das dietas na viabilidade pupal, a qual se refletiu na viabilidade do período lagarta-pupa, evidenciando uma superioridade das

TABELA 3. Efeito de três dietas artificiais sobre parâmetros biológicos na primeira geração de *Pseudaletia sequax* Franc., 1951 (temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h)¹.

Dieta	Viabilidade (%)			Período (dias)			Peso da pupa (g)
	Larval	Pupal	Total	Larval	Pupal	Total	
A	94 a	70 a	66 a	26,5 a	14,3 a	40,8 a	0,52 b
K	95 a	72 a	68 a	26,2 a	14,4 a	40,6 a	0,56 a
N	92 a	73 a	67 a	29,0 b	14,7 a	43,7 b	0,52 b
CV (%)	9,63	20,08	22,49	5,82	2,97	3,71	3,95

¹ Para cada parâmetro, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

TABELA 4. Efeito de três dietas artificiais sobre parâmetros biológicos na segunda geração de *Pseudaletia sequax* Franc., 1951 (temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h)¹.

Dieta	Viabilidade (%)			Período (dias)			Peso da pupa (g)
	Larval	Pupal	Total	Larval	Pupal	Total	
A	97 a	95 a	92 a	25,5 b	13,3 a	38,8 a	0,55 b
K	96 a	92 a	92 a	24,4 a	13,8 b	38,2 a	0,60 a
N	94 a	75 b	70 b	27,1 c	13,7 b	40,8 b	0,56 b
CV (%)	6,65	15,40	14,70	3,75	1,68	2,29	3,63

¹ Para cada parâmetro, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

dietas A e K, em relação à dieta N. A duração do período lagarta-pupa e o peso da pupa foram influenciados pelo alimento ingerido pelas lagartas, confirmando os resultados do experimento conduzido com insetos de primeira geração. Também nesta geração, as dietas A e K mostraram-se superiores à N, para a criação da lagarta-do-trigo.

Na terceira geração (Tabela 5), também foram observados efeitos significativos das dietas na viabilidade e duração do período lagarta-pupa, bem como no peso da pupa. Considerando-se a viabilidade do período lagarta-pupa, observou-se uma maior adequação da dieta K em relação às outras duas dietas. Este resultado deveu-se à mortalidade de pupas, uma vez que as dietas proporcionaram viabilidades larvais que não diferiram estatisticamente entre si. Os dados relativos à duração do período lagarta-pupa e ao peso da pupa, ratificaram os resultados encontrados nos experimentos na primeira e segunda gerações. A velocidade de desenvolvimento foi superior nas dietas A e K, e o peso da pupa foi maior quando os insetos foram criados nesta última dieta.

Analisando-se os resultados em três gerações sucessivas, constatou-se que a viabilidade das fases larval e pupal (Tabela 6 e Fig. 1) decresceu da primeira para a terceira geração, sendo que na dieta N este decréscimo já se

configurou na segunda geração. Este resultado indica uma superioridade das dietas A e K em relação à N. Nas três dietas, a viabilidade média das três gerações superou o nível de 75%, aceito como o limite mínimo em avaliações de

dietas artificiais (Singh 1983). No entanto, enquanto na dieta N obteve-se uma viabilidade de 77%, bastante próxima do referido limite, nas dietas A e K, a viabilidade foi maior, atingindo 85 a 90%, respectivamente, superando o valor encontrado em trigo por Padial (1980), que foi de aproximadamente 81%.

TABELA 5. Efeito de três dietas artificiais sobre parâmetros biológicos na terceira geração de *Pseudaletia sequax* Franc., 1951 (temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotófase: 14 h)¹.

Dieta	Viabilidade (%)			Período (dias)			Peso da pupa (g)
	Larval	Pupal	Total	Larval	Pupal	Total	
A	92 a	75 b	68 b	26,0 a	11,8 a	37,8 a	0,51 c
K	89 a	94 a	84 a	25,2 a	11,9 a	37,2 a	0,58 a
N	93 a	80 b	74 b	30,4 b	12,7 b	43,0 b	0,54 b
CV (%)	7,2	11,12	10,42	3,69	1,82	2,63	2,87

¹ Para cada parâmetro, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

A duração do período lagarta-pupa também variou com a geração (Tabela 6 e Fig. 2), obedecendo a um mesmo padrão nas dietas A e K, onde o desenvolvimento foi mais rápido na terceira geração; na dieta N, esta situação se inverteu. Tomando-se os valores médios das três gerações, embora sem uma confrontação estatística, verificou-se que a duração do período lagarta-pupa aumentou da dieta K (37,8 dias) para a A (38,6 dias) e desta para a N (41,7 dias). Na dieta N, este período foi ligeiramente superior ao citado por Padial (1980) e semelhante ao citado por Pereira (1978), em trigo. Nas dietas A e K o desenvolvimento foi mais rápido em relação às referências destes autores.

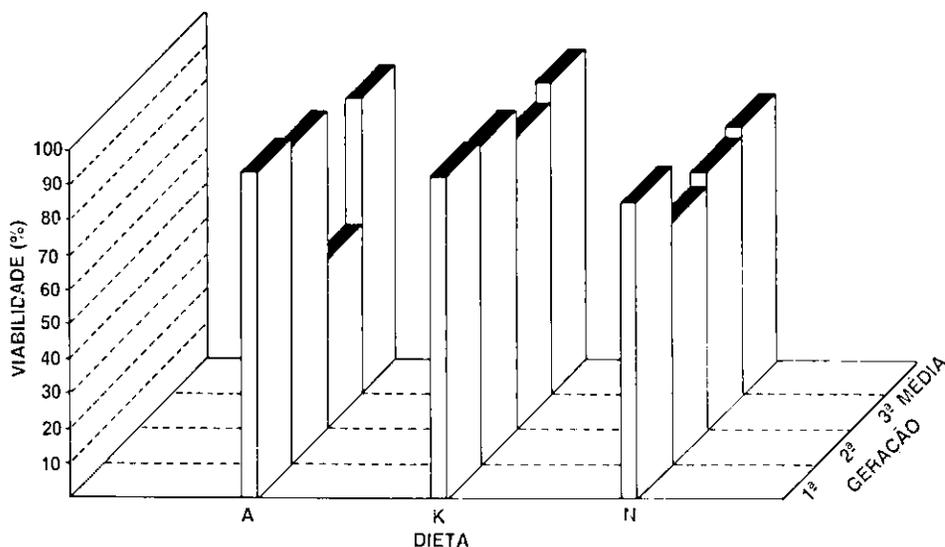


FIG. 1. Viabilidade do período lagarta-pupa de *Pseudaletia sequax* Franc., 1951 criada em três dietas artificiais, por três gerações sucessivas (temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotófase: 14h).

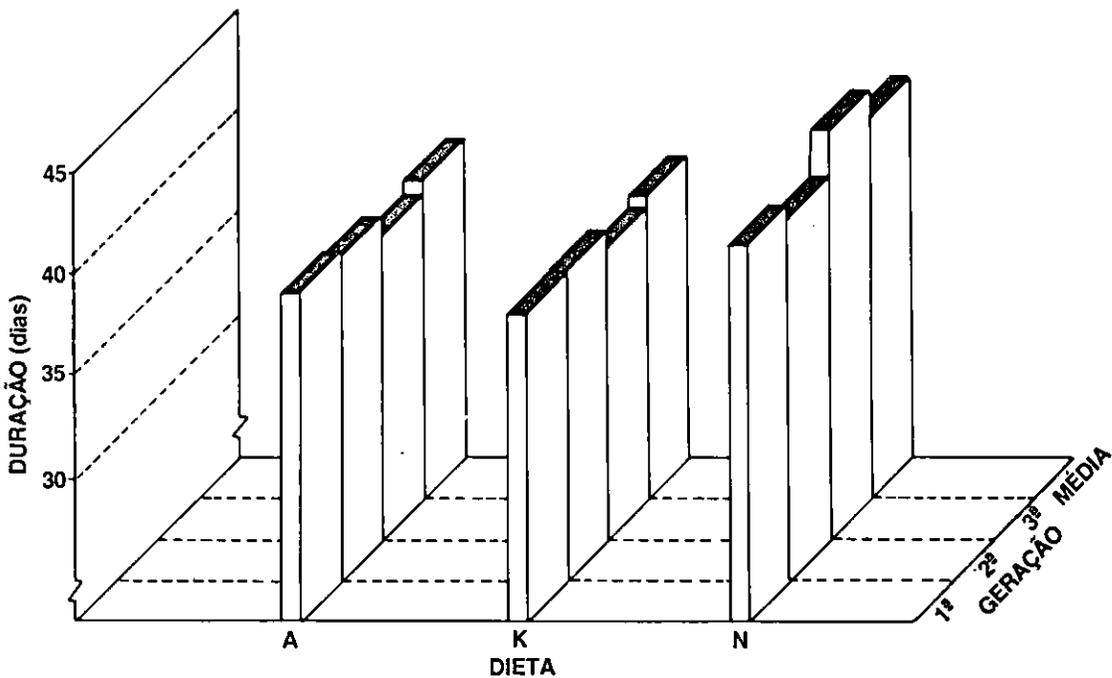


FIG. 2. Duração do período lagarta-pupa de *Pseudaletia sequax* Franc., 1951 criada em três dietas artificiais, por três gerações sucessivas (temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotófase: 14h).

TABELA 6. Viabilidade e duração do período lagarta-pupa de *Pseudaletia sequax* Franc., 1951, criada em três dietas artificiais, por três gerações sucessivas (temperatura $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotófase: 14 h)¹.

Geração	Viabilidade (%)			Duração (dias)		
	Dieta A	Dieta K	Dieta N	Dieta A	Dieta K	Dieta N
1ª	94 a	93 a	86 a	39,1 a	38,0 a	41,4 a
2ª	92 a	92 ab	70 b	38,8 a	38,2 a	40,8 a
3ª	68 b	84 b	74 b	37,8 b	37,2 b	43,0 b
Média	85	90	77	38,6	37,8	41,7
CV (%)	8,54	6,79	15,18	2,95	1,51	2,52

¹ Para cada dieta e parâmetro, médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

O peso da pupa (Tabela 7 e Fig. 3) decresceu claramente da primeira para a terceira geração. O peso médio nas três gerações foi maior na dieta K (0,60 g) em relação ao constatado nas dietas A e N, cujos valores foram praticamente iguais (0,55 e 0,56, pela ordem). Nas três dietas, as pupas atingiram peso superior ao peso citado para *P. sequax* criada em trigo, por Padial (1980).

Considerando-se a viabilidade e duração das fases larval e pupal e, ainda, o peso da pupa, verificou-se que as três dietas tem potencial para serem utilizadas na criação de *P. sequax*. Constatou-se, porém, que as dietas A e K parecem ser superiores à N. Dados mais consistentes poderiam ser obtidos através do confronto direto destas dietas artificiais com um alimento natural da espécie, num mesmo experimento.

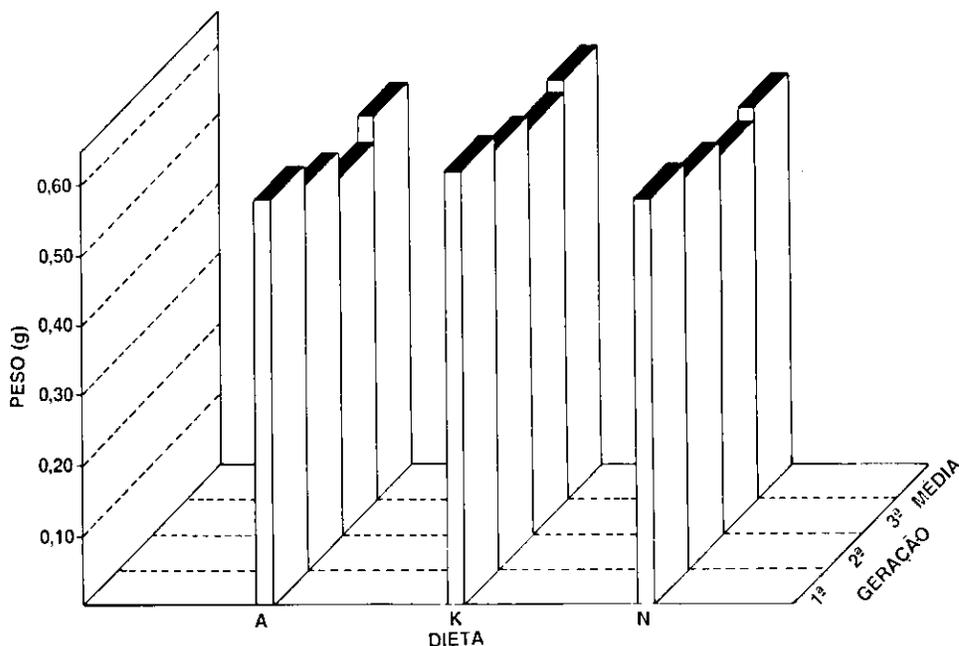


FIG. 3. Peso da pupa de *Pseudaletia sequax* Franc., 1951 criada em três dietas artificiais, por três gerações sucessivas (temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotófase: 14h).

A razão sexual não foi afetada significativamente ao longo das três gerações (Tabela 7).

A porcentagem de pupas e adultos deformados tendeu a aumentar da primeira para a terceira geração, nas três dietas (Tabela 8). Embora estes resultados não tenham sido submetidos à análise de variância, constatou-se uma considerável deformação de pupas nas dietas A e N. O grau de deformação de adultos foi relativamente baixo e semelhante nas três dietas.

O decréscimo da viabilidade e no peso da pupa, bem como a tendência de aumento da deformação de pupas e adultos, que em linhas gerais ocorreram da primeira para a terceira geração, podem ser considerados indicativos do início de um processo degenerativo. Conforme Mackauer (1972), os mecanismos que mais contribuem para a decadência genética na criação de insetos em laboratório são o efeito

TABELA 7. Peso da pupa e razão sexual de *Pseudaletia sequax* Franc., 1951, criada em três dietas artificiais, por três gerações sucessivas (temperatura $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotófase: 14 h)¹.

Geração	Peso da pupa (g)			Razão sexual ²		
	Dieta A	Dieta K	Dieta N	Dieta A	Dieta K	Dieta N
1ª	0,58 a	0,62 a	0,58 a	0,46 a	0,51 a	0,47 a
2ª	0,55 b	0,60 a	0,56 ab	0,44 a	0,53 a	0,60 a
3ª	0,51 c	0,58 b	0,54 b	0,44 a	0,54 a	0,53 a
Média	0,55	0,60	0,56	0,45	0,53	0,53
CV (%)	2,78	1,73	3,54	27,23	23,38	20,04

¹ Para cada dieta e parâmetro, médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

² $\frac{\text{♀}}{\text{♀ ♂}}$

TABELA 8. Deformação (%) de pupas e adultos de *Pseudaletia sequax* Franc., 1951, criada em três dietas artificiais, por três gerações sucessivas (temperatura $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotófase: 14 h).

Geração	Pupas			Adultos		
	Dieta A	Dieta K	Dieta N	Dieta A	Dieta K	Dieta N
1ª	2	0	7	1	0	0
2ª	16	4	24	1	4	6
3ª	37	8	50	11	8	5
Média	18	4	27	4	4	4

da colônia inicial, o cruzamento entre irmãos e a seleção. No presente estudo, uma provável decadência poderia ser conseqüência da origem do material e do cruzamento entre irmãos. A utilização de insetos oriundos de uma única fêmea e o cruzamento dos descendentes podem ser apontados como causas deste fenômeno. Observou-se, porém, que enquanto na dieta N esta tendência de declínio é mais clara, uma vez que a viabilidade decresceu já na segunda geração e a velocidade de desenvolvimento também diminuiu na terceira geração, nas dietas A e K ela não é tão evidente. Nestas dietas, a provável degeneração indicada pelo aumento da mortalidade ao longo das gerações não é confirmada pela duração do período lagarta-pupa que, por sua vez diminuiu. Assim, o incremento na velocidade de desenvolvimento dos insetos neste período, também poderia ser interpretado como um princípio de sua adaptação às dietas A e K, contrariando a hipótese de degeneração.

A propósito disso, Boller (1972) mencionou que em insetos trazidos para criação em laboratório, a produção de uma linhagem para esta condição pode ser baixa ou mesmo declinar no início do processo, para depois aumentar após cinco ou sete gerações. Com base nesta afirmação, poder-se-ia levantar a possibilidade de que a mortalidade crescente verificada da primeira para a terceira geração, nas três dietas

em estudo, decorreu de um processo adaptativo dos insetos aos substratos alimentares.

Na realidade, com as informações obtidas nestes experimentos, não é possível ir além de conjecturas. Para a obtenção de dados mais consistentes e conclusivos sobre o desempenho das dietas ao longo de gerações sucessivas, seria necessário estender o estudo para um maior número de gerações, como também ampliar as observações, incluindo parâmetros que indicassem o potencial de reprodução dos insetos (fecundidade, fertilidade, etc.).

Comparação das dietas artificiais quanto ao seu consumo e utilização pelo inseto

Foram determinados a quantidade ingerida (I), assimilada (I-F) e metabolizada (M) nas dietas A, K e N, a quantidade de fezes produzidas (F) e o ganho de biomassa (B), bem como a duração do período larval (T) no qual estes parâmetros foram levantados, (Tabela 9). Todos estes parâmetros, inclusive a velocidade de desenvolvimento das lagartas, variaram significativamente com o alimento.

O alimento ingerido (I) e as fezes produzidas (F) apresentaram um mesmo tipo de variação em relação às dietas. Ambos foram menores na dieta A, intermediários na dieta K e mais elevados na dieta N. Nesta última, a

TABELA 9. Alimento ingerido (I), fezes produzidas (F), alimento assimilado (I-F), alimento metabolizado (M) e ganho de biomassa (B) no período larval (T) de *Pseudaletia sequax* Franc., 1951, em três dietas artificiais (temperatura: 26°C ; UR: $60 \pm 10\%$; fotófase: 14 h)¹.

Dieta	I (g) ²	F (g) ²	I-F (g) ²	M (g) ²	B (g) ²	T (dias)
A	0,62 a	0,26 a	0,36 a	0,17 a	0,19 ab	24,0 b
K	0,81 b	0,40 b	0,41 a	0,21 a	0,20 a	22,2 a
N	0,94 c	0,44 c	0,50 b	0,33 b	0,17 b	24,4 b
CV (%)	12,89	15,48	17,79	30,93	9,10	3,71

¹ Para cada parâmetro, as médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

² Peso seco.

quantidade de alimento assimilado (I-F), ou seja, o alimento transformado em energia e/ou em biomassa, foi maior em relação às outras duas dietas. Observando-se o ganho de biomassa (B) apresentado pelos insetos, verificou-se que a utilização do alimento para crescimento foi maior na dieta K, intermediário na dieta A e menor na dieta N. Através da análise do alimento metabolizado (M), que representa a quantidade utilizada na forma de energia metabólica, constatou-se que na dieta N uma maior proporção da mesma foi dirigida a este fim, em detrimento do crescimento das lagartas.

O tempo necessário para que as lagartas atingissem o tamanho máximo foi menor na dieta K em relação às dietas A e N, indicando uma melhor adequação da mesma em termos de velocidade de desenvolvimento. Mukerji & Guppy (1970) observaram que *P. unipuncta* é capaz de acelerar o desenvolvimento, através do incremento do consumo. No entanto, no presente experimento não há evidências de que esta tenha sido a causa do desenvolvimento mais rápido das lagartas criadas na dieta K. Possivelmente, o fato esteve relacionado à composição das dietas.

Os parâmetros I, M e B, expressos em unidades de peso, podem ser transformados em índices, se divididos pelo produto entre o peso

médio das lagartas e o tempo no qual elas atingiram o tamanho máximo. Obtém-se, assim, a taxa de consumo relativo (RCR), a taxa metabólica relativa (RMR) e a taxa de crescimento relativo (RGR), expressas em unidade de peso/peso.tempo. Por outro lado, a eficiência de utilização do alimento é expressa em percentagem, através dos índices de digestibilidade aproximada (AD), eficiência de conversão do alimento ingerido (ECI) e do digerido (ECD). Estes índices (Tabela 10 e Fig. 4) permitem uma análise comparativa mais adequada quanto ao consumo e à utilização do alimento.

Através da RCR verificou-se que as dietas foram consumidas em quantidades diferentes pelas lagartas. O consumo foi menor na dieta A, intermediário na K e maior na N. Entretanto, a RGR foi maior na dieta K, em relação às dietas A e N, que, por sua vez, não diferiram entre si quanto ao ganho de peso dos insetos. Assim, na dieta A, mesmo ingerindo uma quantidade de alimento inferior em 34%, as lagartas apresentaram crescimento comparável ao verificado na dieta N. Por outro lado, na dieta K, as lagartas consumiram 14% a menos, mas apresentaram um ganho de peso maior que na dieta N. Em relação à dieta A, a dieta K foi mais consumida, mas também foi mais utilizada para crescimento. Estes dados

TABELA 10. Taxa de consumo relativo (RCR), taxa de crescimento relativo (RGR), taxa metabólica relativa (RMR), digestibilidade aproximada (AD), eficiência de conversão do alimento ingerido (ECI) e do digerido (ECD) no período larval de *Pseudaletia sequax* Franc., 1951, em três dietas artificiais (temperatura: 26°C; UR: 60 ± 10%; fotófase: 14 h)¹.

Dieta	RCR (g/g.dia)	RGR (g/g.dia)	RMR (g/g.dia)	AD (%)	ECI (%)	ECD (%)
A	0,274 a	0,083 b	0,076 a	58 a	30 a	53 a
K	0,371 b	0,090 a	0,094 a	50 b	24 b	48 a
N	0,441 c	0,082 b	0,153 b	53 b	19 c	37 b
CV (%)	11,18	3,67	32,52	8,77	9,34	12,86

¹ Para cada parâmetro, as médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

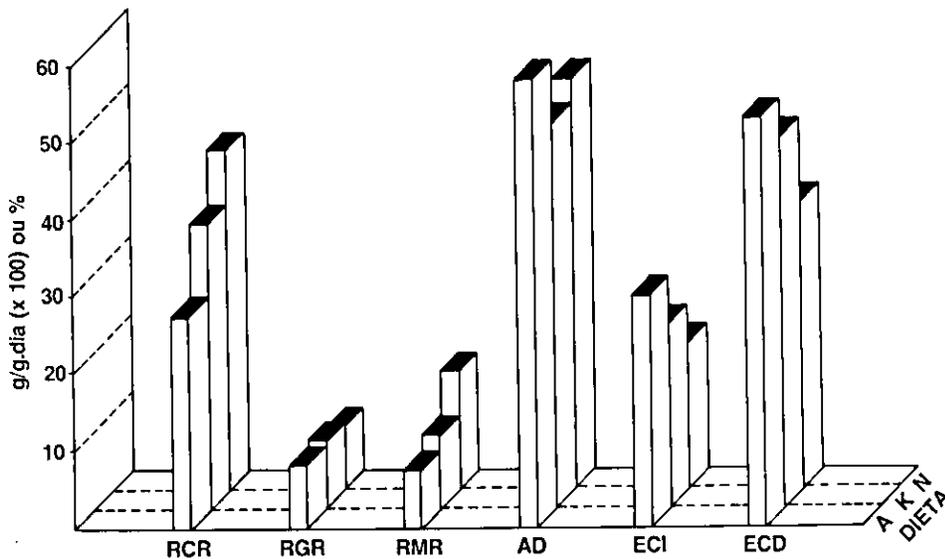


FIG. 4. Taxa de consumo relativo (RCR), taxa de crescimento relativo (RGR) e taxa de metabolismo relativo (RMR), em g/g.dia, e digestibilidade aproximada (AD), eficiência de conversão do alimento ingerido (ECI) e eficiência de conversão do alimento digerido (ECD), em %, de *Pseudaletia sequax* Franc., 1951 em três dietas artificiais (temperatura: 26°C; UR: 60 ± 10%; fotófase: 14h).

indicaram uma superioridade das dietas A e K em relação à dieta N, quanto ao peso adquirido pelas lagartas de *P. sequax*, em relação à quantidade de alimento consumido. Isto decorreu, provavelmente, das diferenças qualitativas e quantitativas na composição das dietas.

A RMR não diferiu nas dietas A e K, mas foi maior na dieta N, evidenciando que nesta, os insetos utilizaram maior parte do alimento como energia metabólica, em detrimento do crescimento. Também ficou evidente que a maior quantidade ingerida da dieta K, em relação à dieta A, foi canalizada principalmente para crescimento, pois as duas não diferiram em termos da porção que foi metabolizada.

A digestibilidade aproximada (AD), que representa a porcentagem do alimento que foi efetivamente assimilada, demonstrou que a assimilação foi mais eficiente na dieta A, em relação às dietas K e N.

A eficiência de conversão do alimento ingerido (ECI), ou taxa bruta de eficiência, foi diferente nas três dietas em estudo. A proporção

do alimento ingerido que foi utilizada para ganho de biomassa, foi maior na dieta A, intermediária na K e menor na N. Por outro lado, a eficiência de conversão do alimento digerido (ECD), ou taxa líquida de eficiência, foi superior nas dietas A e K, que por sua vez não diferiram entre si. Isto demonstra um melhor aproveitamento da porção digerível destas duas dietas para conversão em substância corpórea, por parte dos insetos. A ECD foi considerada por Martins (1983) como o índice de utilização que melhor explica a adequação nutricional de dietas artificiais.

O custo metabólico (100-ECD) foi maior na dieta N (63%), confirmando que maior quantidade desta dieta foi metabolizada em energia, para manutenção da vida. Esta energia pode ter sido gasta para a neutralização de substâncias desfavoráveis à fisiologia dos insetos (Schoonhoven & Meerman 1978). Pode-se levantar a hipótese que o ocorrido esteja associado à maior quantidade relativa de feijão da dieta N, em relação às demais (Tabela 1). Par-

ra & Carvalho (1984) discutiram a presença de fatores antifisiológicos e de aleloquímicos, bem como a baixa digestibilidade de proteínas, em feijão.

Custo do inseto produzido nas dietas artificiais

Foram calculados o custo de produção de *P. sequax* nas dietas A, K e N, calculado a partir do consumo das lagartas e o preço dos ingredientes (Tabela 11), uma vez que a viabilidade larval foi estatisticamente igual nas três dietas (Tabelas 3, 4 e 5).

O custo das dietas variou diretamente com a complexidade relativa delas, em termos de número e concentração de ingredientes (Tabela 1). Assim, para uma mesma quantidade, a dieta A foi mais cara que a K, e esta, mais cara do que a N. Por outro lado, o consumo variou de forma inversa, sendo menor na dieta A, intermediário na K e menor na N.

Estas variações em sentidos opostos dos dados utilizados na estimativa do custo/inseto produzido, geraram uma compensação nos valores obtidos. Desta forma, o custo de produção foi bastante próximo para as três dietas.

O diferencial mais expressivo foi observado na comparação da dieta N com as demais. Os insetos produzidos nesta dieta custaram cerca de 10 e 12% menos do que os produzidos nas dietas K e A, respectivamente. Considerando-se apenas o aspecto econômico, esta diferença poderá ter maior ou menor importância, de acordo com o número de insetos a serem produzidos.

TABELA 11. Consumo larval e custo de produção de *Pseudaletia sequax* Franc., 1951, em três dietas artificiais.

Dieta	Consumo/ lagarta (g) ²	Custo (Cz\$) ¹	
		Dieta (1.000 g) ²	Inseto (unidade)
A	3,549	15,92	0,0565
K	4,668	11,82	0,0552
N	6,689	7,43	0,0497

¹ Preços de setembro/1986.

² Peso fresco.

CONCLUSÃO

Levando-se em conta parâmetros biológicos e nutricionais conclui-se que duas entre as dezesseis dietas artificiais testadas, uma à base de feijão, caseína, farinha de soja, germe de trigo e levedura de cerveja, e outra à base de feijão, germe de trigo e levedura de cerveja, são as mais adequadas para a criação da lagarta de *Pseudaletia sequax*.

REFERÊNCIAS

- BIEZANKO, C.M.; RUFFINELLI, A.; LINK, D. Plantas y otras substancias alimenticias de las rugas de los lepidópteros uruguayos. **R. Centro Ci. Rurais**, 4(2):107-47, 1974.
- BOLLER, E. Behavioral aspects of mass rearing of insects. **Entomophaga**, 17(1):9-25, 1972.
- BOWLING, C.C. Rearing of two lepidopterous pests of rice on a common artificial diet. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, 60:1215-5, 1967.
- BURTON, R. **Mass rearing the corn earworm in the laboratory**. Tifton, USDA/Agricultural Research Service, 1969. 8p. (ARS 33-134).
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B. **Manual de entomologia agrícola**. São Paulo, Agronômica Ceres, 1978. 531p.
- GASSEN, D.N. **Insetos associados à cultura do trigo no Brasil**. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1984. 39p. (EMBRAPA-CNPT. Circular Técnica, 2).
- GOODWIN, R.M. Axenic culture of the armyworm *Pseudaletia unipuncta* (Haworth) on a mericid diet. **Nature**, 212:799-800, 1966.
- GREENE, G.L.; LEPLA, N.C.; DICKERSON, W.A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **J. Econ. Entomol.**, 69(4):487-8, 1976.
- HENSLEY, S.D. & HAMMOND, A.M. Laboratory techniques for rearing the sugar cane borer on artificial diet. **J. Econ. Entomol.**, 61:1742-3, 1968.

- KOGAN, M. Criação de insetos: bases nutricionais e aplicações em programas de manejo de pragas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 6, Campinas, 1980. **Anais...** Campinas, Fundação Cargill, 1980. p.45-75.
- MACKAUER, M. Genetic aspects of insect production. **Entomophaga**, 17(11):27-48, 1972.
- MARTINS, J.F.S. Resistência de variedades de arroz a *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1974) (Lepidoptera: Pyralidae) e sua associação com características e bioquímicas das plantas. Piracicaba, ESALQ/USP, 1983. 139p. Tese Doutorado.
- MIHSFELDT, L.M. Comparação de dietas artificiais para a criação de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1974) (Lepidoptera, Pyralidae). Piracicaba, ESALQ/USP, 1985. 120p. Tese Mestrado.
- MUKERJI, M.K. & GUPPY, J.C. A quantitative study of food consumption and growth in *Pseudaletia unipuncta* (Lepidoptera: Noctuidae). **Can. Entomol.**, 102::1179-88, 1970.
- NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; ZUCCHI, R.A. **Entomologia econômica**. Piracicaba, Livroceres, 1981. 314p.
- NEELGUND, Y.F. & MATHAD, S.B. Comparative studies of development of the armyworm, *Pseudaletia separata* (Walker), reared on Napier grass and artificial diet. **Karnatak Univ. J. Sci.**, 19:7-3, 1974.
- PADIAL, I. Estudo do efeito do alimento e da temperatura sobre *Pseudaletia sequax* Franclemont, 1951 (Lepidoptera: Noctuidae). Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1980. 62p. Tese Mestrado.
- PARRA, J.R.P. **Biologia dos insetos**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1979. 383p. Mimeografado.
- PARRA, J.R.P. Métodos para medir consumo e utilização de alimento por insetos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 6, Campinas, SP, 1980. **Anais...** Campinas, Fundação Cargill, 1980. p.77-102.
- PARRA, J.R.P. & CARVALHO, S.M. de. Biologia e nutrição quantitativa de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) em meios artificiais compostos de diferentes variedades de feijão. **Ann. Soc. Entomol. Bras.**, 13(2):305-19, 1984.
- PEREIRA, R.P. **Morfologia, biologia e influência da dieta alimentar no desenvolvimento de *Pseudaletia sequax* Franclemont, 1951 (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1978. 82p. Tese Mestrado.
- SALVADORI, J.R.; SILVA, J.J.C.; GOMES, S.A. **Pragas do trigo no Estado de Mato Grosso do Sul**. Dourados, EMBRAPA/UEPAE-Dourados, 1983. 46p. (EMBRAPA-UEPAE Dourados. Circular Técnica, 9).
- SCHOONHOVEN, L.M. & MEERMAN, J. Metabolic cost of changes in diet an neutralization of allelochemicals. **Entomol. Exp. Appl.**, 24:489-93, 1978.
- SCRIBER, J.M. & SLANSKY, F. The nutritional ecology of immature insects. **Annu. Rev. Entomol.**, 26:183-211, 1981.
- SINGH, P. A general purpose laboratory diet mixture for rearing insects. **Insect Sci. Appl.**, 4(44):357-62, 1983.
- VENDRAMIN, J.D.; SOUZA, A.R.R.; PARRA, J.R.P. Ciclo biológico de *Heliothis virescens* (Fabr., 1981) (Lepidoptera, Noctuidae) em dietas com diferentes tipos de celulose. **Ann. Soc. Entomol. Bras.**, 11(1):3-11, 1982.
- WALDBAUER, G.P. The consumption and utilization of food by insects. **Adv. Insect Physiol.**, 9:229-88, 1968.