

ADEQUAÇÃO DE UMA DIETA ARTIFICIAL PARA OS BIÓTIPOS “MILHO” E “ARROZ” DE *SPODOPTERA FRUGIPERDA* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) ⁽¹⁾

GUSTAVO ROSSATO BUSATO ⁽²⁾; MAURO SILVEIRA GARCIA ⁽³⁾; ALCI ENIMAR LOECK ⁽³⁾;
MARCELO ZART ⁽⁴⁾; ADRISE MEDEIROS NUNES ⁽⁵⁾; ODERLEI BERNARDI ⁽⁴⁾;
FABIANA DA SILVA ANDERSSON ⁽⁴⁾

RESUMO

Spodoptera frugiperda é considerada uma das principais pragas da cultura do milho (lagarta-do-cartucho) e do arroz irrigado (lagarta-da-folha), ocasionando altos índices de desfolhamento. O objetivo do estudo foi obter uma dieta artificial adequada para criar os biótipos “milho” e “arroz” de *S. frugiperda* (J.E. Smith), em laboratório. Os insetos foram coletados em áreas cultivadas com milho e arroz irrigado no ecossistema de várzea e a identificação foi realizada pela análise do DNA genômico. O desenvolvimento dos dois biótipos foi acompanhado sobre a dieta de Greene e a mesma dieta modificada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. O estudo foi realizado com 150 lagartas por dieta, individualizadas em tubos de vidro e contendo dieta artificial. Por ocasião da emergência, 20 casais foram individualizados e alimentados com solução aquosa de mel a 10%. A dieta Greene possibilitou melhor desenvolvimento dos dois biótipos, proporcionando maior velocidade de desenvolvimento, maior massa de lagartas no máximo desenvolvimento, massa de pupas e fecundidade total, além de valores mais elevados da taxa líquida de reprodução, taxa intrínseca de crescimento e taxa finita de aumento.

Palavras-chave: Insecta, lagarta-do-cartucho, lagarta-da-folha, biologia.

ABSTRACT

ADAPTATION OF AN ARTIFICIAL DIET FOR THE BIOTYPES “CORN” AND “RICE” OF *SPODOPTERA FRUGIPERDA* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Spodoptera frugiperda is considered one of the main pest in corn and irrigated rice (fall armyworm) crops, causing high leaf losses. The objective of this study was to obtain an appropriate artificial diet to rear the biotypes “corn” and “rice” of *S. frugiperda* in laboratory. The insects were collected in areas cultivated with corn and irrigated rice in the meadow ecosystem and the identification was accomplished by the analysis of the DNA genomic. The development of the two biotypes was accompanied on Greene’s diet and the same diet modified to $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR of $70 \pm 10\%$ and photophase of 14 hours. The study was accomplished with 150 larvae by diet individualized in glass tubes containing artificial diet. At emergency 20 couples were individualized and fed with aqueous solution of honey to 10%. The Greene diet made possible better development of the two biotypes, providing larger development speed, larger weight of larvae in the maximum development, weight of pupas and total fecundity, besides higher values of the net reproductive rates, intrinsic and finite rates of increase.

Key words: Insecta, fall armyworm, biology.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 16 de novembro de 2004 e aceito em 21 de março de 2006.

⁽²⁾ Departamento de Fitossanidade (DFs), Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Caixa Postal 354, 96010-900 Pelotas (RS). Autor correspondente. E-mail: grbusato@hotmail.com

⁽³⁾ Departamento de Fitossanidade - FAEM/UFPel, Pelotas (RS).

⁽⁴⁾ Acadêmico do curso de Agronomia - FAEM/UFPel, Pelotas (RS).

⁽⁵⁾ Acadêmica do curso de Biologia - Instituto de Biologia/UFPel, Pelotas (RS).

1. INTRODUÇÃO

As culturas do milho e do arroz irrigado apresentam significativa importância sócio-econômica para o Estado do Rio Grande do Sul (RS). A ação de insetos tem sido um dos principais fatores que reduzem a produtividade dos híbridos e cultivares atualmente utilizados. Neste contexto, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) tem assumido grande importância devido aos danos causados às plantas (GRÜTZMACHER et al., 2000; MARTINS et al., 2004).

No milho, *S. frugiperda* é conhecida por lagarta-do-cartucho, cujas lagartas mais novas raspam o parênquima foliar, produzindo o sintoma conhecido por “raspagem”. As lagartas maiores se instalam preferencialmente no cartucho da planta, podendo também atacar a espiga (GRÜTZMACHER et al., 2000). Na cultura do arroz irrigado, ataca preferencialmente o capim-arroz (*Echinochloa* spp.) passando a atacar o arroz após a eliminação dessa invasora por herbicidas. O ataque ao arroz se caracteriza pelo corte das plântulas rente ao solo e que muitas vezes são puxadas para baixo de torrões onde as lagartas se protegem durante o dia. Dependendo do nível populacional, a destruição da lavoura pode ser total (MARTINS et al., 2004).

Nos Estados Unidos da América (EUA) foram constatados dois biótipos associados às culturas do milho e do arroz. O biótipo “milho” alimenta-se de milho e algodão e o biótipo “arroz”, de arroz, grama-seda e outras gramíneas forrageiras (PASHLEY, 1993). O estudo da compatibilidade reprodutiva indicou a existência de isolamento unidirecional (PASHLEY e MARTIN, 1987) e a análise da composição do feromônio evidenciou a existência de uma variação quantitativa nos três principais acetatos (LIMA e McNEIL, 1995). Assim, os biótipos representam espécies crípticas associadas às plantas hospedeiras (DRÉS e MALLETT, 2002). De acordo com PASHLEY (1988), os biótipos coexistem em Porto Rico e nos EUA (Flórida, Geórgia e Louisiana).

No Rio Grande do Sul e, em especial, no ecossistema de várzea, estudos iniciais evidenciaram a possibilidade de existirem os biótipos “milho” e “arroz” de *S. frugiperda* (BUSATO et al., 2002). Posteriormente, BUSATO et al. (2004) confirmaram a hipótese, ao detectarem diferenças fisiológicas e de estrutura molecular entre os insetos oriundos das duas plantas hospedeiras.

Para manejar os dois biótipos no sistema de controle integrado em áreas de várzea do Rio Grande do Sul, faz-se necessário a obtenção de dados

bioecológicos para desenvolver estratégias de controle. Para que os estudos em laboratório tenham êxito, torna-se necessário desenvolver uma dieta artificial adequada para os dois biótipos de *S. frugiperda* visando obter indivíduos com qualidade biológica. Assim, este trabalho teve como objetivo obter uma dieta artificial adequada para criar os biótipos “milho” e “arroz” de *S. frugiperda* em laboratório.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As lagartas foram coletadas no ecossistema de várzea, na localidade de Pelotas (RS), em lavouras de milho e de arroz irrigado e foram identificadas pelo DNA genômico como os biótipos “milho” e “arroz” de *S. frugiperda* (BUSATO et al., 2004). Em laboratório, foram criadas sobre folhas do respectivo hospedeiro a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Após a obtenção dos respectivos adultos e início da ovoposição, os ovos foram incubados em câmara climatizada, para posterior inoculação das lagartas nas dietas artificiais. Utilizou-se a dieta de Greene, recomendada para a espécie e a mesma dieta com modificações nas concentrações dos seus componentes (Greene modificada) (Tabela 1).

Para cada dieta foram individualizadas 150 lagartas em tubos de vidro de fundo chato (2,5 x 8,0 cm). Por ocasião da emergência, foram individualizados 20 casais em gaiolas cilíndricas de PVC (20 x 20 cm), revestidas internamente com papel jornal e fechadas na parte superior com tecido tipo “tule”. O alimento constituiu-se de solução aquosa de mel a 10%.

Os parâmetros biológicos avaliados foram: duração das fases de ovo, larva, pré-pupa, pupa e ciclo total, massa de lagartas no máximo desenvolvimento (PMD), massa de pupas com 24 horas, porcentagem de deformação em pupas e em adultos, razão sexual, duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, longevidade de adultos e fecundidade diária e total.

Para determinar a duração das fases de ovo, larva, pré-pupa, pupa e ciclo total foram realizadas avaliações diárias. Ao atingirem o máximo desenvolvimento 30 lagartas de cada biótipo foram pesadas. Considerou-se como início da fase de pré-pupa o momento em que as lagartas mudavam a cor do tegumento e cessavam a alimentação.

Consideraram-se pupas deformadas aquelas com alongamento dos urômeros, falhas na quitinização do 3.^o e 4.^o urômeros, retenção dos caracteres morfológicos larvais, tumores visíveis e/ou

“bolsa aquosa na asa”. Os adultos considerados deformados tinham asas defeituosas e com incapacidade de se desprender da pupa. A pesagem das pupas e separação dos sexos foi realizada de acordo com BUTT e CANTU (1962), vinte e quatro horas após o inseto ter atingido a fase pupal. Os períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e longevidade foram avaliados por meio de observações diárias. A avaliação da fecundidade diária e total foi feita por meio do recolhimento diário das posturas do substrato de oviposição e das massas de ovos aderidas ao “tule”, utilizando-se o método de contagem descrito por LEUCK e PERKINS (1972), com o auxílio de um microscópio estereoscópio.

Para determinar a duração da fase de ovo, as posturas em massa do 2.º dia de cada casal foram separadas utilizando o método de GROSS et al. (1981), sendo incubados 30 ovos em tubos de vidro, contendo um pedaço de papel filtro umedecido com água destilada, no total de 20 repetições. O desenvolvimento embrionário foi acompanhado até o momento da eclosão.

Com base nos dados de sobrevivência e oviposição de cada fêmea, foram elaboradas tabela de vida de fertilidade. Posteriormente, calculou-se o número médio de ovos por fêmea (mx) em cada data

de oviposição (x) considerando o total de fêmeas, o índice de sobrevivência acumulado de fêmeas (lx) durante o período de oviposição e o número de descendentes que atingiram a idade x na geração seguinte (lx.mx). Os algoritmos utilizados para determinar os parâmetros da tabela de vida foram descritos por MAIA et al. (2000).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Para testar a homogeneidade da variância e a normalidade dos dados utilizou-se o teste de Bartlett e Lilliefors, respectivamente, com o uso do programa “Saeg”. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa “Genes” (CRUZ, 2001) e “Instat” (YU, 1993) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ou Mann-Whitney a 5% de probabilidade respectivamente. Para a razão sexual, foi utilizado o teste de “ χ^2 ” a 5% de probabilidade. Os parâmetros da tabela de vida de fertilidade e respectivos erros padrão foram estimados pela técnica de “Jackknife” (MEYER et al., 1986) e as médias comparadas pelo teste “t” unilateral a 5% de probabilidade, utilizando o software “Lifetable.sas” no ambiente “SAS System” (MAIA et al., 2000). Na dieta recomendada, foram estimados os coeficientes de correlação de Pearson entre a massa de pupas e a oviposição das fêmeas dos biótipos de *S. frugiperda*.

Tabela 1. Composição das dietas artificiais avaliadas para a criação dos biótipos “milho” e “arroz” de *Spodoptera frugiperda* em condições de laboratório (Greene e Greene modificada)

Constituinte	Quantidade	
	Greene	Greene modificada
Feijão branco	102,90 g	75,00 g
Germe-de-trigo	82,30 g	60,00 g
Farelo de soja	41,20 g	30,00 g
Leite em pó	30,90 g	30,00 g
Levedura de cerveja	51,40 g	37,50 g
Ácido ascórbico	4,90 g	3,60 g
Ácido sórbico	2,50 g	1,80 g
Nipagin	4,10 g	3,00 g
Solução vitamínica	8,20 mL	9,00 mL
Tetraciclina	0,10 g	0,12 g
Formoldeído (40%)	4,90 mL	3,60 mL
Agar	18,90 g	23,00 g
Água	1400,00 mL	1400,00 mL

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Independentemente do biótipo de *S. frugiperda*, não houve diferença para a duração das fases de ovo, pré-pupa e pupa (Tabela 2). Porém, a duração da fase de larva e do ciclo total de ambos os biótipos foram menores na dieta de Greene. Os resultados ficaram abaixo dos valores referidos por NALIM (1991), em dieta à base de feijão e levedura de cerveja e à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo, e por NG et al. (1993), em dieta à base de germe-de-trigo e caseína. A variação da duração das fases pode ser atribuída à fonte alimentar utilizada na criação do inseto, pois, de acordo com PARRA (1991), a quantidade e qualidade do alimento consumido na fase larval afeta, entre outros aspectos, seu tempo de desenvolvimento. Em estudos

com os biótipos “milho” e “arroz” foram relatados valores similares por QUISENBERRY e WHITFORD (1988), em quatro dietas artificiais; WHITFORD et al. (1988), em dieta à base de feijão e germe-de-trigo e WHITFORD et al. (1992), em três dietas artificiais.

Independentemente do biótipo, não houve diferença para a porcentagem de insetos deformados (Tabela 3). Pelo teste de χ^2 , não houve diferenças entre a razão sexual observada e esperada para os biótipos nas dietas avaliadas. A massa de lagartas, porém, no máximo desenvolvimento (PMD) e de pupas com 24 horas de idade foram maiores para ambos os biótipos na dieta Greene. Os valores obtidos para amassa de pupas, estão abaixo dos observados por NALIM (1991) e NG et al. (1993) e na faixa dos constatados por QUISENBERRY e WHITFORD (1988) e WHITFORD et al. (1992).

Tabela 2. Duração em dias das fases de ovo, larva, pré-pupa, pupa e ciclo total (ovo - adulto) (\pm EP) dos biótipos de *Spodoptera frugiperda* em duas dietas artificiais (Greene e Greene modificada). T: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas

Duração (dias)	Biótipos de <i>S. frugiperda</i>			
	“Milho”		“Arroz”	
	Greene	Greene modificada	Greene	Greene modificada
Ovo	$3,0 \pm 0,020$ a (2,8 - 3,2)	$2,8 \pm 0,081$ a (2,0 - 3,4)	$3,0 \pm 0,017$ a (2,8 - 3,1)	$2,9 \pm 0,038$ a (2,4 - 3,0)
Larva	$13,3 \pm 0,088$ b (12,0 - 16,0)	$15,4 \pm 0,122$ a (14,0 - 19,0)	$13,0 \pm 0,053$ b (11,0 - 15,0)	$15,0 \pm 1,224$ a (14,0 - 18,0)
Pré-pupa	$1,3 \pm 0,061$ a (1,0 - 2,0)	$1,2 \pm 0,065$ a (1,0 - 5,0)	$1,5 \pm 0,048$ a (1,0 - 3,0)	$1,5 \pm 0,042$ a (1,0 - 2,0)
Pupa	$8,6 \pm 0,127$ a (8,0 - 12,0)	$8,7 \pm 0,127$ a (7,0 - 11,0)	$9,6 \pm 0,099$ a (8,0 - 11,0)	$9,5 \pm 0,0986$ a (8,0 - 11,0)
Ciclo total	$26,3 \pm 0,121$ b (27,0 - 28,0)	$28,0 \pm 0,185$ a (26,8 - 32,8)	$27,0 \pm 0,110$ b (25,0 - 27,0)	$30,3 \pm 0,086$ a (27,9 - 31,9)

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, para cada biótipos, não diferem entre si pelo teste de “t” a 5% de probabilidade. Valores entre parênteses expressam o intervalo de variação.

Tabela 3. Massa (gramas) de lagartas no máximo desenvolvimento (PMD) e de pupas, razão sexual e porcentagem de deformações (\pm EP) dos biótipos de *Spodoptera frugiperda* em duas dietas artificiais (Greene e Greene modificada). T: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas

Parâmetros	Biótipos de <i>S. frugiperda</i>			
	“Milho”		“Arroz”	
	Greene	Greene modificada	Greene	Greene modificada
PMD	$0,654 \pm 0,011$ a (0,573 - 0,774)	$0,575 \pm 0,011$ b (0,484 - 0,683)	$0,703 \pm 0,021$ a (0,514 - 0,947)	$0,607 \pm 0,011$ b (0,504 - 0,705)
Massa de pupas	$0,269 \pm 0,002$ a (0,232 - 0,306)	$0,254 \pm 0,002$ b (0,204 - 0,299)	$0,272 \pm 0,002$ a (0,208 - 0,317)	$0,258 \pm 0,021$ b (0,217 - 0,300)
Razão sexual	0,56 n.s.	0,42 n.s.	0,54 n.s.	0,51 n.s.
Deformações	$6,3 \pm 2,038$ a	$7,2 \pm 2,206$ a	$7,7 \pm 2,236$ a	$7,9 \pm 2,298$ a

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, para cada biótipos, não diferem entre si pelo teste de “t” a 5% de probabilidade. n.s.: não significativo, pelo teste χ^2 a 5% de probabilidade. Valores entre parênteses expressam o intervalo de variação.

Dos parâmetros avaliados na fase adulta, somente houve diferenças para a fecundidade total, sendo para ambos os biótipos de *S. frugiperda*, maior na mesma dieta (Tabela 4). Pelos dados referentes a esse parâmetro houve distribuição não normal e, como conseqüência, não possuem desvio-padrão uma vez que por definição refere-se ao ponto de inflexão da curva normal. Os resultados observados para a fecundidade total estão acima dos relatados por NALIM (1991).

As taxas líquida de reprodução (R_0), intrínseca de crescimento (r_m) e finita de aumento (\ddot{e}) foram superiores na dieta Greene, enquanto o intervalo entre gerações (T) foi inferior nessa dieta (Tabela 5). Os valores constatados estão próximos dos relatados feitos por NALIM (1991). As diferenças observadas nas dietas avaliadas para os parâmetros " r_m e λ " da tabela de vida de fertilidade foram conseqüência do aumento do intervalo médio entre as gerações (T). Considerando o valor de "T", na seqüência de cálculos de " r_m e λ ", era de se esperar as diferenças para os dois parâmetros. Porém, ao se estimar " R_0 ", que constitui uma característica inata dos biótipos "milho" e "arroz" de *S. frugiperda*, obtiveram-se valores discrepantes, sendo maior para ambos os biótipos na dieta Greene.

A mesma dieta possibilitou melhor desenvolvimento dos biótipos "milho" e "arroz" de *S. frugiperda*, por proporcionar maior velocidade de desenvolvimento, PMD, massa de pupas e fecundidade total, além de valores mais elevados de " R_0 , r_m e λ ". O melhor desempenho dos insetos nessa dieta pode ser atribuído à elevada concentração protéica. Segundo PARRA (1991), as proteínas são sempre essenciais às dietas de insetos em desenvolvimento, sendo exigidas em altas concentrações para um crescimento ótimo.

O coeficiente de correlação entre a massa de pupas e oviposição das fêmeas dos biótipos de *S. frugiperda* criados na mesma dieta foi significativo a 1%, com valores de 0,54 para o biótipo "milho" e de 0,50 para o biótipo "arroz". Com base em sua magnitude, ambos os coeficientes são considerados moderados. Por serem positivos, houve tendência de as pupas mais pesadas originarem fêmeas com maior capacidade de oviposição. Considerando que as avaliações com insetos adultos são onerosas e com pouca contribuição, em futuros estudos, a massa de pupas (fêmeas) pode ser utilizada de forma indireta para prever a fecundidade das fêmeas dos biótipos "milho" e "arroz" de *S. frugiperda*.

Tabela 4. Períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição de fêmeas e longevidade de adultos (dias) e fecundidade diária e total (\pm EP) dos biótipos de *Spodoptera frugiperda* em duas dietas artificiais (Greene e Greene modificada). T: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas

Parâmetros	Biótipos de <i>S. frugiperda</i>			
	"Milho"		"Arroz"	
	Greene	Greene modificada	Greene	Greene modificada
Pré-oviposição	2,7 \pm 0,158 a (2,0 - 4,0)	4,4 \pm 0,743 a (2,0 - 5,0)	3,2 \pm 0,228 a (2,0 - 14,0)	3,7 \pm 0,365 a (2,0 - 8,0)
Oviposição	7,1 \pm 0,641 a (3,0 - 11,0)	7,3 \pm 0,800 a (1,0 - 12,0)	10, \pm 1,011 a (2,0 - 20,0)	10,1 \pm 0,741 a (4,0 - 15,0)
Pós-oviposição	3,4 \pm 2,519 a (0,0 - 29,0)	2,5 \pm 1,107 a (0,0 - 17,0)	3,2 \pm 1,630 a (0,0 - 28,0)	2,2 \pm 0,742 a (0,0 - 11,0)
Longevidade	20,6 \pm 1,909 a (8,5 - 36,5)	18,7 \pm 0,893 a (13,5 - 28,0)	21,0 \pm 1,144 a (14,5 - 28,0)	17,6 \pm 0,932 a (9,0 - 24,0)
Fecundidade diária	264,3 a (143,1 - 477,6)	253,0 a (141,3 - 639,5)	259,9 a (141,7 - 361,4)	227,7 a (140,5 - 343,4)
Fecundidade total	1874,1 a (1014,0 - 3335,0)	1562,5 b (1043,0 - 1832,0)	2263 a (1497,0 - 2891,0)	1883,3 b (892,0 - 2635,0)

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, para cada biótipos, não diferem entre si pelo teste de "t" a 5% de probabilidade.

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, para cada biótipos, não diferem entre si pelo teste de Mann-Whitney a 5% de probabilidade.

Valores entre parênteses expressam o intervalo de variação.

Tabela 5. Taxa líquida de reprodução (R_0), intervalo entre gerações (T), taxa intrínseca de crescimento (r_m) e taxa finita de aumento ($\dot{\epsilon}$) (\pm EP) dos biótipos de *Spodoptera frugiperda* em duas dietas artificiais (Greene e Greene modificada). T: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas

Parâmetros	Biótipos de <i>S. frugiperda</i>			
	"Milho"		"Arroz"	
	Greene	Greene modificada	Greene	Greene modificada
R_0	897,7 \pm 64,145 a	538,5 \pm 18,975 b	1051,9 \pm 45,814 a	808,1 \pm 43,766 b
T	25,8 \pm 0,287 b	27,7 \pm 0,331 a	29,6 \pm 1,099 b	30,4 \pm 0,366 a
r_m	0,264 \pm 0,004 a	0,227 \pm 0,003 b	0,230 \pm 0,009 a	0,221 \pm 0,003 b
$\dot{\epsilon}$	1,302 \pm 0,005 a	1,255 \pm 0,004 b	1,260 \pm 0,012 a	1,248 \pm 0,004 b

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, para cada biótipo, não diferem entre si pelo teste "t" unilateral a 5% de probabilidade.

4. CONCLUSÃO

A dieta original de Greene é a mais adequada para a criação dos biótipos "milho" e "arroz" de *S. frugiperda* em condições de laboratório.

REFERÊNCIAS

BUSATO, G.R.; GRÜTZMACHER, A.D.; GARCIA, M.S.; GIOLO, F.P.; MARTINS, A.F. Consumo e utilização de alimento por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) originária de diferentes regiões do Rio Grande do Sul, das culturas do milho e do arroz irrigado. **Neotropical Entomology**, Vacaria, v. 31, n. 4, p. 525-529, 2002.

BUSATO, G.R.; GRÜTZMACHER, A.D.; OLIVEIRA, A.C.; VIEIRA, E.A.; ZIMMER, P.D.; KOPP, M.M.; BANDEIRA, J.M.; RODRIGUES, T.R. Análise da estrutura e diversidade molecular de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) associadas ao milho e arroz no Rio Grande do Sul. **Neotropical Entomology**, Vacaria, v. 33, n. 6, p. 709-716, 2004.

BUTT, B.A.; CANTU, E. **Sex determination of Lepidopterous pupae**. Washington: USDA, 1962. 7p.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 648p.

DRÈS, M.; MALLET, J. Host races in plant-feeding insects and their importance sympatric speciation. **Philosophical Transactions: Biological Sciences**, v. 357, n. 1420, p. 471-492, 2002.

GROSS, H.R.; JOHNSON Jr., R.; HARREL, E.A.; PERKINS, W.D. Method of separating fall armyworm eggs from masses. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 74, p. 122-123, 1981.

GRÜTZMACHER, A.D.; MARTINS, J.F.S.; CUNHA, U.S. Insetos-pragas das culturas do milho e sorgo no agroecossistema de várzea. In: PARFITT, J.M.B. (ed.), **Produção de milho e sorgo em várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. p. 87-102.

LEUCK, D.B.; PERKINS, W.D. A method of estimating fall armyworm progeny reduction when evaluating control achieved host-plant resistance. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 65, p. 482-483, 1972.

LIMA, E.R.; McNEIL, J.N. Mecanismos de isolamento reprodutivo em *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., 1995, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: SEB, 1995. p.164.

MAIA, H.N.M.; LUIZ, A.J.B.; CAMPANHOLA, C. Statistical Inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, n. 2, p. 511-518, 2000.

MARTINS, J.F.S.; GRÜTZMACHER, A.D.; CUNHA, U.S. Descrição e manejo integrado de insetos-praga em arroz irrigado. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JR., A.M. (Ed.), **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2004. p.635-676.

MEYER, J.S.; IGERSON, C.G.; MACDONALD, L.L. Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. **Ecology**, Tempe, n. 67, p.1156-1166, 1986.

NALIM, D.M. **Biologia, nutrição quantitativa e controle de qualidade de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas artificiais**. 1991. 150 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

NG, S.S.; DAVIS, F.M.; REESE, J.C. Southwestern corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) and fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae): comparative developmental biology utilization. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 86, p. 394-400, 1993.

PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de alimento por insetos. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Ed.) **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. p. 9-65.

PASHLEY, D.P. Quantitative genetics, development, and physiological adaptation in host strains of fall armyworm. **Evolution**, v. 42, n. 1, p. 93-102, 1988.

PASHLEY, D.P. Causes of host-associated variation in insect herbivores: an example from fall armyworm. In: KIM, K.C. and McPHERON, B.A. (Ed.). **Evolution of insect pests: patterns of variation**. New York: John Wiley & Sons, 1993. p.351-359.

PASHLEY, D.P.; MARTIN, J.A. Reproductive incompatibility between host strains of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 80, n. 6, p. 731-733, 1987.

QUISENBERRY, S.S.; WHITFORD, F. Evolution of bermuda grass resistance to fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae): influence of host strain and dietary conditioning. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 81, p.1463-1468, 1988.

WHITFORD, F.; QUISENBERRY, S.S.; MOELLENBECK, D.J. Nutritional response by rice and corn fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) strains to dietary component substitution in artificial diets. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 85, p. 1491-1496, 1992.

WHITFORD, F.; QUISENBERRY, S.S.; RILEY, T.J.; LEE, J.W. Oviposition preference, mating compatibility, and development of two fall armyworm strains. **Florida Entomologist**, Winter Haven, v. 71, p. 234-243, 1988.

YU, L. **Instat**. Copyright, GraphPAD Software. Versão 2.0, 1993.