RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE

MILHO A *Spodoptera frugiperda*

(J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera : Noctuidae)

LUÍS CLÁUDIO PATERNO SILVEIRA

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. José Djair Vendramim

Disertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da
Universidade de São Paulo, para a obtenção
do Título de Mestre em Ciências, Área de
Concentração: Entomologia.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo-Brasil
novembro-1994

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USP

S587r Silveira, Luís Cláudio Paterno
 Resistência de genótipos de milho a *Spodoptera*
 frugiperda (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera:Noctuidae).
 Piracicaba, 1994.
 90p. illus.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Lagarta-do-cartucho 2. Milho - Variedade - Resis-
tência à praga 3. Praga agrícola I. Escola Superior de
Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.15
632.78

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE
MILHO A *Spodoptera frugiperda*
(J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera : Noctuidae)

LUÍS CLÁUDIO PATERNO SILVEIRA

Aprovada em: 20.02.1995

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. José Djair Vendramim

ESALQ/USP

Prof. Dr. Carlos Jorge Rossetto

IAC

Prof. Dr. Luiz Evaldo de Moura Pádua

UNIV. FED. PIAUÍ

Prof. Dr. JOSÉ DJAIR VENDRAMIM
Orientador

A Sandra
e
Heitor,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Djair Vendramim e ao Doutor Carlos Jorge Rossetto, pela orientação, incentivo e amizade dedicados durante a realização deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pelos conhecimentos transmitidos durante o curso de Pós-Graduação.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida durante o curso.

Ao Dr. Frank M. Davis, Professor do Departamento de Entomologia da Universidade Estadual do Mississippi, por ter fornecido as sementes das linhagens de milho resistentes daquela Universidade ao Dr. Carlos Jorge Rossetto.

À Estação Agrícola Experimental (EAE) da Rhodia, em Barão Geraldo, pelo fornecimento das lagartas.

Aos colegas da Seção de Controle Biológico das Pragas, da Estação Experimental de Campinas do Instituto Biológico, em especial ao Chefe da Seção, Antonio Batista Filho, pela concessão do uso dos laboratórios, e a Laerte Machado, Luís Leite, Valmir Costa e Luís Francisco Alves, por todo apoio prestado.

À Seção de Milho do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), em especial ao Dr. Luiz Torres de Miranda e ao Dr. Luiz Eugênio de Miranda, pela concessão do uso de genótipos do IAC neste trabalho.

Ao Centro Experimental de Campinas (CEC), especialmente aos funcionários Archângelo Marion e Aldo Fernandes, pela instalação e condução dos campos de multiplicação de sementes.

Ao Diretor da Divisão de Estações Experimentais do IAC, Dr. Otávio Tisselli Filho, e ao seu sucessor, Dr. Orlando Melo de Castro, por permitir que esta dissertação fosse finalizada.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xiii
SUMMARY	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Biologia de <i>S. frugiperda</i> em folhas de milho	4
2.2. Resistência a <i>S. frugiperda</i> em milho	6
2.2.1. Trabalhos realizados no exterior	6
2.2.2. Trabalhos realizados no Brasil	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1. Desenvolvimento de <i>S. frugiperda</i> em folhas	
de 11 genótipos de milho	27
3.1.1. Material vegetal e campo experimental	27
3.1.2. Instalação e condução	28
3.2. Não-preferência para alimentação de lagartas	
de <i>S. frugiperda</i> em 4 genótipos de milho	31
3.2.1. Material vegetal e campo experimental	31
3.2.2. Teste de orientação de lagartas de 1º instar	32
3.2.3. Teste de consumo de lagartas de 5º instar	34
3.3. Teste de sobrevivência de lagartas de <i>S. frugiperda</i>	

criadas agrupadamente em 4 genótipos de milho	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1. Desenvolvimento de <i>S. frugiperda</i> em	
folhas de 11 genótipos de milho	39
4.1.1. Peso de lagartas aos 10 dias de idade	39
4.1.2. Duração da fase larval	43
4.1.3. Viabilidade da fase larval	46
4.1.4. Peso de pupas	50
4.1.5. Viabilidade da fase pupal	55
4.1.6. Razão sexual de adultos	57
4.1.7. Porcentagem de deformação de adultos	59
4.2. Não-preferência para alimentação de lagartas de	
<i>S. frugiperda</i> em 4 genótipos de milho	61
4.2.1. Orientação de lagartas de 1º ínstar	61
4.2.2. Consumo de lagartas de 5º ínstar	63
4.3. Sobrevivência de lagartas de <i>S. frugiperda</i> criadas	
agrupadamente em 4 genótipos de milho	68
5. CONCLUSÕES	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76

LISTA DE TABELAS

TABELA N°		Página
1	Peso (mg) de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> , aos 10 dias de idade, alimentadas com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: 27 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	40
2	Duração (dias) da fase larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: 27 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	44
3	Viabilidade larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: 27 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14h.	47
4	Peso das pupas de <i>Spodoptera frugiperda</i> provenientes de lagartas alimentadas com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: 27 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	51
5	Peso pupal de machos de <i>Spodoptera frugiperda</i> provenientes de lagartas alimentadas com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: 27 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	54
6	Peso pupal de fêmeas de <i>Spodoptera frugiperda</i> provenientes de lagartas alimentadas com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: 27 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	55

7	Viabilidade pupal de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: $27 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14h.	56
8	Razão sexual (r.s.) de adultos de <i>Spodoptera frugiperda</i> em diferentes genótipos de milho. Temp.: $27 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14h.	58
9	Porcentagem de deformação (% def.) de adultos de <i>Spodoptera frugiperda</i> em diferentes genótipos de milho. Temp.: $27 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14h.	60
10	Porcentagem de lagartas que se orientaram para diferentes genótipos de milho e Índices de Preferência (IP) para lagartas recém-eclodidas de <i>Spodoptera frugiperda</i> após 24 horas. Temp.: $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	61
11	Peso Fresco das seções foliares oferecidas às lagartas (PFI), Peso Fresco consumido (PFc), (em mg e em %) para lagartas de 5º instar de <i>Spodoptera frugiperda</i> ¹ , durante 24 horas e Teor de H ₂ O (em %) em diferentes genótipos de milho. Temp.: $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	64
12	Área Foliar consumida (AF), em cm ² e em % por lagartas de 5º instar de <i>Spodoptera frugiperda</i> , durante 24 horas. Temp.: $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	65
13	Índices de Preferência para peso (IPp) e para área (IPa) ¹ , para lagartas de 5º instar de <i>Spodoptera frugiperda</i> . Temp.: $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	67

- 14 Número de pupas de *Spodoptera frugiperda* obtido de lagartas criadas agrupadamente em diferentes genótipos de milho. Temp.: $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h. 70
- 15 Período larval de *Spodoptera frugiperda* criadas agrupadamente em diferentes genótipos de milho. Temp.: $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h. 71
-
- 16 Peso de pupas de *Spodoptera frugiperda* criadas agrupadamente em diferentes genótipos de milho. Temp.: $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h. 72

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº		Página
1	Peso (mg) de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> , aos 10 dias de idade, alimentadas com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	41
2	Porcentagem de desenvolvimento larval, em relação à linhagem IAC103 N, para peso aos 10 dias de idade de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> . Temp.: $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	43
3	Correlação entre o peso de lagartas (com 10 dias de idade) e a duração da fase larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14h.	46
4	Mortalidade acumulada de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14h.	49
5	Peso de lagartas (10 dias de idade) e de pupas (1 dia) de <i>Spodoptera frugiperda</i> criadas em folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	53
6	Porcentagens de lagartas recém-eclodidas de <i>Spodoptera frugiperda</i> que se orientaram para diferentes genótipos,	

	decorridas 24 horas. Temp.: $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	62
7	Peso Fresco consumido (PFc), em mg e Área Foliar consumida (AF), em cm^2 por lagartas de 5º ínstar de <i>Spodoptera frugiperda</i> , durante 24 horas. Temp.: $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	66
8	Índices de Preferência para peso (IPp) e para área (IPa), para lagartas de 5º ínstar de <i>Spodoptera frugiperda</i> . Temp.: $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	67
9	Mortalidade acumulada de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> criadas agrupadamente em diferentes genótipos de milho. Temp.: $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	69
10	Correlação entre período larval e peso pupal de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> criadas agrupadamente em diferentes genótipos de milho. Temp.: $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	73

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE

MILHO A *Spodoptera frugiperda*

(J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera : Noctuidae)

Autor: LUÍS CLÁUDIO PATERNO SILVEIRA

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ DJAIR VENDRAMIM

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de genótipos de milho no desenvolvimento e preferência alimentar de *Spodoptera frugiperda*. No primeiro ensaio, estudou-se o desenvolvimento do inseto em 9 linhagens (Mp496, Mp701, Mp705, Mp706, Mp707, IAC701 N, IAC701 BPI, IAC103 N e IAC103 BPI), um híbrido (IAC7777) e uma raça (Zapalote Chico, ZC) de milho, avaliando-se a duração e viabilidade da fase larval, peso de lagartas (10 dias de idade) e de pupas, viabilidade da fase pupal, razão sexual e deformação de adultos. A melhor discriminação dos genótipos foi obtida com os parâmetros relativos à fase larval, concluindo-se que os genótipos menos adequados ao inseto (com maior grau de resistência) foram Mp707 e ZC, vindo a seguir Mp705, Mp706 e Mp701, enquanto que os mais adequados (com maior

suscetibilidade) foram IAC103 N, IAC701 N e Mp496. Num segundo ensaio foram feitos dois testes para verificar a não-preferência para alimentação das lagartas de 1º e 5º ínstar aos genótipos IAC701 N (testemunha suscetível), IAC7777 (testemunha comercial) e Mp707 e ZC (resistentes). Estes ensaios foram feitos em arenas, com livre chance de escolha pelas lagartas. Em ambos os testes, houve não-preferência das lagartas para os genótipos Mp707 e ZC, sendo 'IAC701 N' o mais preferido, o que permitiu concluir que este tipo de resistência é, ao menos em parte, responsável pela menor adequação daqueles materiais ao desenvolvimento do inseto. Avaliou-se ainda a sobrevivência de lagartas (do início do desenvolvimento até a pupação) mantidas em grupos de 20 indivíduos por recipiente (frasco de 600 ml) e alimentadas com cada um dos 4 genótipos utilizados no teste de preferência. Verificou-se uma maior mortalidade larval nos genótipos Mp707 e ZC (65,0%), comparado ao genótipo IAC701 N (52,0%), o que foi demonstrado pelo menor número de pupas formadas nos dois primeiros genótipos.

RESISTANCE OF CORN GENOTYPES

TO *Spodoptera frugiperda*

(J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera : Noctuidae)

Author: LUÍS CLÁUDIO PATERNO SILVEIRA

Adviser: Prof. Dr. JOSÉ DJAIR VENDRAMIM

SUMMARY

The objective of this paper was the evaluation of the corn genotypes effect upon the development and food preference of *Spodoptera frugiperda* larvae. In the first trial the rate of development, duration and viability of larval stage, larval (10 days of age) and pupal weight, pupal viability, sexual ratio and adult deformation influenced by larval feeding on the inbreed lines Mp496, Mp701, Mp705, Mp706, Mp707, IAC701 N, IAC701 BPl, IAC103 N and IAC103 BPl, the hybrid IAC7777 and the race Zapalote Chico (ZC), was studied. The parameters related to the larval fase gave the best genotype discrimination, and it was concluded that the least adequate genotypes to the insect (genotypes with the higher resistance) were Mp707 and ZC, followed by Mp705, Mp706 and Mp701, while the most adequates (most susceptible) were: IAC103 N, IAC701 N

and Mp496. In a second trial two tests were made to evaluate the non-preference for feeding of the larvae to the genotypes IAC701 N (susceptible check), IAC7777 (commercial check), Mp707 and ZC (resistant). These tests were run in arenas with free choice among treatments. The test with 1st instar larvae indicated that the insects preferred the genotypes IAC701 N and IAC7777, whereas the orientation of the larvae towards those resistant genotypes was smaller, since a lower percentage of larvae established on the leaves of 'Mp707' and 'ZC' after 24 hours. The test with 5th instar larvae indicated a non-preference of the larvae for the leaves of genotypes Mp707 and ZC while 'IAC701 N' was the most preferred with most leaves being consumed. The non-preference for feeding tests led to the conclusion that this type of resistance is at least partially responsible for the inadequate development of *S. frugiperda* caterpillar fed on leaves of 'Mp707' and 'ZC', observed on the biology tests. The larvae survival (from larvae emergence until pupation) held in bulks of 20 and fed with four different genotypes used in the non-preference tests was also evaluated. There was higher larval mortality in the genotypes Mp707 and ZC (65%), compared with 'IAC701 N' (52%), and this was evidenced by the lower number of pupae formed in the first two genotypes.

1. INTRODUÇÃO

A cultura de milho no Brasil é responsável por 42% do total de grãos produzidos, o que equivale a uma média anual de 24,0 milhões de toneladas. São Paulo é o segundo Estado que mais produz milho no Brasil, cerca de 4,0 milhões de toneladas ao ano (17% da produção total), inferior somente ao Estado do Paraná, sendo que o milho responde por 63% do total de grãos produzidos no Estado. O rendimento da cultura no Brasil não atinge a média de 2.000 Kg/ha; em São Paulo a produtividade média é de 2.800 kg/ha (FUNDAÇÃO IBGE, 1992).

Esta baixa produtividade deve-se, principalmente, ao ataque de insetos pragas. Dentre estes podem ser citados como mais importantes, a lagarta-da-espiga, *Helicoverpa zea* (Bod.) e a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). A lagarta-da-espiga provoca danos da ordem de 8,0% (CARVALHO, 1977), enquanto que a lagarta-do-cartucho provoca redução de produção de 20,0%, em média (CARVALHO, 1970), resultado da redução do número de plantas produtivas e do peso das espigas.

DICKE (1955) cita que *S. frugiperda* é uma importante praga do milho e outras gramíneas da Região Neotropical. As lagartas, nos primeiros instares, raspam

as folhas mais tenras ou, dependendo da época de infestação, atacam também as inflorescências. Assim, a fase de desenvolvimento da cultura do milho determina o hábito alimentar da praga. Uma vez estabelecida no cartucho, provoca lesões circulares e/ou alongadas. Na espiga ataca as bainhas de proteção, o pedúnculo, os estilo-estigmas ("cabelo") e os grãos.

Diante dessas considerações pode-se concluir que a lagarta-do-cartucho é responsável por danos que podem reduzir sensivelmente a produção de grãos de milho, fato que por si só justifica pesquisas mais aprofundadas com relação ao controle de *S. frugiperda*.

O uso de variedades resistentes é um método de controle que pode, potencialmente, diminuir as perdas causadas por *S. frugiperda*. Em outros países, sobretudo nos EUA e no México, encontram-se os maiores centros de pesquisa e desenvolvimento de materiais resistentes às pragas do milho. Genótipos exóticos, com genes para resistência à lagarta-do-cartucho, podem ou não manter estas características nas áreas cultivadas com esta gramínea no Brasil. As condições edafoclimáticas, bem como as populações ("strains") de *S. frugiperda* aqui encontradas - quando comparadas com outras regiões das Américas - podem influir positiva ou negativamente sobre a expressão fenotípica da resistência de genótipos de milho introduzidos.

O presente trabalho teve os seguintes objetivos:

a) Comparar, através da utilização de folhas para a alimentação das lagartas de *S. frugiperda* e avaliação de diversos parâmetros biológicos, o nível de resistência ou suscetibilidade das seguintes linhagens, cultivares ou raças de milho:

- Linhagens norte-americanas da Universidade Estadual do Mississippi: Mp496, Mp701,

Mp705, Mp706, Mp707;

- Linhagens e cultivares brasileiras: IAC701 N, IAC701 BPl, IAC103 N, IAC103 BPl e IAC7777;

- Raça da América Central: Zapalote Chico.

b) Testar a preferência alimentar das lagartas de 1º e de 5º ínstar aos genótipos mais resistentes e suscetíveis encontrados no teste de biologia (item a), em condições de laboratório.

c) Verificar a influência dos genótipos selecionados para os testes de preferência na sobrevivência de lagartas de *S. frugiperda* quando criadas agrupadamente, em condições de laboratório.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Biologia de Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em folhas de milho

Existem muitas variações nos parâmetros biológicos de *S. frugiperda*. Na literatura encontram-se diversos trabalhos de biologia onde as variações do ambiente são a principal fonte de alteração no desenvolvimento da espécie. Compilando alguns desses trabalhos, verifica-se que o período larval da lagarta-do-cartucho pode variar de 12 a 30 dias, e o período pupal varia entre 7 e 27 dias (DEW, 1913; SMITH, 1921; LUGINBILL, 1928; HYNES, 1942; BERTELS & ROCHA, 1950; LEIDERMAN & SAUER, 1953 e ETCHEVERRY, 1957). A grande amplitude desses valores justifica-se porque cada um dos trabalhos citados foi feito em condições diferentes e não controladas.

Em pesquisas mais recentes em biologia de insetos, verifica-se que os parâmetros biológicos obtidos refletem variações de temperatura, umidade, fotofase e substrato alimentar pré-determinadas pelos autores.

Considerando-se os trabalhos de biologia de insetos (onde o substrato alimentar é "adequado" à espécie), dentro de um intervalo de variação de temperatura de 25 a 27 °C, UR na faixa de 60 a 70% e fotofase de 14 horas, verificam-se variações

(baseadas nas médias dos trabalhos) no período larval de *S. frugiperda* de 12,5 a 14,5 dias, com viabilidade de 66,0 a 95,0%; a fase pupal dura de 7,5 a 11,0 dias, com viabilidade em torno de 83,0% e o peso pupal varia de 181,0 a 260,0 mg (PIEDRA, 1974; LUCCHINI, 1977; KASTEN Jr. et al., 1978; FERRAZ, 1982; CROCOMO & PARRA, 1985; ANDREWS, 1988 e ALI et al., 1990).

Revisando os trabalhos de resistência de milho à lagarta-do-cartucho, observa-se que os parâmetros apresentam maior amplitude, que é causada pelo uso de materiais "inadequados" ao desenvolvimento (resistentes) em contraste com materiais adequados (ou suscetíveis). Destes trabalhos conclui-se que o período larval de *S. frugiperda* varia de 12,6 a 21,0 dias, com viabilidades de 76,0 a 100,0%; o período pupal estende-se por 8,4 a 13,0 dias, com 82,0 a 100,0% de viabilidade, e o peso pupal varia de 155,0 a 344,0 mg (LEUCK & PERKINS, 1972; MELO & SILVA, 1987; VENDRAMIM & FANCELLI, 1988 e CRUZ & ALVARENGA, 1990).

Em condições de campo, um dos fatores que pode afetar os parâmetros biológicos de *S. frugiperda* é o canibalismo, que atua, principalmente, sobre a sobrevivência larval. Nestas condições, onde observam-se várias lagartas coabitando uma mesma região da planta, o canibalismo é responsável, em grande parte, pela morte de lagartas (CARVALHO, 1970). No sentido de estudar o canibalismo de *S. frugiperda* em condições de laboratório, RAFFA (1987) estudou o canibalismo em milho comparado ao feijão. Confinando 10 lagartas de 3º ínstar sobre "seedlings" de milho ou feijão durante 4 dias, verificou-se que, ao final, o canibalismo foi maior em feijão (38,0%) do que em milho (17,7%). Além disso, em repetições de milho onde houve escassez de alimento, observou-se um canibalismo de 26,0%; onde sobrou alimento este foi de 11,0%.

Alimentando as lagartas com discos foliares das plantas de feijão ou milho, não houve diferença no canibalismo, sendo que o valor foi alto para milho e feijão (em torno de 34,0%). Os resultados obtidos sugerem que o canibalismo pode ser uma resposta das lagartas a uma má nutrição: tornando-se canibais poderiam conseguir um bom desenvolvimento mesmo sobre um substrato vegetal inadequado.

NALIM (1991) estudou o canibalismo de *S. frugiperda* utilizando frascos de vidro de fundo chato de 2,5 x 8,0 cm, no interior dos quais eram colocadas 2, 3 ou 4 lagartas recém-eclodidas e um pedaço de folha de milho (AG 162). Ao final do ciclo, na maioria das repetições, a % de canibalismo foi de 100,0, ou seja, apenas 1 adulto emergiu em cada tubo. Mesmo aumentando o espaço disponível (placas de 9,5 x 4,0cm), o canibalismo manteve-se bastante elevado.

2.2. Resistência a *S. frugiperda* em milho

2.2.1. Trabalhos realizados no exterior

Em função das dificuldades de controle da lagarta-do-cartucho com métodos convencionais, a pesquisa com métodos alternativos de controle, dentre os quais o que se utiliza de variedades resistentes, vem sendo realizada há várias décadas.

Ditman & Cory¹, citados por WISEMAN & DAVIS (1979) encontraram,

¹ DITMAN, L.P. & CORY, E.N. The corn earworm. Maryland Agricultural Experiment Station Bulletin, nº 399, p. 77-90, 1936.

em alguns "strains" de milho, diferenças significativas nos danos causados por *S. frugiperda*.

DICKE (1955) identificou a ocorrência de certos graus de resistência à lagarta-do-cartucho nos EUA, observando que as linhagens cultivadas que possuíam parentais da região sul daquele país eram menos atacadas que aquelas que possuíam parentais da região norte.

BRETT & BASTIDA (1963) estudaram o efeito do ataque de *S. frugiperda* sobre diferentes genótipos de milho doce americano, concluindo que certos materiais apresentavam resistência ao ataque dessa espécie. Os autores, através de uma escala de notas de 1 (pouco dano) a 3 (dano severo), verificaram que as cultivares Golden Regent e Golden Tighthusk foram resistentes comparadas a 'Ioana' e 'Spancross', sob infestação natural. Além disso, a tolerância foi considerada como tipo de resistência mais importante para esses materiais.

No México, germoplasmas de milho "flint", da região costeira e tropical, como Antigua 2D e Antigua 8D, foram considerados, segundo ANÔNIMO (1965), materiais com algum nível de resistência à lagarta-do-cartucho.

WISEMAN et al. (1966) definiram uma metodologia para a avaliação visual de plântulas através de uma escala de notas. Com as notas obtidas entre 217 linhagens avaliadas os autores concluíram que os genótipos FAW#1 (originado de 'Antigua 2D') e Texas Exp. Hy. 6717 foram resistentes, 'Ioana' foi suscetível e a linhagem Pioneer JG5f x C22 e Ark. Leaf Feed. Res. Comp. foram moderadamente resistentes.

WISEMAN et al. (1967a) avaliaram 81 variedades latino-americanas para

resistência a *S. frugiperda*, através do dano provocado nos nós do colmo. Os resultados indicaram Cuba Honduras 46J e Eto Amarillo como as linhagens mais resistentes. Além destas, as linhagens Zapalote Chico e Antigua 2D e 8D foram pouco danificadas.

WISEMAN et al. (1967b) testaram a preferência de *S. frugiperda* por milho, *Zea mays*, comparado a *Tripsacum dactyloides*, um gênero próximo. Os resultados demonstraram uma alta preferência das lagartas pelo milho, tanto no laboratório como no campo: houve pouco dano às plantas de *T. dactyloides* enquanto o milho foi sempre muito atacado. Os autores concluíram também que 'Antigua 2D-160-87' possui genes relacionados à resistência a *S. frugiperda*, pois as lagartas alimentadas durante cinco dias nesse genótipo apresentaram um menor comprimento se comparadas às dos materiais suscetíveis.

McMILLIAN et al. (1967) trabalharam com extratos de folhas de milho de diversos genótipos, concluindo que um dos que se destacou como resistente foi o 'Zapalote Chico'. Pedacos de papel de filtro embebidos com extratos de folhas de 'Zapalote Chico' foram pouco consumidos, além de diminuírem a movimentação das lagartas.

WIDSTRON et al. (1972) estudaram alguns materiais e suas progênies para resistência a *S. frugiperda*. Através de uma escala visual crescente de danos de 0 (sem dano) a 10 (dano severo), materiais da Carolina do Sul, Carolina do Norte e Geórgia, entre outros, obtiveram notas variáveis de 3 a 5, demonstrando resistência.

SCOTT et al. (1977) testaram, pela primeira vez, uma linhagem resistente, Mp496, em condições de campo. Colocando-se esse material ao lado dos suscetíveis e sob infestação natural, observou-se que a linhagem Mp496 obteve o dobro da produção

em relação aos materiais suscetíveis. Além disso, as escalas de notas adotadas classificaram sempre a linhagem Mp496 como resistente. Essa linhagem, também resistente à ferrugem do milho, *Puccinia polyspora*, foi formada pelo cruzamento de um parental resistente com um suscetível, o que permite concluir que o uso de dois parentais resistentes poderia aumentar sua resistência.

MIHM et al. (1978) desenvolveram um método de inoculação artificial de lagartas nas plantas que em muito contribuiu para a aceleração dos programas de melhoramento do milho visando maior resistência às pragas. Este equipamento, chamado bazuca, passou a ser muito utilizado para a inoculação de lagartas no campo, acelerando os processos de melhoramento para resistência às pragas do milho.

WISEMAN et al. (1980) modificaram a bazuca original, chegando a um modelo mais leve e prático para inoculações de lagartas no campo. Em seus testes, os autores verificaram a resistência do genótipo Antigua 2D, pois as notas de dano dadas após a inoculação artificial nas plantas dessa linhagem foram sempre menores (o que indica maior resistência) do que para 'Cacahuacintle' (suscetível).

WISEMAN & WIDSTROM (1980), comparando o método da bazuca com alguns outros, obtiveram resultados concordantes quanto à resistência de 'Antigua 2D'.

WILLIAMS et al. (1978) quantificaram - com o auxílio de uma escala de notas de 0 (sem dano) a 9 (plantas destruídas) - o dano de *S. frugiperda* em algumas linhagens resistentes do Mississippi (EUA) comparado a algumas suscetíveis. As resistentes ('Mp68:616', 'Mp496', 'Mp71:222' e 'Mp71:247') obtiveram uma média de notas abaixo de 6,0 enquanto que as suscetíveis ficaram em torno de 7,0. Os materiais resistentes cruzados entre si receberam a nota média de 5,48; resistentes com suscetíveis

receberam 6,16 e suscetíveis cruzadas entre si obtiveram nota 7,22.

Os novos métodos de inoculação artificial de lagartas recém-eclodidas promoveram, por parte dos centros de pesquisa internacionais, uma maior ênfase nos estudos de resistência de milho a pragas (WISEMAN et al., 1981a). Com isso houve uma aceleração nos programas de "screening" de materiais no campo surgindo, sobretudo no estado do Mississippi (EUA), diversas linhagens e populações de milho com resistência a *S. frugiperda* (linhagens Mp).

A primeira população lançada foi MpSWCB-4 (SCOTT & DAVIS, 1981a), resultado de dois ciclos de seleção recorrente baseada na progênie S_1 de populações de Antigua Grupo 1, Antigua Grupo 2, Guadalupe 1A e República Dominicana Grupo 1. Foi desenvolvida para resistência a *Diatraea grandiosella*, porém, apresenta genes para resistência a *S. frugiperda* e à ferrugem do milho, *P. polyspora*.

SCOTT & DAVIS (1981b) lançaram a linhagem Mp496, de ciclo médio e grãos alaranjados e de excelente qualidade, mas com raízes e caule relativamente frágeis. Tem resistência intermediária a *D. grandiosella*, mas boa resistência a *S. frugiperda* e *Ostrinia nubilalis*, além de ser resistente a *Sclerospora sorghi*, ao nanismo clorótico e moderadamente resistente ao mosaico anão do milho. Híbridos, com 'Mp496', podem ser interessantes em plantios tardios e em regiões com elevada população da lagarta-do-cartucho. Essa linhagem é derivada de uma população de milho Antigua Grupo 2, do Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), do México.

WILLIAMS & DAVIS (1981) testaram muitos híbridos de várias companhias produtoras de sementes dos EUA, concluindo não haver, na época, materiais

sequer com resistência moderada a *S. frugiperda*. Como testemunhas resistentes utilizaram-se 'MpSWCB-4' e 'B37R x (Mp496:616)', que se classificaram como moderadamente resistentes.

PEAIRS & SAUNDERS (1981) estudaram, no México, duas populações de milho tropicais, a Tuxpeno-1 (Tx) e a Mezcla Amarilla (MA), ambas do CIMMYT, com relação ao dano e queda de produção causados pela lagarta-do-cartucho. Após alguns ciclos de seleção nessas populações, verificou-se uma pequena queda nos danos foliares provocados pela praga, o que não se refletiu, porém, numa redução das perdas; estas mantiveram-se num patamar de 13% para ambas as populações e em qualquer ciclo estudado. Devido a isso, os autores recomendam que se utilize o parâmetro produção e não dano foliar para identificar possíveis genótipos resistentes.

WISEMAN et al. (1981a) estudaram os mecanismos de resistência dos genótipos Antigua 2D-118, Mp4008 (híbrido duplo onde Mp496 é um dos parentais) e MpSWCB-4. No teste de antibiose, em confinamento, as lagartas alimentadas com 'MpSWCB-4' apresentaram, aos 8 dias de idade, peso estatisticamente menor e consumiram menor área foliar que as demais. No teste de preferência, onde as lagartas recém- eclodidas puderam optar por mais de um genótipo, demonstrou-se que 'Antigua' foi o menos preferido, seguido por 'MpSWCB-4'. Estes resultados levaram à conclusão de que o tipo de resistência principal de 'Antigua' é a não preferência; para 'MpSWCB-4' a antibiose é o mais ativo mecanismo de resistência, embora ambos estejam presentes.

WISEMAN et al. (1981b) estudaram os efeitos do genótipo Antigua 2D-118 sobre o estabelecimento e a alimentação de *S. frugiperda*. Esse genótipo, comparado a 'Cacahuacintle', apresentou, durante três anos consecutivos, um menor número de

lagartas por planta (alguns dias após a inoculação artificial) e um menor dano foliar. Os autores concluíram que o genótipo Antigua 2D-118 pode diminuir o número de lagartas nas plantas de milho.

'Mp701' e 'Mp702' foram registradas por SCOTT et al. (1982) como resistentes principalmente a *D. grandiosella*, porém também são resistentes a *S. frugiperda* e à ferrugem comum do milho, *P. polyspora*. 'Mp701' é proveniente de descendentes de 'Antigua Grupo 1' e 'Antigua Grupo 2' enquanto que 'Mp702' derivou de descendentes de 'Antigua Grupo 2' e 'República Dominicana' Grupo 1. Ambas são de maturação tardia e as inflorescências femininas surgem de 2 a 4 dias após as de 'Mp496'. Possuem caule resistente, porém sistema radicular deficiente.

'Mp704', lançada por WILLIAMS & DAVIS (1982), apresenta resistência a *S. frugiperda*, a *D. grandiosella*, e a ferrugem do milho. Resultou do cruzamento entre 'República Dominicana Grupo 1' e 'Mp496' após 8 gerações.

WILLIAMS et al. (1983) verificaram os níveis de resistência dos genótipos Mp4008, MpSWCB-4, Antigua 2D-118 e do híbrido simples Mp496 x Mp701, comparando-os aos suscetíveis 'Cacahuacintle' e 'Ab24E x Mp305'. Através de uma escala de dano de 1 a 9 os autores concluíram que as linhagens Mp são resistentes, no campo, tanto no estágio de 5 quanto no de 10 folhas completamente desenvolvidas, porém, nesse último, a discriminação foi mais visível. Além disso, as lagartas coletadas nas plantas resistentes, 8 dias após a infestação, pesaram significativamente menos do que as das plantas suscetíveis.

WISEMAN et al. (1983) verificaram que 'Antigua 2D-118' provoca uma maior movimentação larval do que 'MpSWCB-4' e o híbrido 'Mp496 x MpSWCB-1'.

Inoculando-se artificialmente uma única planta e procedendo-se contagens nas circunvizinhas, pôde-se concluir que um maior número de lagartas deixou as plantas de 'Antigua 2D-118' num menor espaço de tempo, comparado aos outros materiais resistentes testados.

As linhagens Mp705, Mp706 e Mp707 foram lançadas por WILLIAMS & DAVIS (1984) e também são resistentes a *S. frugiperda* e *D. grandiosella* e moderadamente resistentes à ferrugem do milho. As 3 linhagens foram desenvolvidas por seleção individual de 'MpSWCB-4' durante 8 gerações.

Em condições de campo, após infestação artificial e avaliação dos danos visualmente numa escala de 0 (sem dano) a 9 (dano severo), as linhagens Mp receberam as seguintes notas: 'Mp496', 6,2; 'Mp701', 5,7; 'Mp702', 5,8 (SCOTT et al., 1982); 'Mp704', 4,8 (WILLIAMS & DAVIS, 1982); 'Mp705', 5,6; 'Mp706', 5,5 e 'Mp707', 5,1 (WILLIAMS & DAVIS, 1984); comparadas com a testemunha 'Ab24E', que recebeu nota 8,0, em média.

ISENHOUR et al. (1985) concluíram nos biotestes com folhas de 'MpSWCB-4' e 'Antigua 2D-118', comparados a 'Cacahuacintle' e 'Pioneer-X304C' que a temperatura exerce importante papel nos ensaios de resistência: a 30°C houve diferença entre os genótipos resistentes e suscetíveis e a 25°C o mesmo não ocorreu.

NG et al. (1985) verificaram que dietas contendo folhas dos híbridos Mp496 x Mp701 e Mp703 x Mp704 promoviam maior mortalidade de lagartas e menor tamanho das sobreviventes e das pupas, quando comparado a genótipos suscetíveis. O mesmo foi observado em condições de campo. Além disso, o período pupal foi alongado e a capacidade reprodutiva diminuiu em 34 a 50%. Os dados obtidos permitiram aos

autores especular sobre os efeitos dos genótipos resistentes na dinâmica populacional de *S. frugiperda*, podendo diminuir o tamanho da população ao longo do ano.

WILLIAMS et al. (1985) concluíram que os "callus" (obtidos de sementes maduras em meio de cultura) de milho podem ser utilizados em ensaios de resistência, pois provavelmente possuem os mesmos fatores químicos de resistência presentes nas plantas.

WISEMAN e WIDSTROM (1986) testaram o genótipo Zapalote Chico (ZC) com relação aos mecanismos de resistência presentes em seus estilo-estigmas. O uso de 'ZC' aumentou o período larval em 3,9 dias, quando comparado com o genótipo suscetível. No teste de preferência, 83% das lagartas optaram por se alimentar dos genótipos suscetíveis, demonstrando alta rejeição ao 'ZC'.

WILLIAMS et al. (1987) concluíram que as linhagens e híbridos Mp apresentam fatores de resistência semelhantes a *S. frugiperda*, *Helicoverpa zea* e *D. grandiosella*. Estas 3 espécies respondem de forma semelhante quando são alimentadas com "callus" dos genótipos Mp ou mesmo com partes das plantas, confirmando o fato de que as plantas ou os "callus" possuem os mesmos fatores de resistência.

MIHM et al. (1988), discutindo vários trabalhos apresentados no "International Symposium on Methodologies for Developing Resistance to Maize Insects", realizado no México em 1987, destacaram que o CIMMYT iniciou em 1984 um programa de melhoramento visando a obtenção de uma população de milho com resistência múltipla às pragas da cultura, principalmente *S. frugiperda*. Esta população, composta sobretudo de híbridos não convencionais (mais acessíveis a produtores de países em desenvolvimento), foi melhorada através de seleção recorrente e recombinação

nos anos de 1984 a 1986. Neste processo, sementes foram enviadas ao Mississippi e à Georgia (EUA) onde, do mesmo modo que no México, foram realizados vários "screenings" nos materiais, originando ao final a população MBR ("Multiple Borer Resistant"). Este programa prosseguiu de 1986 a 1988, produzindo a população MIRT ("Multiple Insect Resistant, Tropical"), destinada a terras baixas tropicais.

MIHM et al. (1988) comentaram ainda que as linhagens Mp são as melhores fontes de resistência a *S. frugiperda* e pragas do colmo, porém, são deficientes em algumas características agrônômicas. Através do cruzamento dessas linhagens com materiais comerciais suscetíveis, mas produtivos (do "corn belt" americano), foram obtidos híbridos competitivos em produtividade com os híbridos comerciais na ausência da praga e superiores a estes quando em condições de infestação do inseto.

WISEMAN & ISENHOUR (1988) testaram as diferenças entre as regiões verde e amarela da folha de milho nos testes visando detectar resistência à lagarta-do-cartucho. Verificou-se que as lagartas que se alimentaram com folhas (verdes ou amarelas) de 'MpSWCB-4' e 'Pioneer XZ304C' (resistentes), foram menores do que as alimentadas com 'Cacahuacintle' (suscetível); este resultado foi obtido apenas quando foram fornecidas folhas frescas, e observou-se que a região amarela da folha foi menos adequada aos insetos, gerando lagartas menores. Quando as folhas foram incorporadas em dieta (merídica), não foi possível discriminar os materiais resistentes dos suscetíveis.

YANG et al. (1991) encontraram resultados diferentes com relação à resistência de genótipos associada às regiões da folha utilizadas. As lagartas criadas com a parte verde das folhas de 'MpSWCB-4' (resistente) apresentaram maiores pesos aos 7 e 14 dias, menor período larval e maior peso pupal do que as criadas em 'Cacahuacintle',

ou seja, um resultado inverso ao esperado. Utilizando a parte amarela da folha, os resultados obtidos foram concordantes com os da literatura, classificando 'MpSWCB-4' como resistente e 'Cacahuacintle' como suscetível.

WILLIAMS et al. (1989) cruzaram plantas de 'Mp496', 'Mp704', 'Mp706' e 'Mp78:518', resistentes (R) com plantas suscetíveis (S) e obtiveram os seguintes resultados: a média de notas (0 a 9) para os cruzamentos SxS e SxR foi de 4,7, enquanto para RxR foi de 2,9; o peso das lagartas aos 10 dias de idade, coletadas no campo, foi de 54,0 mg para SxS, 32,0 mg em SxR e 28,0 mg em RxR. Estes resultados evidenciaram o efeito das linhagens Mp contra a lagarta-do-cartucho. Além disso, os estudos de capacidade geral de recombinação indicaram que o desenvolvimento de resistência a *S. frugiperda* confere também resistência a *D. grandiosella* e vice-versa.

NG et al. (1990) concluíram que os híbridos Mp496 x Mp701 e Mp704 x Mp706, resistentes ao desfolhamento pela lagarta-do-cartucho, são também menos preferidos para oviposição, quando comparados a híbridos suscetíveis. Estes estudos foram conduzidos no campo, com o uso de gaiolas protetoras no interior das quais foram mantidas as plantas e liberados os adultos. Os autores julgaram que híbridos comerciais com genes para resistência do tipo antibiose e também antixenose poderiam reduzir a população de *S. frugiperda* em campos de milho.

HEDIN et al. (1990) analisaram os efeitos de aminoácidos, fibras e proteínas nas linhagens resistentes Mp. Os resultados mostraram que DIMBOA e maisina não são fatores significativos com relação à resistência às lagartas de 1º instar, pois suas concentrações no cartucho são muito pequenas. Os aminoácidos, tanto essenciais quanto não essenciais, foram estimulantes para alimentação das lagartas de 1º instar, exceção

feita ao ácido aspártico (não essencial), único que não estimulou a alimentação e que foi mais elevado nas linhagens resistentes do que nas suscetíveis. Esse foi indicado como o fator mais importante em relação a todos os outros estudados. Além disso, a porcentagem de fibras (hemicelulose e lignina) foi 15% maior nos genótipos resistentes, enquanto que a porcentagem de proteína foi 17% maior nos suscetíveis. Os autores concluíram que o ácido aspártico seria o responsável pelo mecanismo de não-preferência, e o maior teor de fibras concorreria para dificultar a alimentação das lagartas novas nas plantas resistentes. Isso explicaria, em grande parte, as bases da resistência das linhagens Mp a *S. frugiperda*.

YANG et al. (1991) estudaram o efeito dos lipídios cuticulares na expressão da resistência de genótipos de milho ao desfolhamento. Este trabalho não permitiu que se determinasse a exata importância desses compostos cerosos na resistência, pois os resultados foram inconstantes: folhas do genótipo MpSWCB-4 (resistente) que sofreram extração de lipídios e foram incorporadas em dieta não demonstraram resistência, podendo significar que os lipídios extraídos seriam os responsáveis pelas características antibióticas deste material; em contrapartida, quando esses mesmos lipídios (extraídos) foram adicionados à dieta, deu-se um desenvolvimento larval superior ao dos demais materiais, inclusive comparando-se aos suscetíveis, cujas lagartas desenvolveram-se menos.

YORK (1991) registrou 5 populações de milho melhoradas para resistência a *D. grandiosella* e *O. nubilalis*. Duas delas, desenvolvidas em 1989 no Estado de Arkansas, EUA, apresentam genes para resistência a *S. frugiperda*: 'Ark. Corn-Borer Comp.#1' ('GP-232') foi composta com genes das populações MpSWCB-1, MpSWCB-2

e MpSWCB-4 (resistentes a *S.frugiperda*) e 'Ark. Corn-Borer Comp.#3' ('GP-234') que possui, além de genes destas populações Mp, cruzamentos com as linhagens Mp701, Mp702, Mp704, Mp705, Mp706 e Mp707. Segundo o autor, a população GP-234 apresenta nota de dano que fica entre as menores nos materiais por ele testados.

WILSON et al. (1991) avaliaram a coleção "J.C. Eldredge" de milho pipoca para resistência à lagarta-do-cartucho. Trinta e cinco linhagens da coleção e mais o padrão resistente 'Zapalote Chico' (ZC) e o suscetível 'Stowell's Evergreen' (SEG) foram infestados artificialmente com lagartas recém-eclodidas no campo. Esta infestação foi feita no estágio de 7 folhas completamente desenvolvidas (V7) (que, segundo Ritchie & Hanway², é o estágio onde as plantas possuem 7 folhas com a bainha visível), e as avaliações através de notas de dano (1 a 9) foram realizadas 7 dias após. O 'ZC' e a linhagem PI 341865 receberam, respectivamente, as notas 1,6 e 2,2, sendo consideradas resistentes. A confiabilidade destes resultados deve ser avaliada uma vez que o padrão 'SEG' também foi considerado resistente, com uma nota de 2,0.

Segundo CIMMYT (1992), os genótipos obtidos a partir da população MBR, testados em condições de intensa infestação artificial nos anos de 1989 e 1990 apresentaram redução de produtividade de apenas 10%. Estes testes foram realizados nos EUA, México e Canadá. Em testes internacionais semelhantes com a população MIRT, foi revelado que parece haver linhagens com alto grau de resistência às pragas broqueadoras e desfolhadoras do milho, bem como a viroses.

WIDSTRON et al. (1992) estudaram os efeitos de vários ciclos de seleção

² RITCHIE, S.W. & HANWAY, J.J. **How a corn plant develops.** Cooperative Extension Service, Ames, Iowa. 1982. (Special Report nº 48).

recorrente para aumentar os níveis de resistência a *S. frugiperda* da população FAW-CC, composta de materiais resistentes de áreas tropicais e subtropicais do México, Caribe e América Central e do Sul. Esta população teve suas 30 melhores progênies selecionadas, recombinadas e avaliadas, formando as populações FAW-CC (C0) até FAW-CC (C5), portanto até o 5º ciclo de recombinação. Com este processo conseguiu-se uma redução na escala de dano (0 a 9, WISEMAN & DAVIS, 1979) de 0,31 pontos por ciclo de recombinação, em média (7,2 para o ciclo C0 e 5,6 para C5), demonstrando boa eficiência para aumentar a resistência de materiais a *S. frugiperda*. Ciclos avançados da população FAW-CC mostram-se promissores como fontes de resistência a *S. frugiperda*, apresentando níveis variando de intermediário a alto.

WISEMAN & WIDSTROM (1992) citam que as populações FAW-CC (C3), FAWCOMP (C4), FAW-CC-M8 e AERD (C3) foram desenvolvidas para resistência à lagarta-do-cartucho. Até a presente data não foram divulgados resultados de testes de resistência com estas populações para a praga em questão.

CALLAHAN et al. (1992) não obtiveram diferenças significativas, em ensaios de campo, entre 'Mp496' e 'Mp704' (resistentes) e 'Ab24E', 'GT106' e 'Tx601' (suscetíveis): não houve diferença significativa entre o peso das lagartas coletadas nas plantas após 10 dias de desenvolvimento para quaisquer tratamentos. Além disso, a nota de dano dada a 'Mp496' foi igual a 7,1, superior a todas as outras resistentes e próximo às notas das suscetíveis. Neste mesmo estudo determinou-se que certos polipeptídeos (36KDa e 21KDa) são específicos das linhagens Mp496, Mp704, Mp707 e Mp708, nunca aparecendo juntos nas linhagens suscetíveis testadas pelos autores. Análises das progênies dos cruzamentos entre genótipos resistentes e suscetíveis poderiam confirmar a utilização

destes polipeptídeos como "marcadores" químicos da presença de genes para resistência a *S. frugiperda*.

THOME et al. (1992) testaram, com relação à resistência ao desfolhamento, os seguintes materiais: a) as linhagens do CIMMYT CML 59, CML 73, CML 121, CML 122, CML 123, CML 135, CML 136 e CML 137; b) duas linhagens comerciais e c) 45 cruzamentos simples (F_1) gerados destes 10 parentais. As linhagens CML foram obtidas da população MBR, com genes para resistência a *S. frugiperda*, *O. nubilalis*, *D. grandiosella* e *D. saccharalis*. Neste trabalho não foi estudado o desfolhamento pela lagarta-do-cartucho, mas concluiu-se que a população MBR parece ser uma fonte muito útil de resistência ao desfolhamento por várias espécies pragas do milho.

VIDELA et al. (1992) infestaram os híbridos Mp701 x Mp706, Mp496 x Mp707 (resistentes) e o suscetível Ab24E x Sc229 em várias fases do desenvolvimento vegetativo: de 3 folhas (plântulas, V3) a 14 folhas (V14) completamente desenvolvidas (classificação segundo Ritchie & Hanway²). No estágio V3, as lagartas coletadas após 7 dias da data de infestação nos híbridos resistentes, pesaram 43% menos que nos suscetíveis, mostrando que os fatores de resistência estão presentes já nas plântulas. No estágio V14, porém, as diferenças entre os híbridos resistentes e suscetíveis para peso e viabilidade de lagartas não foram tão notáveis quanto nos demais estádios testados. Isto significa que plantas entrando em sua fase reprodutiva podem "perder" sua resistência visto que as lagartas alimentam-se de outros tecidos (como os do pendão), que podem não ter nenhum fator de resistência. O estágio que permitiu a maior discriminação entre híbridos foi o V6, sendo por isso recomendado pelos autores para estudos dessa natureza.

2.2.2. Trabalhos realizados no Brasil

Bertels³, citado por WIDSTROM et al. (1972), concluiu que, no Brasil, o caráter 'amargo' é a mais promissora fonte de resistência a *S. frugiperda*.

CARVALHO (1970) confirmou, no Brasil, que os genótipos de Antigua Grupo 2 apresentam os maiores graus de resistência à lagarta-do-cartucho, seguindo as tendências das pesquisas nos EUA e no México.

FORNASIERI FILHO et al. (1980) testaram diversos genótipos de milho a nível de campo, avaliando os danos numa escala de notas de 0 a 5, sendo 0 o mais resistente. Os resultados permitiram que os autores classificassem os materiais em grupos mais ou menos "tolerantes" à praga; as cultivares IACHmd 7974, Flint Comp., Centralmex, Piranão e IAC O₂ VII foram mais tolerantes que 'Pioneer 309 B', 'Pioneer X-307', 'Dentado Composto Br', 'Pérola Pira' e 'IAC1 XII'.

LEMOS et al. (1982) avaliaram 13 cultivares de milho com relação à incidência de *S. frugiperda*, *H. zea* e produção, selecionando-se a cultivar Dentado Composto para prosseguir no esquema de melhoramento. Esta escolha foi fundamentada nos menores valores obtidos para o dano das pragas e na maior produção obtida nesta cultivar.

LARA et al. (1984) testaram 42 cultivares comerciais brasileiras de milho para avaliar a resistência à lagarta-do-cartucho e à lagarta-da-espiga. Uma escala de notas de 0 (sem dano) a 5 (cartucho destruído) foi utilizada para avaliação dos danos. Os

³ BERTELS, M.A. Pragas do milho, métodos de defesa. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Sul**, Pelotas, 16: 1-18, 1956.

resultados denotaram diferenças entre os materiais porém não foram conclusivos, sugerindo-se uma reavaliação nos genótipos estudados.

MELO & SILVA (1987) estudaram, em laboratório, a influência das cultivares AG-28, AG-64 e P-6872 sobre alguns parâmetros biológicos de *S. frugiperda*. As lagartas foram criadas em discos foliares dos três genótipos. Constatou-se que na cultivar AG-28, o período larval, o número de ínstar, a duração das fases de pré-pupa e pupa e o período pós-embrionário foram maiores, o que sugere a presença de algum fator (não identificado) de resistência nessa cultivar.

MARQUES et al. (1988) realizaram uma avaliação fenotípica em 5 populações de milho para danos de *S. frugiperda* e *H. zea*, dentre outras características agrônômicas. Os autores concluíram, através de uma escala de notas de 0 a 5, 30 dias após a semeadura, que a população IACHmd 7974 foi a menos danificada pela lagarta-do-cartucho; em contrapartida, foi a mais danificada por *H. zea*, o que, segundo os autores, foi o motivo desta população ter apresentado baixa produtividade.

VENDRAMIM e FANCELLI (1988) conduziram estudos em laboratório com o objetivo de determinar o efeito de seis genótipos de milho sobre a biologia do inseto. As lagartas recém-eclodidas foram alimentadas com folhas frescas com idade de 20 a 40 dias, trocadas diariamente. Os autores concluíram que os genótipos estudados afetaram a duração da fase larval, o peso das lagartas (8º dia) e das pupas e a viabilidade das fases de ovo, lagarta e pupa. 'Cateto Palha Roxa' (CPR) provocou a maior duração da fase larval, diferindo de todos os demais. Em 'Zapalote Chico' (ZC), ao lado do 'CPR' e de 'IACHmd 7974' ocorreram os menores pesos larvais aos 8 dias de idade. O peso pupal foi menor no 'CPR', diferindo dos demais. A menor viabilidade de ovos foi

encontrada quando utilizou-se o 'ZC'. Concluindo, os genótipos menos adaptados a *S. frugiperda* foram ZC e CPR; em contrapartida, os mais adaptados foram o 'IAC Maya XXI' e o 'IAC 1 XX'.

CRUZ & ALVARENGA (1990) avaliaram a variabilidade genética da população de milho doce BR 400 para resistência à lagarta-do-cartucho. Foram testadas 60 progênies, sendo as lagartas alimentadas com folhas frescas trocadas a cada 2 dias até o final do período larval. Grandes variações foram encontradas entre as progênies: 23% entre o maior e o menor período larval obtido e 30,5% de diferença entre o maior e o menor peso pupal.

LEMOS et al. (1990) estudaram vários parâmetros genéticos para a população "Dentado Composto", dentre os quais o ganho genético para resistência a *S. frugiperda*. Para cada ciclo de seleção obteve-se um ganho de 1,95% em relação ao ciclo anterior, considerado um pequeno incremento se comparado ao ganho de 13,0% obtido para resistência à lagarta-da-espiga.

VIANA & POTENZA (1991a e 1991b) identificaram os genótipos de milho CMS 23, CMS 14C, CMS 24, Zapalote Chico (ZC), WP1, Amarillo Cristalino e Nõdzob Torê como os mais resistentes à lagarta-do-cartucho entre vários outros. Isto foi feito mediante infestações artificiais em condições de campo no período de 1986 a 1990. Prosseguindo os estudos, os autores testaram os efeitos dos genótipos CMS 14C, CMS 23, CMS 24 e ZC no desenvolvimento do inseto. Como resultado, em todos estes genótipos houve prolongamento significativo da fase larval e do ciclo, ocorrendo, por outro lado, redução no peso das lagartas e pupas. O 'ZC' mostrou-se o menos preferido para alimentação, enquanto 'CMS 14C' foi o mais rejeitado para oviposição.

A Seção de Milho do Instituto Agronômico de Campinas produz, a partir das linhagens IP701 N e SLP103 N, o híbrido comercial IAC7777. MIRANDA & MIRANDA (1993) introduziram, às linhagens parentais de 'IAC7777', os genes **Lsc**, **lte**, **ltp** e **Pl**. Com tais genes formaram-se duas novas linhagens: IP701 Lsc lte ltp, Pl e SLP103 Lsc lte ltp, Pl, que abreviadamente são escritas como 'IAC701 BPl' e 'IAC103 BPl'. **Lsc** é um gene que regula a abertura dos estômatos, impedindo a perda de água e conferindo resistência à seca; **lte** é um gene latente que regula a ligação sulfidril a dissulfido (SH-SS), correspondente à tolerância ao calor e **ltp** é um gene que dá cor ao pericarpo quando este é exposto à luz. Estes três genes (**Lsc**, **lte** e **ltp**) localizam-se no cromossomo II do milho. O último gene introduzido, o **Pl**, confere cor roxa em partes não expostas à luz, como gluma da espiga, raiz e interior do caule (xilema); é um gene correlacionado com a produção de fitoalexinas, como alcalóides, resinas, ácidos orgânicos e glucosídeos (antocianinas, flavonas e similares). O glucosídeo não é tóxico, porém, se estimulado, se hidrolisa e produz uma aglucona que é tóxica. A herança de glucosídeos depende da presença de genes dominantes complementares, o que significa que o gene **Pl** só se expressa quando dominante e ligado a outro gene dominante, nesse caso, o gene **B** (também no cromossomo II). Segundo Miranda⁴, os genes **B** e **Pl** devem conferir às linhagens resistência horizontal a vários insetos, em diferentes níveis.

VIANA (1994) avaliou, em ensaios de campo, 121 materiais do Banco Ativo de Germoplasma de Milho do Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo (CNPMS, EMBRAPA/Sete Lagoas, MG) para resistência à lagarta-do-cartucho no ano

⁴ MIRANDA, L.T. (Instituto Agronômico de Campinas, Seção de Milho) Comunicação pessoal, 1993.

de 1993. Através de inoculação artificial e de uma escala de notas de 0 (mais resistente) a 9 (mais suscetível), obteve-se uma amplitude de notas de 4,45 a 7,01. Foram considerados resistentes os genótipos PB11, WP16, República Dominicana 248, Zapalote Chico, BA22 e PA 008, todos com notas iguais ou abaixo de 5,5.

GUIMARÃES & VIANA (1994) iniciaram, a partir de 1988/89, um esquema de melhoramento visando à produção de um sintético da população CMS 23 (previamente testada por VIANA & POTENZA, 1991a e 1991b). Esse foi obtido após combinações de 24 progênies S_2 da população CMS 23, mais cinco linhagens com alto grau de endogamia e um "topcross", para produtividade e características de interesse agrônomo. O sintético formado após 3 combinações foi semeado em 1993 e submetido a nova seleção. As plantas que apresentaram os menores danos foliares (escala 0 a 9) foram autofecundadas e as espigas S_1 com as melhores características foram escolhidas para a obtenção de S_2 e S_3 , nos anos de 1994 e 1995. Posteriormente, os autores pretendem incluir no programa um testador suscetível a *S. frugiperda* para aumentar a produção.

VIANA & SILVA (1994), trabalhando com o melhoramento da população CMS 14C desde 1987, conseguiram, em 1990, chegar a 36 progênies com dano médio inferior a 2,2%. Em 1990/91, 200 novas progênies foram avaliadas, selecionando-se as 20 que foram mais resistentes e mais produtivas (obteve-se a média de 4.827 kg/ha, superior à média do ensaio e à testemunha intercalar 'BR 201'). Após recombinação e autofecundação dessas progênies por dois anos consecutivos, obteve-se S_2 , que foi cruzado (1993/94) com um testador suscetível e avançará até S_3 , avaliando-se, a seguir, o "topcross" obtido desses cruzamentos para resistência a *S. frugiperda* e para produção.

Em trabalho de cooperação com o CIMMYT, VIANA & GUIMARÃES (1994) vêm realizando, desde 1991, o melhoramento da população MIRT ("Multiple Insect Resistant, Tropical") para resistência à lagarta-do-cartucho e adaptação às condições brasileiras. Avaliando-se conjuntamente a população MIRT e a CMS 23, observou-se que a amplitude de notas de dano (0 a 9) foi de 3,65 a 7,07. Desse grupo de progênies, selecionaram-se as 37 melhores (35 MIRT e 2 CMS 23) onde a variação de notas diminuiu bastante: 3,65 a 4,64, com a testemunha resistente ('Zapalote Chico x CMS 14C') recebendo a nota 5,51. Pretende-se, no futuro, evoluir com essas progênies até S_3 , prevendo-se, também, o cruzamento com um testador de alta capacidade de combinação e alta suscetibilidade, o que levará à formação de um topcross e ao prosseguimento do programa.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram desenvolvidos nos Laboratórios da Seção de Controle Biológico das Pragas da Estação Experimental do Instituto Biológico, Fazenda Mato Dentro, Campinas, São Paulo, com o objetivo de avaliar alguns aspectos biológicos e a não-preferência para alimentação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes genótipos de milho

3.1. Desenvolvimento de *S. frugiperda* em 11 genótipos de milho

3.1.1. Material Vegetal e Campo Experimental

Foram utilizados os seguintes genótipos: Mp496, Mp701, Mp705, Mp706 e Mp707, linhagens obtidas e lançadas pela "Mississippi State University" como resistentes a insetos mastigadores, especialmente *Diatraea grandiosella*, *Ostrinia nubilalis* e *S. frugiperda* (SCOTT & DAVIS, 1981b; SCOTT et al., 1982 e WILLIAMS & DAVIS, 1984); a raça centro-americana Zapalote Chico, considerada resistente a *S. frugiperda*, no Brasil, pelo CNPMS (Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo) da

EMBRAPA (VIANA & POTENZA, 1991a e 1991b), as linhagens IAC103 BPI⁵, IAC701 BPI⁵, IAC701 N e IAC103 N da Seção de Milho do Instituto Agronômico de Campinas e mais o híbrido IAC7777 (IAC701 N x IAC103 N), como testemunha comercial, também obtido no Instituto Agronômico de Campinas.

Todos os materiais foram semeados na área experimental da Seção de Controle Biológico das Pragas. Para tal, foram utilizadas duas faixas de 3,5 metros de largura e aproximadamente 50,0 metros de comprimento. O solo recebeu preparo convencional e o sulcamento foi realizado com enxada. Cada genótipo de milho foi semeado num sulco de 15,0 metros de comprimento. Não foi feita nenhuma adubação na área para este experimento.

3.1.2. Instalação e Condução

A coleta de folhas para a instalação do ensaio foi iniciada quando as plantas estavam no estágio V7 a V9, aproximadamente 35 dias após a germinação. Segundo Ritchie & Hanway², os estádios vegetativos da planta de milho (designados com a letra V) podem ser definidos com relação ao seu número de folhas. Desse modo, Vn é o estágio onde a planta apresenta n folhas com o colo (bainha) visível. Entre os

⁵ Com os genes:

Lsc - gene que regula a abertura do estômato

lte - gene que regula a ligação sulfidríla dissulfido (tolerância ao calor)

ltp - gene que dá cor ao pericarpo quando exposto à luz

PI - gene que dá cor roxa em partes não expostas à luz e produz fitoalexinas

B - gene dominante e complementar ao **PI**

estádios de 7 a 9 folhas com a bainha visível têm sido realizados a maioria dos trabalhos de resistência de milho a *S. frugiperda* (WISEMAN et al., 1981b; WILLIAMS et al., 1983; NG et al., 1985; VENDRAMIM & FANCELLI, 1988; WILLIAMS & BUCKLEY, 1992 e ALI et al., 1990). De cada planta foi coletada uma única folha (a 1ª completamente desenvolvida), cuja extensão continha tanto a parte amarela quanto verde da folha. Após a coleta, as folhas foram levadas ao laboratório, lavadas com água de torneira e mantidas em frascos de vidro com água, durante 15 minutos, para a manutenção da turgescência.

Os 11 materiais citados no item 3.1.1 foram estudados neste bioteste, mantendo-se condições controladas de $27 \pm 1^\circ\text{C}$ de temperatura, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, adotando-se um delineamento inteiramente casualizado com 40 repetições.

As lagartas, provenientes de dieta artificial (KASTEN Jr. et al., 1978), foram fornecidas pelo Laboratório de Produção de Insetos da Estação Agrícola Experimental (EAE) da Rhodia, localizado em Barão Geraldo, Campinas, São Paulo.

Os recipientes utilizados foram tubos de vidro de fundo chato, com as dimensões de 2,5 x 8,5cm. Estes foram previamente esterilizados em estufa por 3 horas a 130°C , juntamente com o tampão de algodão hidrófobo.

As folhas dos diferentes genótipos, uma vez lavadas em água, foram cortadas em pedaços de 5,0 cm de comprimento, transversalmente às nervuras e colocadas nos tubos de vidro. Cada uma das 40 repetições (40 tubos) de cada tratamento, recebeu uma lagarta recém-eclodida de *S. frugiperda*. A "inoculação" foi feita com um pincel nº 0, sendo que em seguida o tubo foi tamponado com algodão hidrófobo.

Os tubos foram mantidos em pequenas prateleiras de madeira em posição inclinada. Diariamente era feita a troca de alimento e as lagartas mortas eram contadas. Aos 10 dias de idade as lagartas sobreviventes foram pesadas. A rotina de troca de folhas foi mantida até que as lagartas exibissem características de pré-pupa. Neste momento, o fornecimento de alimento foi interrompido e, após a pupação, as folhas remanescentes no tubo foram retiradas. As pupas foram pesadas com 24 horas de idade e devolvidas aos tubos, onde ficaram até que houvesse a emergência dos adultos. O peso de lagartas e de pupas foi determinado em balança com precisão de 10,0 mg.

Foram avaliados os seguintes parâmetros biológicos:

- Fase Larval

- . duração
- . peso (aos 10 dias de idade)
- . viabilidade

- Fase Pupal

- . peso (com 24 horas) de ♂ e ♀
- . viabilidade

- Adultos

- . razão sexual
- . % de deformação

Para o ensaio de desenvolvimento de *S. frugiperda* nos genótipos, foi adotado um delineamento inteiramente casualizado com 11 tratamentos e 40 repetições. Este número de repetições não foi constante para todos os tratamentos pois as lagartas foram morrendo de forma desigual em cada genótipo, sendo que o delineamento pode

ser considerado desbalanceado. Para análise dos parâmetros propostos no item 3.1.2, foi utilizado o Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, além de correlações estatísticas entre alguns parâmetros. Especialmente, para que pudessem ser feitas as análises de viabilidade larval, pupal e de porcentagem de deformação de adultos, separaram-se as 40 lagartas de cada tratamento em 4 lotes de 10 lagartas cada. Deste modo, cada tratamento forneceu 4 médias (totalizando 44 dados), possibilitando a aplicação da análise de variância e do Teste de Tukey.

3.2. Testes de não-preferência para alimentação de lagartas de *S. frugiperda* em 4 genótipos de milho

Estes testes foram realizados sob condições controladas de $28 \pm 1^\circ\text{C}$ de temperatura, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 14 horas. Todas as lagartas utilizadas nesta fase de estudo foram obtidas da criação estoque mantida pela Seção de Controle Biológico das Pragas, em dieta artificial (BURTON, 1967).

3.2.1. Material vegetal e campo experimental

Os materiais utilizados neste teste, selecionados a partir dos resultados obtidos no teste de biologia (item 3.1.2), foram: 'Zapalote Chico' e 'Mp707', que se destacaram como os menos adequados ao desenvolvimento do inseto; 'IAC701 N' que

foi um dos mais adequados (testemunha) e 'IAC7777', usado como testemunha comercial por ser um híbrido simples, com pouca variabilidade genética, utilizado comercialmente e que é anualmente produzido, podendo ser utilizado como testemunha comparativa em experimentos futuros.

Estes genótipos foram semeados no campo experimental da Seção de Controle Biológico das Pragas, utilizando-se os mesmos procedimentos para preparo do solo e sulcamento tratados no item 3.1.1. No mesmo dia em que foi realizada a semeadura iniciou-se a irrigação do campo por aspersão, promovendo regas diárias na primeira semana e depois passando a uma rega a cada 4 dias, aproximadamente, até o fim do ensaio. Um mês após a germinação, foi realizada uma adubação de cobertura com salitre (NaNO_3) à base de 50 g/metro linear de cultura.

Para estes testes foi utilizado um delineamento em blocos completos ao acaso com 4 tratamentos e 20 repetições.

3.2.2. Teste de orientação de lagartas de 1º ínstar

O ensaio com lagartas de 1º ínstar foi iniciado quando as plantas estavam no estágio V6, aproximadamente. Normalmente o ataque de *S. frugiperda* inicia-se nesta fase, quando as lagartas recém eclodidas raspam as folhas; além disto, VIDELA et al. (1992) recomendam essa fase de desenvolvimento como a que promove maior discriminação em testes de resistência.

Foram utilizadas como arenas para os testes placas de Petri de 15,0 cm

de diâmetro, cuja base possui uma fina camada de gesso coberta com papel de filtro. Cada placa foi um bloco completo.

As folhas de cada genótipo foram coletadas no campo, lavadas e secas com papel toalha. Em seguida foram recortados retângulos foliares de 1,5 x 3,0 cm, no sentido longitudinal e paralelamente à nervura central. Estes foram retirados da região verde-amarelada da folha, pois esta é a região onde as lagartas normalmente se alimentam (CALLAHAN et al., 1992) e, segundo NG et al. (1985), concentram-se aí cerca de 99% das lagartas em estágios iniciais de alimentação (após infestações artificiais).

Os retângulos foram dispostos aleatória e circularmente em cada arena, fixando-se com um alfinete após o que a camada de gesso foi umedecida. No centro foram liberadas 50 lagartas recém eclodidas, tampando-se a arena com a tampa da placa de Petri e vedando com fita crepe. Após 24 horas foi anotado o número de lagartas que se estabeleceu em cada tratamento, considerando-se válidos apenas os blocos onde o número de lagartas em contato com as seções foliares era maior ou igual a 36 (aproximadamente 75% do total de lagartas liberadas). Com base neste critério, foram montados 25 blocos dos quais aproveitaram-se 20.

Utilizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para a separação entre tratamentos. Além disto, ao genótipo que apresentou a maior média para número de lagartas, foi dado o Índice de Preferência (IP) igual a 100%, determinando-se os demais por interpolação.

3.2.3. Teste de consumo de lagartas de 5º ínstar

As lagartas de 5º ínstar utilizadas foram criadas em folhas de milho da variedade Maya XXVIII até o momento da instalação do experimento. O uso da dieta natural foi feito para diminuir ao máximo o tempo de adaptação à alimentação, pois lagartas criadas em dietas artificiais necessitam algum tempo para que se acostumem com o alimento natural, sobretudo no caso de ínstaes mais avançados. A criação em Maya XXVIII foi iniciada com 200 lagartas recém eclodidas, as quais foram colocadas num frasco de vidro (grande) sobre algumas folhas de milho. Após três dias foi feita a repicagem, selecionando-se 50 lagartas (já no segundo ínstar) de tamanhos semelhantes; estas foram colocadas individualmente em placas de Petri de 10,0 cm de diâmetro (emborcadas sobre uma mesa com papel de filtro) e alimentadas com um pedaço de folha de milho. Avaliações diárias foram feitas para determinar as mudanças de ínstar, sendo que no dia 08/10/94 foram escolhidas 20 lagartas de igual tamanho ($\pm$ com 24 horas após terem passado ao quinto ínstar) para compor o ensaio.

As seções foliares (obtidas de plantas no estágio V8) foram conseguidas do mesmo modo como citado no item 3.2.2, somando-se aqui a necessidade da obtenção de 4 retângulos idênticos para cada repetição, sendo dois deles colocados na arena (para prover alimento suficiente), sobrepostos, e outros dois utilizados como alíquota. Para que as condições de igualdade fossem mantidas, cada alíquota foi obtida do lado oposto em relação à nervura central e na mesma altura da folha de onde foram retirados os primeiros retângulos. Tanto as alíquotas quanto as seções a serem fornecidas às lagartas foram pesadas para a determinação do Peso Fresco da alíquota (PFa) e do Peso Fresco

das seções fornecidas às lagartas (PFI), respectivamente. Em seguida as alíquotas foram colocadas em estufa a 65°C até peso constante para determinação do peso seco da alíquota (PSa) enquanto que os outros dois retângulos foram colocados nas arenas.

As repetições foram montadas da seguinte maneira: sobre uma mesa foram colocadas folhas de papel de filtro umedecidas sobre as quais foram colocadas as seções foliares de cada um dos genótipos, dispostas circular e aleatoriamente e fixadas com alfinetes de modo que o diâmetro externo do conjunto (repetição) fosse menor que 15,0 cm; no centro foi colocada uma lagarta. Sobre cada um destes conjuntos foi emborcada uma placa de Petri (de 15,0 cm de diâmetro) de modo a formar uma arena. As lagartas permaneceram nestas arenas por 24 horas, findas as quais os tecidos remanescentes de cada tratamento foram levados à estufa, onde ficaram até peso constante, para determinação do Peso Seco final (PSf).

Com os dados de PSI, PFa e PSa, determinou-se, para comparações entre os tratamentos, o Peso Fresco consumido (PFc), que é a quantidade, em folhagem fresca, consumida pelas lagartas em 24 horas. Para diminuir os erros de metodologia, foram consideradas duas situações diferentes para o cálculo do PFc:

1) Se o PFa for igual ao PFI

Neste caso não há necessidade de nenhuma correção e o valor de PFc pode ser calculado por interpolação, através da eq. 1:

$$PFc = PFa \times \left(1 - \frac{PSf}{PSa}\right) \quad (1) \text{ Peso Fresco consumido pelas lagartas (PFc), caso 1}$$

2) Se o PFa for diferente do PFl

Neste caso há que se fazer uma correção no momento do cálculo de modo a corrigir o valor do PSf, resultando na eq. 2:

$$PFc = PFl - (PSf \times \frac{PFa}{PSa}) \quad (2) \text{ Peso Fresco consumido pelas lagartas (PFl), caso 2}$$

Foi determinada também a Área Foliar consumida (AF) após 24 horas em cada tratamento. Considerando-se que todos os retângulos tinham a mesma área inicial (4,5 cm²), a AF foi calculada pela eq. 3:

$$AF = 9,0 \times (\frac{PFc}{PFl}) \quad (3) \text{ Área Foliar consumida (AF)}$$

Os valores médios de PFc e também os de AF foram separados pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para permitir a distinção entre os materiais. Adicionalmente, com as relações de peso e área consumidos para cada tratamento, foram determinados os Índices de Preferência para área (IPa) e para peso (IPp), de modo semelhante ao adotado para determinação do Índice de Preferência para lagartas recém-eclodidas.

3.3. Teste de sobrevivência de lagartas de *S. frugiperda* criadas agrupadamente em 4 genótipos de milho

Neste teste foram usados os mesmos genótipos selecionados para os testes de preferência (item 3.2.1), bem como as mesmas condições de temperatura, umidade e fotofase. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 6 repetições.

Este ensaio iniciou-se quando as plantas estavam no estágio V6, e o procedimento de instalação foi o seguinte: 20 lagartas recém-eclodidas foram confinadas em frascos de vidro de 600 ml de volume, com o fundo recoberto por papel de filtro, contendo, cada um, folhas de um genótipo a ser testado, fechando-se com "voil" e elástico. Deste modo, as lagartas foram criadas agrupadamente até formarem as pupas, fazendo com que os dados obtidos reflitam tanto o efeito dos genótipos (através dos possíveis mecanismos de antibiose e não-preferência) quanto o efeito do comportamento de canibalismo do inseto sobre a sobrevivência larval. Cada frasco representou uma repetição. As folhas foram trocadas após 24 horas e depois a cada dois dias, quando anotava-se o número de lagartas restantes em cada repetição.

Cada repetição (dentro de um tratamento) foi abastecida com uma quantidade semelhante de folhas a cada troca para evitar que a escassez ou o excesso de alimento interferissem nos resultados. No decorrer do desenvolvimento, a quantidade de folhas colocada nos recipientes foi aumentando, levando-se em consideração também o tamanho das lagartas em cada tratamento: tratamentos com lagartas maiores recebiam mais folhas do que aqueles com lagartas menores. Deste modo permitiu-se que uma igual

quantidade de folhas sobrasse em cada recipiente antes de cada troca.

Foram anotados o período larval, o número de lagartas no decorrer do tempo e o número e peso (com idade de um dia) das pupas em cada repetição. Os dados de número de pupas por tratamento, período larval e período pupal, foram separados pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, enquanto que o efeito dos genótipos sobre a mortalidade de lagartas, no decorrer do tempo, foi visualizado através de figuras.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em folhas de 11 genótipos de milho

4.1.1. Peso de lagartas aos 10 dias de idade

Os resultados de peso das lagartas de *S. frugiperda* aos 10 dias de idade (Tabela 1 e Figura 1), mostraram diferenças significativas entre os genótipos testados. O genótipo Mp707 foi o que apresentou menor peso larval, diferindo dos demais genótipos menos de Zapalote Chico (ZC), o que indica que, em relação a este parâmetro, estes materiais apresentam um certo nível de resistência à praga em questão. O 'ZC' não diferiu das linhagens Mp701, Mp706 e Mp705. Este grupo de linhagens Mp não diferiu do padrão comercial 'IAC7777' nem de 'IAC103 BPI'. Acima desta última linhagem, com um peso um pouco maior, porém, sem diferença estatística, ficou a 'IAC701 BPI'. No grupo das lagartas com maior peso ficaram, em ordem crescente, 'IAC701 N', 'Mp496' e 'IAC103 N'. Estes materiais podem ser considerados, em relação a este parâmetro, como os mais adequados ao inseto (com maior suscetibilidade). Pode-se

Tabela 1. Peso (mg) de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, aos 10 dias de idade, alimentadas com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: 27 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Tratamento	Média	I.V.
IAC103 N	376,55 a ¹	200-570
Mp496	351,25 a	120-560
IAC701 N	347,74 a	140-520
IAC701 Bpl	237,92 b	50-400
IAC103 Bpl	188,48 bc	80-320
IAC7777	180,31 bc	40-340
Mp705	176,43 bcd	70-270
Mp706	168,33 cd	20-300
Mp701	163,94 cd	30-380
ZC	109,66 de	30-270
Mp707	89,71 e	20-180
Média	206,60	
C.V.(%)	36,78	
F	47,35*	

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

observar que, para as linhagens IAC às quais incorporou-se o gene BPl (que está relacionado à produção de fitoalexinas), os pesos larvais foram estatisticamente menores em relação às respectivas linhagens sem este gene. Isto demonstra que a tese de MIRANDA & MIRANDA (1993) de que os genes **B** e **Pl** conferem resistência horizontal

Figura 1. Peso (mg) de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, aos 10 dias de idade, alimentadas com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: $27 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

a pragas de milho, tem fundamento, em relação a este parâmetro. Estes autores observaram anteriormente que esses genes conferem resistência à lagarta da espiga do milho. Dentre as linhagens Mp (Estado do Mississippi, EUA), a Mp496 foi a única em que as lagartas adquiriram pesos larvais elevados, diferindo dos demais genótipos, com exceção de 'IAC103 N' e 'IAC701 N'. Comparando-se a 'Mp496' com as demais Mp constata-se que nas linhagens Mp705, Mp706, Mp701 e Mp707 o peso médio foi de 149,60 mg enquanto que em 'Mp496' o peso atingiu 351,25 mg (cerca de 2,3 vezes maior) (Tabela 1).

Calculando-se as porcentagens de desenvolvimento relativo entre os materiais, para peso larval (estabelecendo-se 'IAC103 N' como 100% de desenvolvimento) (Figura 2), observam-se grandes diferenças entre os tratamentos: as lagartas criadas em 'Mp707' (menor peso), desenvolveram-se cerca de seis vezes menos do que as criadas em 'IAC103 N', pesando, aos 10 dias de idade, 70% menos.

Os valores obtidos para peso larval aos 10 dias estão, de modo geral, concordantes com a literatura. WISEMAN et al. (1981b) obtiveram, em genótipo suscetível (Cacahuacintle), aos 8 dias de idade e 29,5°C, peso larval de 333,5 mg, enquanto que para o resistente 'MpSWCB-4' a média obtida foi 151,8 mg, próximo aos valores observados nas linhagens Mp deste trabalho. Embora no trabalho desses autores, as lagartas tenham sido pesadas aos 8 dias de idade, os valores podem ser comparados aos obtidos neste trabalho (lagartas com 10 dias), já que naquele trabalho a temperatura foi maior (29,5°C) que neste (27°C). ISENHOUR et al. (1985), por outro lado, obtiveram, para os genótipos resistentes Antigua 2D-118 e MpSWCB-4 (média dos valores obtidos a 25 e a 30°C, aos 9 dias de idade), valores superiores aos aqui observados. Para 'Cacahuacintle' os pesos foram inferiores aos apresentados pelos materiais mais adaptados deste trabalho. WISEMAN & ISENHOUR (1988) obtiveram, após 10 dias de desenvolvimento, peso larval médio de 190,0 mg para 'MpSWCB-4', pouco superior aos pesos das linhagens Mp (Tabela 1), e, para 'Cacahuacintle', peso médio de 270,0 mg, inferior aos das linhagens IAC103 N, Mp496 e IAC701 N deste trabalho. VENDRAMIM & FANCELLI (1988) obtiveram, para 'ZC', lagartas pesando 68,0 mg aos 8 dias, sendo que o maior peso observado foi de apenas 130,0 mg. Isto pode ser atribuído, ao menos em parte, à menor idade (8 dias) em que apesadas no trabalho desses autores.

Figura 2. Porcentagem de desenvolvimento larval, em relação à linhagem IAC103 N, para peso aos 10 dias de idade de lagartas de *Spodoptera frugiperda*. Temp.: $27 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

4.1.2. Duração da fase larval

Os períodos larvais nos diferentes genótipos (Tabela 2) demonstraram diferenças estatísticas menos evidentes do que para os pesos larvais. As linhagens Mp707 e ZC apresentaram os maiores períodos, respectivamente 17,50 e 17,17 dias, diferindo de um grupo de 6 genótipos para os quais as durações foram inferiores a 16 dias. Nas linhagens Mp701, Mp706 e Mp705 os valores foram próximos a 16 dias, não diferindo,

Tabela 2. Duração (dias) da fase larval de *Spodoptera frugiperda* alimentada com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: $27 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Genótipo	Média	I.V.
Mp707	17,50 a ¹	15-22
ZC	17,17 ab	13-21
Mp701	16,90 ab	14-22
Mp706	16,40 abc	14-22
Mp705	16,15 abc	14-20
IAC701 BPI	15,96 bcd	13-24
IAC7777	15,31 cde	13-19
Mp496	15,17 cde	14-22
IAC103 BPI	15,13 cde	13-21
IAC701 N	14,70 de	13-19
IAC103 N	14,00 e	13-17
Média	15,85	
C.V.(%)	10,61	
F	13,03*	

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

porém, dos dois primeiros genótipos citados. Em 'IAC701 N' e 'IAC103 N' registraram-se os menores períodos larvais (respectivamente 14,70 e 14,00 dias), enquanto que 'IAC701 BPI', 'IAC7777', 'Mp496' e 'IAC103 BPI' ficaram em posição intermediária com relação a este parâmetro, não apresentando, entre si, diferenças estatísticas.

Levando-se em consideração que o alongamento da fase larval é indicativo de menor adequação do substrato alimentar e, conseqüentemente, da presença de algum nível de resistência, pode-se inferir que 'Mp707' e 'ZC' foram, sob este aspecto, os genótipos menos adequados e 'IAC701 N' e 'IAC103 N', os mais adequados a *S. frugiperda*.

ISENHOUR et al. (1985) encontraram valores superiores para este parâmetro. Tomando a média dos dados obtidos a 25 e a 30°C, estes autores verificaram períodos de 17,55 dias (em genótipo suscetível), chegando a 21,65 dias em materiais resistentes. MELO & SILVA (1987) observaram variações no período larval de *S. frugiperda*, a 23°C, de 14,71 (material mais adaptado ao desenvolvimento) a 21,48 dias (material menos adaptado). VENDRAMIM & FANCELLI (1988) encontraram, no material menos adaptado a *S. frugiperda*, período de 16,89 dias, e no mais adaptado, 14,44 dias, dados que se aproximam aos obtidos neste trabalho. CRUZ & ALVARENGA (1990) obtiveram, na população BR400, períodos larvais que oscilaram dentro de uma faixa de 12 a 16 dias, inferior ao observado neste trabalho.

Apesar das diferenças estatísticas terem sido menos evidentes, observa-se que, para o período larval, os genótipos Mp707, ZC, Mp701, Mp706 e Mp705 apresentam-se exatamente na ordem inversa da registrada para peso larval, o mesmo ocorrendo para os genótipos IAC103 N e IAC701 N. Assim, em genótipos que foram constatados os maiores pesos aos 10 dias, de modo geral, foram obtidos os menores períodos larvais, indicando que, por ocasião da pesagem, os indivíduos se encontravam em estágio mais avançado de desenvolvimento. Verifica-se, deste modo, uma correlação inversa entre os parâmetros peso e período larval (Figura 3). Assim, materiais que

Figura 3. Correlação entre o peso de lagartas (com 10 dias de idade) e a duração da fase larval de *Spodoptera frugiperda* alimentada com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: 27 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

apresentaram menores pesos numa determinada idade da fase larval tendem a apresentar, inversamente, maiores períodos larvais.

4.1.3. Viabilidade da fase larval

A viabilidade larval nos diferentes genótipos (Tabela 3) apresentou muitas variações, porém, as diferenças estatísticas foram registradas apenas entre o valor

Tabela 3. Viabilidade larval de *Spodoptera frugiperda* alimentada com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: 27 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Genótipo	Viabilidade (%)
IAC701 N	95,07 a ¹
IAC7777	92,88 a
Mp496	90,00 a
Mp707	87,21 ab
ZC	84,78 ab
IAC103 N	83,51 ab
IAC103 BPI	82,50 ab
Mp701	82,50 ab
IAC701 BPI	77,72 ab
Mp705	65,00 ab
Mp706	56,53 b
Média	81,61
C.V.(%)	16,27
F	3,05*

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

observado na linhagem Mp706 (56,53%) e aqueles obtidos em 'Mp496', 'IAC7777' e 'IAC701 N', que variaram entre 90,00 e 95,07%. Na linhagem Mp705, embora a viabilidade tenha sido de apenas 65,00%, não houve diferença estatística em relação aos materiais com viabilidade igual ou superior a 90,00%. Assim, pode-se estabelecer que,

sob este aspecto, a linhagem Mp706, em que ocorreu a maior mortalidade larval, foi a menos adequada ao desenvolvimento de *S. frugiperda*.

Dos trabalhos da literatura consultados, observa-se que em poucos casos a viabilidade larval é afetada sensivelmente pelos genótipos resistentes: MELO & SILVA(1987) encontraram pequenas variações (86,8 a 100,0%), enquanto que VENDRAMIM & FANCELLI (1988) obtiveram, em 'Cateto Palha Roxa', viabilidade larval de 76,0%, porém, para 'ZC' (um dos menos adaptados ao desenvolvimento), verificaram alta viabilidade (98,0%), superior à encontrada neste trabalho.

Considerando-se as mortalidades acumuladas registradas nos genótipos em que as lagartas apresentaram viabilidade menor que 80% ('IAC701 BPl', 'Mp705' e 'Mp706'), em relação ao genótipo com maior viabilidade (IAC701 N) e ao padrão comercial ('IAC7777'), verifica-se (Figura 4) que os genes **B** e **Pl**, incorporados à linhagem IAC701 N, levaram a um aumento da mortalidade larval a partir do 5º dia de desenvolvimento, sendo que, ao final, a mortalidade em 'IAC701 BPl' foi cerca de 4 vezes superior à observada em IAC701 N'; esta última apresentou mortalidade inferior à do padrão suscetível ('IAC7777'), enquanto que em 'IAC701 BPl' foi maior do que no padrão resistente ('ZC') (Tabela 3). Isto demonstra que, também para este parâmetro, a tese defendida por MIRANDA & MIRANDA (1993), tem fundamento, em relação à linhagem IAC701 N. Para a linhagem IAC103 N, a incorporação dos genes **B** e **Pl** não provocou alteração na mortalidade larval (Tabela 3), já que as viabilidades para estas duas linhagens foram muito próximas, não podendo ser observado nenhum efeito dos genes BPl sobre este parâmetro, para esta linhagem. Com relação às linhagens Mp, constata-se que 'Mp707', a despeito de ter promovido o menor peso larval (Tabela 1),

Figura 4. Mortalidade acumulada de *Spodoptera frugiperda* alimentada com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: 27 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

provocou pequena mortalidade (o mesmo ocorrendo para 'ZC'), se comparadas a 'Mp705' e 'Mp706' (Tabela 3). Estas últimas linhagens provocaram as maiores mortalidades larvais, porém não afetaram, em igual intensidade, o peso das lagartas aos 10 dias de idade.

4.1.4. Peso de pupas

Os pesos pupais de *S. frugiperda* (Tabela 4) apresentaram variações menores que as observadas para peso larval. A linhagem IAC103 BPI foi a que mais afetou o peso pupal, sendo que o peso obtido neste material (196,77 mg) foi estatisticamente diferente daqueles registrados em 'Mp705' e 'IAC103 N'. Os genótipos nos quais os pesos foram inferiores a 217,00 e superiores a 200,00 mg (Mp701, Mp706, IAC701 N, ZC, IAC7777 e IAC701 BPI) foram estatisticamente diferentes apenas de 'IAC103 N' (239,17 mg). Para as linhagens IAC103, nota-se um possível efeito dos genes BPI, pois os pesos pupais para as linhagens com e sem o gene foram diferentes, estatisticamente, e situaram-se nos extremos opostos (Tabela 4). Para o caso de 'IAC701 N' e 'IAC701 BPI', isto não ocorreu. Tomando como base este parâmetro, pode-se considerar que o genótipo IAC103 BPI foi o menos adequado à espécie, uma vez que apresentou o menor peso pupal. Em contrapartida, 'IAC103 N', com o maior valor para este parâmetro, pode ser considerado o mais adequado ao desenvolvimento. Novamente verifica-se um efeito de resistência dos genes **B** e **PI** sobre *S. frugiperda*, confirmando, ao menos com relação a este parâmetro, a tese de MIRANDA & MIRANDA (1993).

Os resultados apresentados para peso pupal são superiores aos encontrados por MELO & SILVA (1987), onde estes variaram de 173,0 a 223,0 mg, porém, são inferiores aos obtidos por VENDRAMIM & FANCELLI (1988), onde o menor peso pupal observado ('Cateto Palha Roxa') foi de 229,13 mg, e o maior ocorreu em 'Maya XXI' (257,77 mg). CRUZ & ALVARENGA (1990) obtiveram, para milho da população BR400, valores inferiores aos deste trabalho para o parâmetro peso pupal.

Tabela 4. Pesos das pupas de *Spodoptera frugiperda* provenientes de lagartas alimentadas com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: $27 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Genótipo	Média	I.V.
IAC103 N	239,17 a ¹	190-270
Mp705	225,60 ab	180-260
Mp496	219,41 abc	160-260
Mp707	217,06 abc	130-270
Mp701	212,26 bc	150-270
Mp706	212,00 bc	160-250
IAC701 N	211,51 bc	150-280
ZC	210,00 bc	100-280
IAC7777	206,90 bc	140-260
IAC701 Bpl	204,07 bc	130-240
IAC103 Bpl	196,77 c	90-240
Média	213,61	
C.V(%)	13,26	
F	4,23*	

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se que os pesos pupais, em muitos casos, não refletiram os padrões de desenvolvimento apresentados pelas lagartas: diversos genótipos, cujas lagartas tiveram pesos baixos aos 10 dias, apresentaram pupas de peso igual ou maior que aquelas provenientes de materiais que proporcionaram pesos larvais elevados. Isto

ocorreu para a maioria dos genótipos (Mp705, Mp706, Mp707, Mp701, ZC, IAC7777, IAC701 BPl e IAC103 BPl) (Figura 5): as linhagens Mp deveriam, de acordo com os pesos larvais, gerar pupas menores do que os demais materiais citados, e não o inverso. Os únicos genótipos onde foram observados claramente pesos larvais elevados com pesos pupais também elevados foram 'IAC103 N', 'Mp496' e 'IAC701 N'.

Este tipo de ação "compensatória" dos insetos pode ser em parte explicado porque as lagartas que tiveram menores pesos larvais apresentaram também períodos larvais prolongados (Figura 3), significando que tiveram também um maior tempo de alimentação, recuperando-se e formando pupas comparáveis aos tratamentos onde os períodos larvais foram menores. Na literatura encontram-se alguns casos semelhantes: WISEMAN & WIDSTROM (1986) observaram que as lagartas criadas em dietas à base de folhas de 'Stowell's Evergreen' (um genótipo suscetível) que possuíam menores pesos aos 10 dias, geraram pupas maiores do que aquelas das lagartas maiores; MELO & SILVA (1987), observaram uma inversão dos pesos das lagartas de 6º ínstar com relação aos pesos das pupas: 'AG 28', menor peso larval, apresentou o maior peso pupal, enquanto que 'AG 64', maior peso larval, apresentou peso pupal estatisticamente inferior ao de 'AG 28'. VENDRAMIM & FANCELLI (1988) observaram que lagartas criadas em 'ZC', comparado a outros cinco genótipos, apresentaram o menor peso larval aos 8 dias de idade. As pupas formadas por essas lagartas, no entanto, tiveram um peso intermediário em relação aos demais genótipos, ficando acima do peso de pupas formadas por lagartas cujo peso aos 8 dias era maior.

Analisando-se separadamente os pesos pupais para machos e fêmeas (Tabelas 5 e 6), nota-se que houve variações na sequência dos genótipos, em ambos os

Figura 5. Peso de lagartas (10 dias de idade) e de pupas (1 dia) de *Spodoptera frugiperda* criadas em folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: $27 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

casos, se comparado com a média dos dois sexos (Tabela 4).

Constata-se, que os pesos das pupas em 'IAC103 BPI' foram inferiores estatisticamente aos registrados em 'IAC103 N' para as fêmeas, o mesmo ocorrendo com 'ZC'. Observa-se, por outro lado, que as inversões (peso larval x peso pupal, Figura 5) mantiveram-se, com algumas variações, para os pesos de machos e fêmeas separadamente.

Tabela 5. Peso pupal de machos de *Spodoptera frugiperda* provenientes de lagartas alimentadas com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: $27 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Genótipo	Média	I.V.
IAC103 N	237,50 a ¹	190-270
Mp705	226,36 ab	180-260
ZC	223,33 ab	170-280
Mp707	219,47 ab	170-250
Mp701	217,27 ab	160-270
Mp496	214,74 ab	160-260
Mp706	213,85 ab	160-250
IAC701 N	212,11 ab	150-280
IAC103 BPI	205,46 ab	170-240
IAC7777	204,62 ab	140-260
IAC701 BPI	200,00 b	160-240
Média	216,23	
C.V(%)	12,14	
F	1,94*	

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6. Peso pupal de fêmeas de *Spodoptera frugiperda* provenientes de lagartas alimentadas com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: $27 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Genótipo	Média	I.V.
IAC103 N	241,82 a ¹	210-270
Mp705	226,15 ab	180-250
Mp496	224,00 ab	190-260
Mp707	218,46 ab	130-270
IAC701 N	210,83 ab	170-250
Mp701	288,89 ab	150-260
Mp706	208,57 ab	200-230
IAC701 BPl	206,47 ab	130-240
IAC7777	205,38 ab	90-230
ZC	196,15 b	100-250
IAC103 BPl	189,50 b	90-230
Média	210,98	
C.V.	14,74	
F	3,07*	

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.1.5. Viabilidade da fase pupal

Os valores registrados para as viabilidades pupais nos 11 genótipos testados (Tabela 7) demonstram que este parâmetro não foi afetado significativamente

pelos materiais utilizados para a criação de *S. frugiperda*; de modo geral, a viabilidade foi bastante alta (94,67%, considerando-se a média entre os 11 genótipos), com variações de 89,13 a 100,0% (Tabela 7).

Tabela 7. Viabilidade pupal de *Spodoptera frugiperda* alimentada com folhas de diferentes genótipos de milho. Temp.: $27 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Genótipo	Média
IAC701 BPI	100,00
Mp706	100,00
Mp496	97,22
Mp705	97,12
IAC701 N	94,44
IAC103 BPI	93,75
Mp707	93,64
Z.C	93,30
IAC7777	91,42
IAC103 N	91,32
Mp701	89,13
Média	94,67
C.V.(%)	8,62
F	0,76 n.s.

4.1.6. Razão sexual de adultos

A razão sexual dos adultos de *S. frugiperda* apresentou variações com relação aos genótipos onde os insetos foram criados (Tabela 8). A menor razão sexual foi verificada em 'Mp706' (0,35) e a maior (0,68) foi observada em 'IAC103 BPI'. A média geral registrada foi 0,50. As variações observadas para este parâmetro, porém, parecem não ter nenhuma relação com os genótipos testados, já que tanto nos materiais menos adequados como nos mais adequados foram observadas razões sexuais abaixo ou acima da média, indistintamente, não permitindo que possa ser verificada nenhuma relação entre genótipos e razão sexual. Não foi constatada, também, relação alguma entre razão sexual e as viabilidades larvais e pupais. A linhagem norte-americana Mp706 apresentou a menor viabilidade larval (56,53%) e razão sexual igual a 0,35; 'IAC701 N', no entanto, apesar de ter promovido a maior viabilidade larval (95,07%), também apresentou razão sexual abaixo da média, igual a 0,38. O mesmo tipo de comparação vale para viabilidade pupal "versus" razão sexual. Tanto 'IAC701 BPI' (100,0% de viabilidade) quanto 'Mp701' (menor viabilidade, 89,13%) apresentaram razão sexual igual a 0,62, demonstrando que as diferenças neste parâmetro não foram ocasionadas por uma maior ou menor viabilidade pupal. Não foi observada, ainda, para os diversos tratamentos, qualquer relação entre a razão sexual e os demais parâmetros avaliados.

Em princípio, nos trabalhos em que se compara o desenvolvimento de um inseto em diversos genótipos, a razão sexual indicará diferença na resistência varietal quando tais genótipos afetarem, de modo diferenciado, os dois sexos, permitindo, ao final do período de desenvolvimento, a ocorrência de maior número de machos ou de fêmeas.

Tabela 8. Razão sexual (r.s.) de adultos de *Spodoptera frugiperda* em diferentes genótipos de milho. Temp.: $27 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Genótipo	r.s.
IAC103 N	0,68
Mp701	0,62
IAC701 BPI	0,62
Mp705	0,56
IAC103 N	0,51
IAC7777	0,50
ZC	0,46
Mp496	0,44
Mp707	0,40
IAC701 N	0,38
Mp706	0,35
Média	0,50

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Este efeito, no entanto, poderá ser mascarado no momento em que as lagartas recém-eclodidas forem infestadas nos diferentes materiais. Isto poderá ocorrer porque, embora a seleção das lagartas para a infestação seja feita ao acaso, é sempre possível que, em condições de laboratório, quando se trabalha com uma população relativamente baixa (máximo de 100 lagartas por genótipo), a proporção entre os sexos dos indivíduos infestados num determinado tratamento, não corresponda àquela em que normalmente os

mesmos ocorrem em condições naturais. Isto levará, ao final do período de desenvolvimento, à obtenção de valores de razão sexual diferentes daqueles que deveriam ser normalmente obtidos, independentemente de possíveis efeitos varietais.

Os resultados obtidos neste trabalho, em que os valores de razão sexual não apresentam qualquer coerência com demais parâmetros biológicos, vêm ratificar que o referido parâmetro é inadequado para ser utilizado nos bioensaios em que se pretende discriminar a resistência varietal com base no efeito que os genótipos provocam sobre o desenvolvimento do inseto.

4.1.7. Porcentagem de deformação de adultos

Os dados de porcentagem de deformação de adultos de *S. frugiperda* (Tabela 9), demonstram que, apesar de terem sido observadas, em alguns casos, variações de até 25,0% ('IAC701 BPI' contra 'Mp496') nos valores deste parâmetro, não houve diferença significativa entre os genótipos. Certamente, um fator que contribuiu para este fato foi a grande variação nos dados, o que pode ser verificado pelo alto valor de C.V. (84,65%) obtido da análise de variância.

Segundo os dados apresentados até aqui (Tabelas 1 a 9 e Figuras 1 a 5), verifica-se que os parâmetros da fase larval foram mais afetados que os das outras fases, o que significa que estes devem ser considerados como os principais parâmetros na discriminação dos materiais através de testes de biologia. Uma análise global dos resultados indica que os genótipos menos adaptados ao desenvolvimento de *S.*

frugiperda, ou seja, aqueles que mais afetaram seu desenvolvimento, foram Mp707 e ZC, vindo em seguida os genótipos Mp706, Mp705 e Mp701. Comparativamente aos demais, estes foram os mais resistentes. Os materiais mais adaptados à espécie, ou seja, os que menos afetaram seu desenvolvimento, foram IAC103 N, IAC701 N e Mp496, podendo-se dizer que foram os mais suscetíveis.

Tabela 9. Porcentagem de deformação (% def.) de adultos de *Spodoptera frugiperda* em diferentes genótipos de milho. Temp.: $27 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Genótipo	% def.
IAC701 BPI	30,62
Mp706	24,64
Mp701	18,40
IAC7777	13,54
Mp705	13,39
Mp707	12,91
ZC	11,11
IAC103 BPI	10,69
IAC103 N	10,26
IAC701 N	9,47
Mp496	6,25
Média	14,66
C.V.(%)	84,65
F	1,34 n.s.

4.2. Não-preferência para alimentação de lagartas de *S. frugiperda* em 4 genótipos de milho

4.2.1. Orientação de lagartas de 1º ínstar

Os valores de porcentagem de lagartas que se instalaram em cada genótipo, após 24 horas (Tabela 10 e Figura 6), demonstram que os genótipos Mp707 e ZC foram os menos preferidos, já que, estatisticamente, apenas 13,4 e 7,7% das lagartas, respectivamente, se orientaram para as seções foliares destes genótipos.

Tabela 10. Porcentagem de lagartas que se orientaram para diferentes genótipos de milho e Índices de Preferência (IP) para lagartas recém-eclodidas de *Spodoptera frugiperda* após 24 horas. Temp.: $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Genótipo	% de lagartas	IP(%) ¹
IAC701 N	47,9 a ²	100,00
IAC7777	31,0 b	64,04
Mp707	13,4 c	27,55
ZC	7,7 c	16,01
Média	24,97	
C.V.(%)	35,46	
F	84,55	

¹ Médias de 20 repetições.

² Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 6. Porcentagens de lagartas recém-eclodidas de *Spodoptera frugiperda* que se orientaram para diferentes genótipos, decorridas 24 horas. Temp.: $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Apesar do valor encontrado para a linhagem Mp707 ter sido quase o dobro do encontrado em 'ZC', estes dois genótipos não diferiram entre si. O terceiro menos preferido, com 31,0% das lagartas encontradas foi o 'IAC7777', que diferiu tanto de 'Mp707' e 'ZC' quanto de 'IAC701 N', preferido por quase metade (47,9%) das lagartas.

No que se refere aos Índices de Preferência (Tabela 10) calculados em relação à testemunha suscetível IAC701 N (que apresentou o maior número de lagartas), os menores valores foram registrados em 'ZC' e 'Mp707' (respectivamente, 16,01 e 27,55). No híbrido IAC7777 (testemunha comercial), o índice foi de 64,04%,

apresentando, portanto, um valor intermediário. O genótipo IAC701 N, que foi o mais preferido, apresentou, em média, cerca de 6 vezes mais lagartas quando comparado ao 'ZC'.

Com base nestes dados fica clara a presença de não preferência ou antixenose como um dos mecanismos de resistência nos genótipos Mp707 e ZC, em relação aos genótipos IAC7777 e IAC701 N. Isto explica, ao menos em parte, o pior desenvolvimento de *S. frugiperda* na linhagem Mp e na raça mexicana verificado no ensaio de desenvolvimento (Tabelas 1 a 9).

4.2.2. Consumo de lagartas de 5º ínstar

Tanto em relação ao Peso Fresco consumido (PFc) (Tabela 11), como em relação à Área Foliar consumida (AF) (Tabela 12), verifica-se que os genótipos Mp707 e ZC foram significativamente menos consumidos pelas lagartas que 'IAC701 N', ficando o 'IAC7777' em posição intermediária. No que se refere ao peso fresco, o consumo nos materiais menos preferidos ('ZC' e 'Mp707') foi, respectivamente, 23,73 e 22,07% do total consumido, enquanto que em 'IAC701 N' este valor foi de 60,72% (Tabela 11). Em relação à área foliar (Tabela 12), as porcentagens para 'Mp707' e 'ZC' foram de 21,77 e 23,77, respectivamente; em 'IAC701 N' o valor foi 60,88%. Verifica-se que, embora sem variação na significância estatística, ocorreu uma inversão nas posições de 'Mp707' e 'ZC', para os valores expressos em peso (Tabela 11) e área consumidos (Tabela 12) (Figura 7), o que provavelmente se deveu às diferenças nos PFI, reflexo das variações

Tabela 11. Peso Fresco das seções foliares oferecidas às lagartas (PFl), Peso Fresco consumido (PFc), (em mg e em %) para lagartas de 5º instar de *Spodoptera frugiperda*¹, durante 24 horas e Teor de H₂O (em %) em diferentes genótipos de milho. Temp.: 28 ± 1°C; UR: 70 ± 10%; fotofase: 14 h.

Genótipo	PFl		PFc		Teor de H ₂ O
	mg		mg	%	%
IAC701 N	12,96	c ²	7,87	a ²	60,72
IAC7777	15,35	b	6,58	ab	42,86
Mp707	16,99	a	3,75	b	22,07
ZC	14,83	b	3,52	b	23,73
Média	15,03		5,43		80,30
C.V.(%)	9,36		70,60		81,10
F	27,83*		6,25*		81,45
					78,14

¹ Determinado com base nas alíquotas de cada genótipo

² Médias na mesma coluna seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

na espessura do limbo foliar de um genótipo para outro. Pode-se observar que a raça ZC apresenta menor peso para PFl, sendo, portanto, uma folha mais delgada, enquanto que em 'Mp707', as folhas, além de mais duras, são mais espessas, o que pode ser evidenciado pelo maior peso das suas seções retangulares (Tabela 11).

Este fato pode, em parte, ter contribuído para uma não discriminação entre os genótipos Mp707 e IAC7777, através dos dados de PFc. Para 'Mp707', por exemplo, observou-se que 40% das lagartas consumiram em torno de 40% do PFl,

Tabela 12. Área Foliar consumida (AF), em cm² e em % por lagartas de 5º ínstar de *Spodoptera frugiperda*, durante 24 horas. Temp.: 28 ± 1°C; UR: 70 ± 10%; fotofase: 14 h.

Genótipo	AF	
	cm ²	%
IAC701 N	2,74 a ¹	60,88
IAC7777	1,96 ab	43,55
Z.C.	1,07 b	23,77
Mp707	0,98 b	21,70
Média	1,69	
C.V.(%)	69,30	
F	9,83*	

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

quando a média do tratamento como um todo foi de 22,07 % (Tabela 11). Como as seções foliares de 'Mp707' têm praticamente o mesmo teor de água que as de 'IAC7777' (Tabela 11), pode ter ocorrido que algumas lagartas tenham preferido os tecidos mais espessos de 'Mp707' ao invés dos de 'IAC7777' (menos espessos), ainda que os fatores de resistência envolvidos possivelmente atuem em sentido contrário. Além disto, pode ocorrer que uma seção foliar mais fina perca água mais rapidamente (no decorrer das 24 horas do experimento), o que pode influir na aceitação do alimento no momento da mordida de prova pelas lagartas.

Através dos Índices de Preferência calculados para peso (IPp) e área foliar (IPa) (Tabela 13 e Figura 8), verifica-se que as lagartas de 5º ínstar mostraram uma

Figura 7. Peso Fresco consumido (PFc), em mg e Área Foliar consumida (AF), em cm² por lagartas de 5º ínstar de *Spodoptera frugiperda*, durante 24 horas. Temp.: $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

menor preferência para se alimentar em 'ZC' e 'Mp707', em comparação a 'IAC777' e 'IAC701 N' (que apresentou maior peso e área consumidos, recebendo índice 100,0). Houve uma diferença de preferência para os índices calculados: para peso, o 'Mp707' foi mais preferido que o 'ZC', porém, para área, as posições se inverteram. Isto ocorre porque, como citado anteriormente (Tabela 11), seções foliares de mesma área podem ter pesos diferentes.

Tabela 13. Índices de Preferência para peso (IPp) e para área (IPa)¹, para lagartas de 5º instar de *Spodoptera frugiperda*. Temp.: $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Genótipo	IPp(%)	IPa(%)
IAC701 N	100,0	100,0
IAC7777	83,60	71,53
Mp707	47,64	35,76
ZC	44,72	39,05

¹ Médias de 20 repetições.

Figura 8. Índices de Preferência para peso (IPp) e para área (IPa), para lagartas de 5º instar de *Spodoptera frugiperda*. Temp.: $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

4.3. Sobrevivência de lagartas de *S. frugiperda* criadas agrupadamente em 4 genótipos de milho

Os resultados de mortalidade para cada tratamento, ao longo do tempo (Figura 9) mostram que os genótipos Mp707 e ZC promoveram um aumento na mortalidade das lagartas um pouco mais acelerado, verificando-se, sobretudo para 'Mp707', uma mortalidade cerca de 5% acima da de 'IAC7777', para a maioria dos dias. Esta maior porcentagem fica mais evidente quando 'Mp707' é comparado a 'IAC701 N': até o sétimo dia de contagem observa-se que, no mínimo, a mortalidade em 'Mp707' foi 10% superior à de 'IAC701 N'; do sétimo ao décimo terceiro dia, as diferenças diminuíram, mas voltaram a aumentar a partir do décimo quinto dia, chegando, ao final, a uma diferença de 13%.

Com relação ao número de pupas formadas em cada genótipo (Tabela 14), que é o parâmetro que reflete a mortalidade larval final em cada genótipo, observaram-se, apesar das pequenas diferenças, discriminações entre eles. Os genótipos que resultaram num menor número de pupas foram Mp707 e ZC (equivalente a 65,0% de mortalidade), que foram estatisticamente diferentes de 'IAC701 N' (aproximadamente 52,0% de mortalidade), enquanto que 'IAC7777' ficou em posição intermediária.

Estes dados, no entanto, não levam em consideração as diferenças nos períodos larvais dos genótipos, que apresentaram diferenças estatísticas entre si (Tabela 15), sendo que o maior período foi verificado em 'ZC', diferindo dos demais ao nível de 5% de probabilidade. A linhagem Mp707 apresentou o segundo maior valor, diferindo de 'IAC7777' e de 'IAC701 N'; estas duas não apresentaram diferenças estatísticas entre

Figura 9. Mortalidade acumulada de lagartas de *Spodoptera frugiperda* criadas agrupadamente em diferentes genótipos de milho. Temp.: $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

si, pois seus valores foram próximos (16,18 e 16,03, respectivamente).

Estas diferenças no período larval das lagartas promoveram, de certa forma, uma atenuação nas diferenças das mortalidades. Isto ocorreu porque, nos genótipos IAC701 N e IAC7777, as lagartas desenvolveram-se de modo mais rápido, levando a um adiantamento na competição por espaço dentro do frasco, o que demorou mais para ocorrer com 'Mp707' e 'ZC', cujo desenvolvimento larval foi mais lento. Segundo CARVALHO (1970), em condições de campo, o número de lagartas presentes no cartucho da planta de milho é inversamente proporcional ao tamanho das lagartas, o

Tabela 14. Número de pupas de *Spodoptera frugiperda* obtido de lagartas criadas agrupadamente em diferentes genótipos de milho. Temp.: $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Genótipo	Média	I.V.
IAC701 N	9,66 a ¹	8-13
IAC7777	8,00 ab	7-10
Mp707	7,00 b	5-9
ZC	7,00 b	6-9
Média	7,91	
C.V.(%)	18,59	
F	4,38*	

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

que significa que o canibalismo aumenta entre lagartas maiores. Pela Figura 9 pode-se observar que a mortalidade em 'IAC701 N' e 'IAC7777' superou a dos genótipos resistentes nos dias 9 e 11, principalmente, fase onde foi observado que as lagartas dos genótipos resistentes eram menores que as dos demais. Do 13º ao 19º dia, os genótipos resistentes voltaram a provocar maior mortalidade que os demais, pois as lagartas, nesta fase, apresentaram uma recuperação no desenvolvimento.

Os valores verificados para período larval concordam com os obtidos no teste de biologia (item 3.1) indicando que, para este parâmetro, 'Mp707' e 'ZC' são os materiais menos adequados ao desenvolvimento do inseto.

Tabela 15. Período larval de *Spodoptera frugiperda* criadas agrupadamente em diferentes genótipos de milho. Temp.: $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Genótipo	Média	I.V.
Z.C	17,28 a	16,57-18,00
Mp707	16,66 b	16,11-17,16
IAC7777	16,18 c	15,85-16,66
IAC701 N	16,03 c	15,75-16,33
Média	16,49	
C.V.(%)	4,72	
F	24,29*	

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os pesos pupais obtidos nos diferentes genótipos apresentaram diferenças estatísticas (Tabela 16) e foram inversamente correlacionados aos períodos larvais (Figura 10). Os genótipos Mp707 e ZC (maiores períodos larvais) apresentaram os menores pesos pupais (219,28 e 221,42, respectivamente), diferindo estatisticamente dos genótipos com os menores períodos larvais ('IAC7777' e 'IAC701 N'). Baseando-se nos dados obtidos neste teste pode-se dizer que a sobrevivência larval de *S. frugiperda*, para lagartas criadas agrupadamente, sofreu influência dos genótipos testados, pois, em última análise, os genótipos Mp707 e ZC provocaram uma maior mortalidade larval, se comparados a 'IAC701 N'. Com estes dados, no entanto, não é possível saber que porcentagem da mortalidade observada é devida aos genótipos (através dos possíveis mecanismos de antibiose e antixenose) e que porcentagem é devida ao canibalismo.

Tabela 16. Peso de pupas de *Spodoptera frugiperda* criadas agrupadamente em diferentes genótipos de milho. Temp.: $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Genótipo	Média	I.V.
IAC7777	244,79 a	219,3-253,3
IAC701 N	240,34 a	232,3-243,0
Mp707	219,28 b	207,7-233,3
ZC	211,42 b	170,0-225,7
Média	230,42	
C.V(%)	12,51	
F	14,53*	

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Este pode, inclusive, ter sido modificado por algum tipo de estresse que o material resistente possa ter provocado nas lagartas ou mesmo ter sido afetado pela qualidade nutricional dos diferentes genótipos.

Figura 10. Correlação entre período larval e peso pupal de lagartas de *Spodoptera frugiperda* criadas agrupadamente em diferentes genótipos de milho. Temp.: $28 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos para o estudo do efeito de genótipos de milho a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), chega-se às seguintes conclusões:

- Os genótipos de milho testados afetam significativamente o peso das lagartas aos 10 dias de idade, a duração e a viabilidade da fase larval e o peso pupal de machos e fêmeas, com 24 horas de idade.
- Os parâmetros viabilidade pupal, razão sexual e porcentagem de deformação de adultos não são afetados pelos genótipos testados.
- Os parâmetros avaliados para a fase larval de *S. frugiperda* são mais afetados pelos materiais testados do que os verificados para a fase pupal e para os adultos.
- Os materiais menos adaptados ao desenvolvimento do inseto, com maior resistência, são 'Mp707' e 'Zapalote Chico', vindo a seguir 'Mp705', 'Mp706' e 'Mp701', enquanto que os mais adaptados, com maior suscetibilidade, são 'IAC103 N', 'IAC701 N' e 'Mp496'.
- Segundo os parâmetros avaliados, os genótipos IAC103 BPI e IAC701 BPI são menos adaptados ao desenvolvimento da espécie que 'IAC103 N' e 'IAC701 N'.
- A orientação das lagartas de 1º ínstar de *S. frugiperda* é afetada pelos genótipos avaliados, sendo que Zapalote Chico e Mp707 são os menos preferidos em comparação

a IAC701 N e IAC7777.

- O consumo foliar de lagartas de 5º ínstar de *S. frugiperda* é afetado pelos genótipos avaliados, sendo que 'Zapalote Chico' e 'Mp707' são os menos preferidos para consumo comparados a 'IAC701 N', que é o mais consumido.

- Os genótipos Mp707 e Zapalote Chico promovem maior mortalidade larval, maior período larval e menor peso pupal que 'IAC701 N', quando as lagartas de *S. frugiperda* são criadas agrupadamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, A.; LUTTRELL, R.G.; SCHNEIDER, J.C. Effects of temperature and larval diet on development of the fall armyworm (Lepidoptera:Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, **83**(4): 725-33, 1990.

ANDREWS, K.L. Latin american research on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, **71**(4): 630-53, 1988.

ANÔNIMO. **The Rockefeller Foundation program in the agricultural sciences**. New York, The Rockefeller Foundation, 1965. 262 p.

BERTELS, A. & ROCHA, M.A.B. Observações preliminares sobre as pragas do milho. **Agros**, Pelotas, **3**(3): 160-83, 1950.

BRETT, C.H. & BASTIDA, R. Resistance of sweet corn varieties to FAW, *Laphygma frugiperda*. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, **56**(2): 162-7, 1963.

BURTON, R.L. Mass rearing of the fall armyworm in the laboratory. **U.S.**

Departament of Agriculture, ARS. p. 33-117, 1967.

CALLAHAN, F.E.; DAVIS, F.M.; WILLIAMS, W.P. Steady-state polypeptide profiles of whorl tissue from lepidoptera-resistant and susceptible corn inbreed lines. **Crop Science**, Madison, **32**: 1203-7, 1992.

CARVALHO, R.P.L. Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e suscetibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo. Piracicaba, 1970. 170p. (Doutorado -Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

CARVALHO, R.P.L. Danos e flutuação populacional de *Heliothis zea* (Bod., 1850) e suscetibilidade de diferentes genótipos de milho. Jaboticabal, 1977. 107 p. (Livro Docência - FCAV).

CIMMYT. El aumento de la productividad del maíz y el trigo en los países en desarrollo: evaluación de los efectos; Informe anual 1991. México, 1992. 64p.

CROCOMO, W.B. & PARRA, J.R.P. Desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae) sobre milho, trigo e sorgo. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **29**(2): 363-8, 1985.

CRUZ, I. & ALVARENGA, C.D. Avaliação da variabilidade genética da população de

- milho doce BR 400 para resistência à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18., Vitória, ES, 1990. **Resumos**. Vitória, Emcapa, 1990. p 87.
- DEW, J.A. Fall armyworm, *Laphygma frugiperda* (Smith & Abbot). **Journal of Economic Entomology**, Baltimore, 6(4): 361-6, 1913.
- DICKE, F.F. The most important corn insects, In: SPRAGUE, G.F. **Corn and corn improvement**. New York, Academic Press, 1955. p. 537-612.
- ETCHEVERRY, M. *Laphygma frugiperda* (Abbot & Smith) (Lepidoptera:Noctuidae) in Chile. **Revista Chilena de Entomologia**, Santiago, 5: 183-92, 1957.
- FERRAZ, M.C.V.D. Determinação das exigências térmicas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae) em cultura de milho. Piracicaba, 1981. 81p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- FORNASIERI FILHO, D.; CASAGRANDE, A.A.; LARA, F.M. Resistência de cultivares de milho a *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera:Noctuidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 6., Campinas, São Paulo, 1980. **Resumos**. Campinas, CECORT/CATI, 1980. p. 142.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE,

Rio de Janeiro. **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro, 1992. v. 52, p. 537-56.

GUIMARÃES, P.E.O. & VIANA, P.A. Sintético CMS 23 para resistência a *Spodoptera frugiperda*. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, **1992/93**: 136, 1994.

HEDIN, P.A.; WILLIAMS, W.P.; DAVIS, F.M.; BUCKLEY, P.M. Roles of amino-acids, protein, and fiber in leaf-feeding resistance of corn to the fall armyworm. **Journal of Chemical Ecology**, New York, **16**(6): 1977-95, 1990.

HYNES, H.B.N. Lepidopteran pests of maize in Trinidad. **Agricultura Tropical**, Trinidad, **19**(10): 192-202, 1942.

ISENHOUR, D.J.; WISEMAN, B.R.; WIDSTRON, N.W. Fall armyworm (Lepidoptera:Noctuidae) feeding responses on corn and foliage/artificial medium mixtures at different temperatures. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, **78**: 328-32, 1985.

KASTEN JÚNIOR, P.; PRECETTI, A.A.C.M.; PARRA, J.P.R. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) em duas dietas artificiais e substrato natural. **Revista de Agricultura**, São Paulo, **53**(1/2): 68-78, 1978.

LARA, F.M.; AYALA OSUÑA, J.; ABDELNUR JÚNIOR, O. Comportamento de genótipos de milho em relação ao ataque de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e *Heliothis zea* (Bod., 1850). **Científica**, São Paulo, **12**(1/2): 77-83, 1984.

LEIDERMAN, L. & SAUER, H.F.G. A lagarta dos milharais. **O Biológico**, São Paulo, **19**(6): 105-13, 1953.

LEMOS, M.A.; ANUNCIAÇÃO FILHO, C.J.; RAMALHO NETO, C.E.; ARAÚJO, A.D.; ARAÚJO, M.R.A. de. Seleção massal estratificada no milho Dentado Composto visando resistência a *Spodoptera frugiperda* e *Heliothis zea*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 14., Florianópolis, S.C., 1982. **Resumos**. Florianópolis, EMPASC, 1982. p. 66.

LEMOS, M.A.; ARAÚJO, M.R.A. de; GOMES e GAMA, E.E.; MAGNAVACA, R.; MORAES, A.R. Seleção entre e dentro de famílias de meio-irmãos no milho Dentado Composto visando resistência a *Spodoptera frugiperda* e *Heliothis zea*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, **25**(1): 95-101, 1990.

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**, College Park, **65**: 482-3, 1972.

LUCCHINI, F. Biologia de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbot, 1797)

(Lepidoptera, Noctuidae). Níveis de prejuízos e avaliação toxicológica de inseticidas para o seu combate em milho. Curitiba, 1977. 114 p. (Mestrado - Universidade Federal do Paraná).

LUGINBILL, P. The fall armyworm. **Technical Bulletin USDA**, Washington, **34**: 1-91, 1928.

MARQUES, C.A.S.; CAMARGO, O.B. de A.; OSUÑA, J.A. Avaliação fenotípica de populações de milho, sob condições de seca para os danos de *Heliothis zea* e *Spodoptera frugiperda*, e outras características agronômicas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., Belo Horizonte, M.G., 1988. **Anais**. Belo Horizonte, EMBRAPA/CNPMS, 1988. P. 327-36.

McMILLIAN, W.W.; STARKS, K.J.; BOWMAN, M.C. Resistance in corn to the corn earworm, *Heliothis zea*, and the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Part I. Larval feeding responses to corn plant extracts. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, **60**(5): 871-3, 1967.

MELO, M. & SILVA, R.F.P.da. Influência de três cultivares de milho no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, **16**(1): 37-49, 1987.

MIHM, J.A.; PEAIRS, F.B.; ORTEGA, A. **New procedures for efficient mass production and artificial infestation with lepidopterous pests of maize;** CIMMYT review. México, CIMMYT, 1978. 138 p.

MIHM, J.A.; SMITH, M.E.; DEUTSCH, J.A. Development of open-pollinated varieties, non-convencional hibrids and inbreed lines of tropical maize with resistance to fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae), at CIMMYT. **Florida Entomologist**, Gainesville, 71(3): 262-8, 1988.

MIRANDA, L.T. de & MIRANDA, L.E.C. de. **Genética ecológica**. In: FURLANI, A.M.C. & VIÉGAS, G.P. Campinas, Fundação , 1993. v1, p. 363-409.

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. Piracicaba, 1991. 150 p. (Mestrado- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

NG, S.S.; DAVIS, F.M.; WILLIAMS, W.P. Ovipositional response of southwestern corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) and fall armyworm (Lepidoptera:Noctuidae) to select maize hybrids. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, 83(4): 1575-7, 1990.

NG, S.S.; DAVIS, F.M.; WILLIAMS, W.P. Survival, growth, and reproduction of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) as affected by resistant corn genotypes.

Journal of Economic Entomology, Lanham, **78**(4): 967-71, 1985.

PEAIRS, F.B. & SAUNDERS, J.L. Plant damage and yield to *Diatraea saccharalis* and *Spodoptera frugiperda* in selection cycles of two tropical maize populations in Mexico. **Turrialba**, San Jose, **31**(1): 55-62, 1981.

PIEDRA, F. Effects of different forage diets on the biology of *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae). **Cuban Journal of Agricultural Sciences**, **8**:99-103, 1974.

RAFFA, K.F. Effect of host plant on cannibalism rates by fall armyworm (Lepidoptera:Noctuidae) larvae. **Environmental Entomology**, Lanham, **16**(3): 672-5, 1987.

SCOTT, G.E. & DAVIS, F.M. Registration of MpSWCB-4 population of maize. **Crop Science**, Madison, **21**: 148, 1981a.

SCOTT, G.E. & DAVIS, F.M. Registration of Mp496 inbreed line of maize. **Crop Science**, Madison, **21**: 353, 1981b.

SCOTT, G.E.; DAVIS, F.M.; BELAND, G.L.; WILLIAMS, F.M.; KING, S.B. **Host plant resistance is necessary for late planted corn.** Mississippi State. Mississippi Agricultural & Forestry Experiment Station, 1977. n.p. (Research

Report, vol. 3, n° 13, 4 p.)

SCOTT, G.E.; DAVIS, F.M.; WILLIAMS, W.P. Registration of Mp701 and Mp702 germplasm lines of maize. **Crop Science**, Madison, **22**: 1270, 1982.

SMITH, B.R.C. Observations on the fall armyworm (*Laphygma frugiperda* Smith & Abbot) and some control experiments. **Journal of Economic Entomology**, Baltimore, **14**: 300-8, 1921.

THOME, C.R.; SMITH, M.E.; MIHM, J.A. Leaf-feeding resistance to multiple insect species in a maize diallel. **Crop Science**, Madison, **32**: 1460-3, 1992.

VENDRAMIM, J.D. & FANCELLI, M. Efeito de genótipos de milho na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera:Noctuidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, **17**(supl.): 141-50, 1988.

VIANA, P.A. Avaliação de genótipos de milho para resistência à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, **1992/93**: 136, 1994.

VIANA, P.A. & GUIMARÃES, P.E.O. Melhoramento da população MIRT de milho para resistência à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, **1992/93**:

138-9, 1994.

VIANA, P.A. & POTENZA, M.R. Estudo dos mecanismos de resistência em populações de milho selecionadas como fontes de resistência a *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 13., Recife, 1991a. p. 530. **Resumos.** Recife, SEB, 1991. v₂, p. 530.

VIANA, P.A. & POTENZA, M.R. Identificação de fontes de resistência de milho a *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 13., Recife, 1991b. p. 531. **Resumos.** Recife, SEB, 1991. v₂, p. 530.

VIANA, P.A. & SILVA, A.E. Melhoramento da população de milho CMS 14 C para resistência à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, 1992/93: 138, 1994.

VIDELA, G.W.; DAVIS F.M.; WILLIAMS, W.P.; NG, S.S. Fallarmyworm (Lepidoptera:Noctuidae) larval growth and survivorship on susceptible and resistant corn at different vegetative growth stages. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, 85(6): 2486-91, 1992.

WIDSTROM, N.W.; WILLIAMS, W.P.; WISEMAN, B.R.; DAVIS, F.M. Recurrent

- selection for resistance to leaf feeding by fall armyworm on maize. **Crop Science**, Madison, **32**: 1171-4, 1992.
- WIDSTROM, N.W.; WISEMAN, B.R.; McMILLIAN, W.W. Resistance among some maize hybrids and single crosses to fall armyworm injury. **Crop Science**, Madison, **12**: 290-2, 1972.
- WILLIAMS, W.P. & BUCKLEY, P.M. Growth of fall armyworm (Lepidoptera : Noctuidae) larvae on resistant and susceptible corn. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, **85**(5): 2039-42, 1992.
- WILLIAMS, W.P.; BUCKLEY, P.M.; DAVIS, F.M. Combining ability for resistance in corn to fall armyworm and southwestern corn borer. **Crop Science**, Madison, **29**: 913-5, 1989.
- WILLIAMS, W.P.; BUCKLEY, P.M.; DAVIS, F.M. Feeding responses of corn earworm (Lepidoptera:Noctuidae) to callus and extracts of corn in the laboratory. **Environmental Entomology**, College Park, **16**: 532-4, 1987.
- WILLIAMS, W.P.; BUCKLEY, P.M.; DAVIS, F.M. Larval growth and behavior of the fall armyworm (Lepidoptera:Noctuidae) on callus initiated from susceptible and resistant corn hybrids. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, **78**: 951-4, 1985.

WILLIAMS, W.P. & DAVIS, F.M. **Evaluation of commercial corn hybrids for resistance to leaf feeding by the southwestern corn borer and the fall armyworm.** Mississippi State. Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station, 1981. n.p. (Research Report, vol. 5, n° 16, 3 p.)

WILLIAMS, W.P. & DAVIS, F.M. Registration of Mp704 germplasm line of maize. **Crop Science**, Madison, **22**: 1269, 1982.

WILLIAMS, W.P. & DAVIS, F.M. Registration of Mp705, Mp706 and Mp707 germplasm lines of maize. **Crop Science**, Madison, **24**(6): 1217, 1984.

WILLIAMS, W.P. & DAVIS, F.M.; SCOTT, G.E. Resistance of corn to leaf-feeding damage by the fall armyworm. **Crop Science**, Madison, **18**: 861-3, 1978.

WILLIAMS, W.P.; DAVIS, F.M.; WISEMAN, B.R. Fall armyworm resistance in corn and its suppression of larval survivor and growth. **Agronomy Journal**, Madison, **75**: 831-2, 1983.

WILSON, R.L.; WISEMAN, B.R.; REED, G.L. Evaluation of J.C. Eldredge popcorn collection for resistance to corn earworm, fall armyworm (Lepidoptera:Noctuidae), and european corn borer (Lepidoptera:Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, **84**(2): 693-8, 1991.

WISEMAN, B.R.; DAVIS, F.M. Plant resistance to fall armyworm. **Florida Entomologist**, Gainesville, **62**(2): 123-30, 1979.

WISEMAN, B.R.; DAVIS, F.M.; CAMPBELL, J.E. Mechanical infestation device used in fall armyworm plant resistance programs. **Florida Entomologist**, Gainesville, **63**(4): 425-32, 1980.

WISEMAN, B.R.; DAVIS, F.M.; WILLIAMS, W.P. Larval density and movement as an indication of non-preference in resistant corn. **Protection Ecology**, Amsterdam, **5**: 135-41, 1983.

WISEMAN, B.R. & ISENHOUR, D.J. Feeding responses of fall armyworm larvae on excised green and yellow whorl tissue of resistant and susceptible corn. **Florida Entomologist**, Gainesville, **71**(3): 243-6, 1988.

WISEMAN, B.R.; PAINTER, R.H.; WASSON, C.E. Detecting corn seedlings differences by visual classification of damage by the fall armyworm. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, **59**(5): 1211-4, 1966.

WISEMAN, B.R.; PAINTER, R.H.; WASSON, C.E. Preference of first instar of fall armyworm larvae for corn compared with *Tripsacum dactyloides*. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, **60**: 1731-42, 1967a.

WISEMAN, B.R.; WASSON, C.E.; PAINTER, R.H. An unusual feeding habit to measure differences in damage to 81 Latin-American lines of corn by the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797). **Agronomy Journal**, Madison, **59**: 279-81, 1967b.

WISEMAN, B.R. & WIDSTRON, N.W. Comparisons of methods of infesting whorl-stage corn with fall armyworm larvae. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, **73**(3): 440-2, 1980.

WISEMAN, B.R. & WIDSTRON, N.W. Mechanisms of resistance in "Zapalote Chico" corn silks to fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, **79**(5): 1390-3, 1986.

WISEMAN, B.R. & WIDSTRON, N.W. Resistance of corn populations to larvae of the corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, **85**(2): 601-5, 1992.

WISEMAN, B.R.; WIDSTRON, N.W.; McMILLIAN, W.W. Effects of Antigua 2D-118 resistant corn on fall armyworm feeding and survival. **Florida Entomologist**, Gainesville, **64**(4): 515-9, 1981a.

WISEMAN, B.R.; WILLIAMS, F.M.; DAVIS, F.M. Fall armyworm: resistance mechanisms in selected corns. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, **74**:

622-4, 1981b.

YANG, G.; ISENHOUR, J.; SPELIE, K.E. Activity of maize cuticular lipids in resistance to leaf-feeding by the fall armyworm. **Florida Entomologist**, Gainesville, **74**(2): 229-36, 1991.

YORK, J.O. Registration of Ark. SWCB Syn., Ark. Leaf Feed. Res. Syn., and Ark. Corn Borer Comp. #1, #2, #3 maize germplasm. **Crop Science**, Madison, **31**: 501-2, 1991.