**EFEITO DE EXTRATOS AQUOSOS DE *Trichilia pallida*
SWARTZ (MELIACEAE) NO DESENVOLVIMENTO DE
Spodoptera frugiperda (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE) EM DIFERENTES GENÓTIPOS DE MILHO**

SÔNIA MARTINS TORRECILLAS
Bióloga

Orientador: Prof. Dr. **JOSÉ DJAIR VENDRAMIM**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para 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 - 1997

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Torrecillas, Sônia Martins

Efeito de extratos aquosos de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes genótipos de milho / Sônia Martins Torrecillas. - - Piracicaba, 1997.

141 p. : il.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997.
Bibliografia.

1. Inseticida vegetal 2. Lagarta do cartucho 3. Manejo integrado 4. Milho (genótipo) 5. Praga agrícola 6. Resistência à praga I. Título

CDD 632.78
633.15

**EFEITO DE EXTRATOS AQUOSOS DE *Trichilia pallida*
SWARTZ (MELIACEAE) NO DESENVOLVIMENTO DE
Spodoptera frugiperda (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE) EM DIFERENTES GENÓTIPOS DE MILHO**

SÔNIA MARTINS TORRECILLAS

Aprovada em: 15/12/1997

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. José Djair Vendramim

ESALQ/USP

Profa. Dra. Terezinha Augusta Giustolin

ESALQ/USP

Dr. André Luiz Lourenção

IAC/CAMPINAS

PROF. Dr. JOSÉ DJAIR VENDRAMIM
Orientador

AGRADEÇO A DEUS,

Pelas proteções concedidas e pela permissão
de poder estar sempre tentando,
na expectativa de um mundo melhor.

OFEREÇO AOS MEUS PAIS,

João e Irma,

pelo amor, carinho e apoio.

DEDICO AOS MEUS ADORÁVEIS FILHOS,

Dionízio João,

Diogo Carlos e

Douglas Fernando,

pelo carinho, paciência e força.

“Para onde fores, expande e faz crescer a flor de Deus. Resplandecendo na
alegria, faz desabrochar a flor do sol...”

Sukuinushi Sama

AGRADECIMENTOS

Nenhuma conquista é o resultado exclusivo do nosso esforço. Assim, agradeço:

Ao IAPAR, Instituto Agrônômico do Paraná, pela permissão de realizar este treinamento.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), pela oportunidade de realização do curso.

Ao Dr. José Djair Vendramim, Professor Associado do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pela orientação, apoio, amizade, sinceridade e pelo exemplo de força de trabalho, durante toda a realização do curso e, em especial na discussão e redação da Dissertação.

Aos meus irmãos Valter, Edicléia e Gualter, pela valiosa presença e apoio em quaisquer momentos do meu viver.

Ao querido amigo Reginaldo Barros, pelo carinho, amizade e pelos tantos e quantos ensinamentos profissionais e pessoais a mim transmitidos.

Ao Dr. Cesáreo Rodríguez Hernández, grande incentivador nos primeiros passos que nortearam a realização dos experimentos nesta linha de trabalho.

Ao amigo Getúlio Amaral, pelas dicas no aprendizado do programa EXCEL, os quais foram extremamente úteis na tabulação dos dados.

Ao Professor Dr. Evoneo Berti Filho, pela confecção do Summary.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (EMBRAPA /CNPMS), na pessoa do Dr. José Magid Waquil e ao Dr. Carlos Jorge

Rossetto do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), pelo fornecimento dos genótipos de milho.

Aos amigos João e Sirlei Contin e Celso e Ília Cordeiro, pela acolhida, pelo constante apoio e amizade dispensados à minha família durante o tempo que estivemos em Piracicaba.

Aos amigos da Arte Mahikari, nos quais encontrei sempre uma palavra amiga e encorajadora.

À amiga Edilene S.L. Barros, que além dos préstimos profissionais, sempre manifestou palavras de fé, esperança e positivismo.

Aos professores, colegas e funcionários do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pela receptividade, pelo convívio harmonioso no cotidiano e constante apoio durante a realização do curso.

Aos funcionários Neide, João Gorá e Ana Gabriela do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP pelos préstimos oferecidos.

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xiii
RESUMO	xviii
SUMMARY	xx
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. Considerações sobre <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith, 1797)	5
2.1.1. Aspectos biológicos em folhas de milho	5
2.1.2. Danos em milho	7
2.2. Resistência a <i>S. frugiperda</i> em milho	8
2.2.1. Aspectos gerais	8
2.2.2. Identificação de fontes de resistência	10
2.2.3. Efeito de genótipos resistentes sobre o desenvolvimento e sobrevivência de <i>S. frugiperda</i>	15
2.3. Inseticidas botânicos	18
2.3.1. Considerações gerais	18
2.3.2. Efeito de meliáceas sobre <i>S. frugiperda</i>	21

2.3.2.1. Inibição alimentar	22
2.3.2.2. Inibição do crescimento	26
2.3.2.3. Mortalidade	30
2.3.3. Efeito de meliáceas sobre inimigos naturais	32
2.4. Associação de genótipos resistentes e plantas inseticidas.....	33
3. MATERIAL E MÉTODOS	35
3.1. Obtenção de lagartas de <i>S. frugiperda</i>	35
3.2. Material vegetal	36
3.2.1. Genótipos de milho	36
3.2. 2. Plantas da família Meliaceae	37
3.2.2.1. Obtenção de <i>Trichilia pallida</i> Swartz e de <i>Azadirachta indica</i> A. Juss.....	37
3.2.2.2. Obtenção dos extratos e tratamento dos genótipos.....	37
3.3. Bioensaios.....	38
3.3.1. Efeito de diferentes concentrações de extratos aquosos de <i>T. pallida</i> no desenvolvimento e sobrevivência de <i>S. frugiperda</i> em folhas de milho.....	39
3.3.2. Determinação da concentração mais adequada de extratos aquosos de ramos de <i>T. pallida</i> para estudos do efeito sobre <i>S. frugiperda</i> alimentada em genótipos resistentes de milho	40
3.3.3. Efeito de extratos aquosos de ramos e de folhas de <i>T. pallida</i> , à 1%, no desenvolvimento e sobrevivência de <i>S. frugiperda</i> alimentada em genótipos de milho	41

3.3.4. Efeito de extratos aquosos de ramos e folhas de <i>T. pallida</i> , à 0,1%, no desenvolvimento e sobrevivência de <i>S. frugiperda</i> alimentada em genótipos de milho	41
3.3.5. Efeito de extratos aquosos de <i>T. pallida</i> , à 5%, na sobrevivência de <i>S. frugiperda</i> alimentada em genótipos de milho	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1. Efeito de diferentes concentrações de extratos aquosos de <i>Trichilia pallida</i> Swartz no desenvolvimento e sobrevivência de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith, 1797) em folhas de milho.....	44
4.1.1. Fase Larval	44
4.1.2. Fase Pupal	45
4.2. Determinação da concentração mais adequada de extratos aquosos de ramos de <i>T. pallida</i> para estudos do efeito sobre <i>S. frugiperda</i> alimentada em genótipos resistentes de milho	51
4.2.1. Fase larval	51
4.2.2. Fase pupal	54
4.3. Efeito de extratos aquosos de ramos e de folhas de <i>T. pallida</i> , à 1%, no desenvolvimento e sobrevivência de <i>S. frugiperda</i> alimentada em genótipos de milho	67
4.3.1. Fase larval	67
4.3.2. Fase pupal	70
4.4. Efeito de extratos aquosos de ramos e de folhas de <i>T. pallida</i> , à 0,1%, no desenvolvimento e sobrevivência de <i>S. frugiperda</i> alimentada em genótipos de milho	81
4.4.1. Fase larval	81
4.4.2. Fase pupal	83

4.5. Efeito de extratos aquosos de <i>T. pallida</i> na sobrevivência de <i>S. frugiperda</i> criada em genótipos de milho	98
4.5.1. Mortalidade larval diária acumulada	98
4.5.2. Tempo necessário para matar 100% da população larval	100
4.5.3. Mortalidade de lagartas ao final da fase larval	101
4.6. Considerações finais	111
5. CONCLUSÕES	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Planta de <i>Trichilia pallida</i> Swartz .A - galhos; B – frutos; C - sementes	43
2 Peso de lagartas e de pupas de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentadas com folhas de milho tratadas com extratos aquosos de ramos de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14 h.....	48
3 Peso de lagartas e de pupas de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentadas com folhas de milho tratadas com extratos aquosos de ramos de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14 h.	49
4 Duração das fases larval e pupal de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentadas com folhas de milho tratadas com extratos aquosos de ramos de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14 h.	50
5 Peso de lagartas e de pupas de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 23±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h.	63

6 Viabilidade das fases larval e pupal de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.	64
7 Mortalidade diária acumulada de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de folhas e ramos de <i>Trichilia pallida</i> e de sementes de <i>Azadirachta indica</i> (nim). Temperatura: $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14h	65
8 Duração das fases larval e pupal de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.....	66
9 Peso de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> , aos 10 dias, alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 1%, de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: $28\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.	79
10 Viabilidade da fase larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 1%, de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: $28\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h	80

11	Peso de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> , aos 10 dias, alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 27±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h	93
11	Peso de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> , aos 15 dias, alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 27±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h.....	94
12	Viabilidade da fase larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 27±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h.....	95
14	Duração da fase larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> , alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 27±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14h	96
15	Peso de pupas de <i>Spodoptera frugiperda</i> , com 24 horas, provenientes de lagartas alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 27±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h.....	97
16	Mortalidade diária acumulada de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 5%, de folhas e ramos de <i>Trichilia pallida</i> e de sementes de <i>Azadirachta indica</i> (nim). Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14h	108

- 17 Tempo para matar 100% da população de lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 5%, de folhas e ramos de *Trichilia pallida* e sementes de *Azadirachta indica* (nim). Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14 h 109
- 18 Mortalidade da fase larval de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 5%, de folhas e ramos de *Trichilia pallida* e sementes de *Azadirachta indica* (nim). Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14 h 110

LISTA DE TABELAS

Página

1	Peso, viabilidade e duração da fase larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada com folhas de milho tratadas com extrato aquoso de ramos de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14 h	46
2	Peso, viabilidade e duração da fase pupal de <i>Spodoptera frugiperda</i> provenientes de lagartas alimentadas com folhas de milho tratadas com extrato aquoso de ramos de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14h	47
3	Peso (mg) de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> , aos 10 dias alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 23±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h	56
4	Peso (mg) de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> , aos 15 dias, alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 23±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h	57
5	Viabilidade (%) da fase larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 23±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h	58

6	Duração (dias) da fase larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.....	59
7	Peso (mg) de pupas de <i>Spodoptera frugiperda</i> provenientes de lagartas alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h	60
8	Viabilidade (%) da fase pupal de <i>Spodoptera frugiperda</i> proveniente de lagartas alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h	61
9	Duração (dias) da fase pupal de <i>Spodoptera frugiperda</i> proveniente de lagartas alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.....	62
10	Peso (mg) de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> , aos 10 dias, alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 1%, de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: $28\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h	72
13	Viabilidade (%) larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada com genótipos de milho, tratados com extratos aquosos, à 1%, de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: $28\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14h.....	73

12	Duração (dias) da fase larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 1%, de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 28±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h.....	74
13	Peso (mg) de pupas de <i>Spodoptera frugiperda</i> provenientes de lagartas alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 1%, de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 28±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h	75
14	Viabilidade (%) da fase pupal de <i>Spodoptera frugiperda</i> proveniente de lagartas alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 1%, de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 28±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h	76
15	Duração (dias) da fase pupal de <i>Spodoptera frugiperda</i> proveniente de lagartas alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 1%, de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 28±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h	77
16	Duração (dias) da fase larval e duração (dias), peso (mg) e viabilidade (%) da fase pupal de <i>Spodoptera frugiperda</i> , alimentada em diferentes genótipos de milho. Temperatura: 28±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h	78
17	Peso (mg) de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> , aos 10 dias, alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 27±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h	86

18	Peso (mg) de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> , aos 15 dias, alimentadas com genótipos de milho, tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 27±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h.....	87
19	Viabilidade (%) da fase larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 27±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h	88
20	Duração (dias) da fase larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos ,à 0,1%, de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 27±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h	89
21	Peso (mg) de pupas de <i>Spodoptera frugiperda</i> provenientes de lagartas alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 27±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h.....	90
22	Viabilidade (%) da fase pupal de <i>Spodoptera frugiperda</i> proveniente de lagartas alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de <i>Trichilia pallida</i> Temperatura: 27±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h	91
23	Duração (dias) da fase pupal de <i>Spodoptera frugiperda</i> proveniente de lagartas alimentadas com genótipos de milho, tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de <i>Trichilia pallida</i> . Temperatura: 27±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h	92

- 24 Mortalidade acumulada (%), aos 3 dias, de lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 5%, de folhas e ramos de *Trichilia pallida* e de sementes de *Azadirachta indica* (nim). Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14 h..... 103
- 25 Mortalidade acumulada (%), aos 5 dias, de lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 5%, de folhas e ramos de *Trichilia pallida* e de sementes de *Azadirachta indica* (nim). Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14 h 104
- 26 Mortalidade acumulada (%), aos 7 dias, de lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 5%, de folhas e ramos de *Trichilia pallida* e de sementes de *Azadirachta indica* (nim). Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14 h..... 105
- 27 Tempo (dias) para matar 100% da população de lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 5%, de folhas e ramos de *Trichilia pallida* e de sementes de *Azadirachta indica* (nim). Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14 h 106
- 28 Mortalidade diária acumulada (%) em toda a fase larval de *Spodoptera frugiperda* alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 5%, de folhas e ramos de *Trichilia pallida* e de sementes de *Azadirachta indica* (nim). Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14 h 107

EFEITO DE EXTRATOS AQUOSOS DE *Trichilia pallida*, SWARTZ (MELIACEAE) NO DESENVOLVIMENTO DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) CRIADA EM DIFERENTES GENÓTIPOS DE MILHO

Autora: SÔNIA MARTINS TORRECILLAS
Orientador: Prof. JOSÉ DJAIR VENDRAMIM

RESUMO

Objetivando estudar uma técnica alternativa de controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797), avaliou-se o efeito de extratos da planta inseticida *Trichilia pallida* Swartz e de genótipos resistentes de milho sobre o desenvolvimento e sobrevivência do inseto. Os extratos aquosos foram preparados a partir de folhas e de ramos de *T. pallida* e testados nas concentrações de 0,1 a 5%. Na maior concentração, a atividade inseticida foi comparada com a do extrato de sementes de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.). Os genótipos utilizados foram AG 303 e C901 (padrões comerciais) e CMS14C, CMS23, Mp705, Mp707 e Zapalote Chico (resistentes). Lagartas recém eclodidas de *S. frugiperda* foram introduzidas em tubos de ensaio e alimentadas com os referidos genótipos, previamente tratados com os respectivos extratos. Folhas dos respectivos materiais, tratadas apenas com água destilada, foram utilizadas como testemunhas. As variáveis biológicas avaliadas foram peso, duração e viabilidade das fases larval e pupal. Os resultados permitem concluir que a fase larval do inseto foi mais afetada pelos tratamentos, em relação à fase pupal. Os extratos de ramos, à 5%, apresentaram atividade inseticida similar à do extrato de sementes de nim, na

mesma concentração. Na concentração de 1%, do extrato de ramos, também ocorreu mortalidade total de lagartas. À 0,1% o extrato de ramos afetou a sobrevivência, reduziu o peso de lagartas e alongou a fase larval enquanto que o extrato de folhas afetou os pesos larval e pupal. O extrato de ramos foi mais ativo que o de folhas. Os genótipos Mp705 e Mp707 reduziram a sobrevivência larval enquanto que 'CMS 23' afetou moderadamente o desenvolvimento de *S. frugiperda*. O emprego de extratos de folhas e ramos de *T. pallida* associados a genótipos resistentes de milho resulta em efeitos interativos variáveis, em função do genótipo, do tipo e da concentração dos extratos utilizados.

EFFECT OF AQUEOUS EXTRACTS OF *Trichilia pallida* SWARTZ (MELIACEAE) ON THE DEVELOPMENT OF *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) REARED ON DIFFERENT CORN GENOTYPES

Author: SÔNIA MARTINS TORRECILLAS
Adviser: Prof. JOSÉ DJAIR VENDRAMIM

SUMMARY

This research deals with the effect of extracts of *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) and of resistant corn genotypes on the development and survival of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). The aqueous extracts were prepared from leaves and twigs at concentration of 0.1 to 5.0 per cent. The insecticidal activity of the highest concentrated extract of *T. pallida* was compared to the neem seed extract (*Azadirachta indica* A. Juss.). The corn genotypes used were: AG 303 and C 901 (commercial patterns) and CMS 14C, CMS 23, Mp705, Mp707 and Zapalote Chico (resistant patterns). Newly hatched larvae of *S. frugiperda* were fed with the corn genotypes previously treated with the respective extracts. Leaves of the genotypes treated only with distilled water were used as checks. The following parameters were evaluated: weight, duration and viability of the larval and pupal stages. The results have indicated that the larval stage was more affected than the pupal stage. The genotypes Mp705 and Mp707 have reduced the larval survival while CMS 23 affected moderately the development of *S. frugiperda*. Extracts of *T. pallida* leaves and twigs associated to corn resistant genotypes resulted in variable interactive effects according to the genotype and the type and concentration of the extracts used.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho está sujeita à ação de inúmeros fatores, sendo o ataque de pragas um dos mais importantes uma vez que, além de provocar reduções na produtividade, altera a qualidade do produto. Dentre os insetos que ocorrem durante o ciclo evolutivo da planta, a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), tem se destacado como importante economicamente tanto pelos prejuízos provocados quanto pela dificuldade de controle (Bianco, 1991; Carvalho, 1982; Cruz et al., 1987 e Waquil et al., 1982).

Diversas estratégias têm sido estabelecidas visando o controle da praga, incluindo, quase sempre, a utilização de produtos químicos sintéticos. Atualmente, entretanto, em função das diversas alterações ocorridas nos agroecossistemas, muitas vezes irreversíveis, práticas isoladas não têm surtido efeito. Assim, torna-se necessário o estabelecimento de ações diversificadas, incluindo técnicas alternativas que, adaptadas a cada situação, permitam um convívio harmonioso entre homens, insetos e plantas. Desse modo, o Manejo Integrado de Pragas, através da utilização de medidas de controle baseadas em princípios ecológicos, econômicos e sociais com a menor interferência possível no ecossistema permitiria uma adequada manipulação da população de insetos pragas e, conseqüentemente, a minimização dos danos provocados às plantas cultivadas.

Dentre as alternativas disponíveis, pode-se destacar o método de resistência de plantas a insetos, o qual apresenta uma série de vantagens entre as quais a compatibilidade com outras técnicas de controle (Lara, 1991 e

Painter, 1968). Genótipos de milho resistentes à lagarta-do-cartucho têm sido relatados em diversos trabalhos de pesquisa (Fornasier Filho et al., 1980; Gross et al., 1982; Lara et al., 1984; Lemos et al., 1990; Marengo et al., 1992; Melo & Silva, 1987; Ng et al., 1985; Silveira et al., 1997 e Vendramim & Fancelli, 1988), destacando-se uma extensa revisão do assunto elaborada por Silveira (1994).

Plantas cultivadas e plantas selvagens ou não cultivadas podem apresentar mecanismos de resistência natural a herbívoros, dentre os quais os insetos. Isto pode ser devido à presença de substâncias químicas secundárias (alomônios) que impedem que os mesmos selecionem determinada planta para abrigo, oviposição e/ou alimentação ou que provocam alterações no ciclo biológico. A partir desse conhecimento, podem ser desenvolvidos programas de melhoramento genético com o objetivo de transferir os genes responsáveis pela síntese de tais substâncias para plantas mais produtivas, visando à obtenção de uma variedade cultivada com características agronômicas mais adequadas (Painter, 1968).

Embora, na maioria das vezes, a utilização exclusiva de variedades resistentes não proporcione um controle satisfatório das pragas de importância econômica, a resistência de plantas, ainda assim, pode ser empregada com o uso de variedades com níveis baixos ou moderados de resistência e cujo cultivo pode ser vantajoso em relação aos materiais suscetíveis, principalmente porque a potencialidade dos genótipos resistentes pode ser incrementada com a associação de outros métodos de controle (Vendramim, 1990).

Além da presença de alomônios em variedades resistentes, tais substâncias químicas podem também ocorrer em vegetais nativos ou selvagens sendo que a sua extração, através de solventes como água, éter, álcool, clorofórmio ou outros, pode permitir a obtenção de produtos adequados para controle de pragas. Especial atenção merecem as extrações que utilizam a água como solvente, principalmente pela sua disponibilidade e facilidade de

manuseio. Estes extratos, normalmente denominados inseticidas botânicos, podem provocar diversos efeitos adversos aos insetos pragas como: repelência, intoxicação aguda ou crônica e inibição dos processos de alimentação, digestão, crescimento e reprodução (Rodríguez, 1995).

A utilização de partes vegetais contendo aleloquímicos como forma de controle de insetos não é um tema novo. Entretanto, é nos últimos anos que esta estratégia tem sido incrementada, principalmente em função dos resultados promissores obtidos com os extratos de *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae), planta comumente conhecida, no Brasil, por nim, em relação a inúmeros insetos pragas (Ascher, 1993; Balandrin et al., 1988; Govindachari, 1992; Jacobson, 1984 e Mikolajczak et al., 1989), apresentando ainda a vantagem de ser pouco tóxica para animais de sangue quente.

Nos últimos anos, inúmeras plantas com atividade inseticida, pertencentes a diversas famílias botânicas, têm sido descobertas, encontrando-se listagens destas na literatura internacional (Jacobson, 1975 e Mordue (Luntz) & Blackwell, 1993).

Nesta linha de pesquisa, trabalhos recentes desenvolvidos no Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, com o objetivo de avaliar o efeito de extratos de meliáceas sobre *S. frugiperda*, revelaram a existência de diversas espécies promissoras, destacando-se, dentre estas, *Trichilia pallida* Swartz (Rodríguez & Vendramim, 1996), árvore nativa com ampla distribuição no Brasil (Klein, 1984).

Por outro lado, a utilização de plantas resistentes capazes de provocar um ou mais efeitos sobre insetos, pode permitir que o mesmo se torne mais vulnerável à ação de outros agentes, dentre os quais, os extratos vegetais provenientes de plantas com atividade deterrente e /ou inseticida.

Assim, considerando-se que a associação entre genótipos resistentes e extratos vegetais com atividade inseticida pode constituir-se numa alternativa viável para o controle de pragas, objetivou-se, no presente trabalho, avaliar o

efeito de extratos aquosos de *T. pallida* no desenvolvimento e sobrevivência da lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda*, alimentada em diferentes genótipos de milho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Considerações sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797)

2.1.1. Aspectos biológicos em folhas de milho

A longevidade dos adultos de *S. frugiperda* é influenciada tanto pelos fatores climáticos quanto pelo substrato alimentar, observando-se um período de duração ao redor dos 10 dias quando os insetos foram mantidos à 25°C, umidade relativa de 60% e fotofase de 14 horas (Velez & Sifuentes, 1967). A oviposição é realizada no período noturno sendo os ovos depositados em massas de 150 unidades (Carvalho, 1987 e Costa et al., 1984), podendo uma fêmea colocar até 1.000 ovos (Bertels & Rocha, 1950 e Valicente & Cruz, 1991), que podem ser observados em ambas as páginas das folhas, porém com maior incidência na superior (Costa et al., 1984; Leiderman & Sauer, 1953; Lordello & Lara, 1980 e Velez & Sifuentes, 1967). Tal capacidade de postura torna o inseto uma praga potencial dependendo da época de ocorrência, da planta hospedeira e do estágio vegetativo desta.

O período de incubação pode ser variável sendo que, a temperaturas entre 25 e 29°C, umidade relativa de 70% e fotofase de 12 horas, Lucchini (1977) e Patel (1981) verificaram que um período de aproximadamente 3 dias.

As lagartas neonatas alimentam-se do córion e, em seguida, das folhas mais novas raspando-as e, mais tarde, perfurando-as. Completam o desenvolvimento larval no interior do cartucho podendo destruí-lo completamente. Ao atingirem cerca de 40 mm, completa-se a fase larval,

ocorrendo a pupação no solo (Leiderman & Sauer, 1953; Silva & Viana, 1982 e Valicente & Cruz, 1991).

A duração do período de desenvolvimento de *S. frugiperda* depende de diversos fatores, sendo aqueles referentes ao ambiente, especialmente a temperatura, um dos mais importantes. Assim, em função destes fatores, têm sido observadas variações entre 12 e 30 dias para a fase larval e 7 e 27 dias para a fase pupal (Bertels & Rocha, 1950; Carvalho, 1987; Dew, 1913; Hynes, 1942; Leiderman & Sauer, 1953; Silva & Viana, 1982; Smith, 1921 e Valicente & Cruz, 1991).

Além das condições ambientais envolvendo temperatura, umidade relativa e fotofase, o substrato alimentar também pode influenciar provocando alterações no desenvolvimento e sobrevivência de *S. frugiperda* (Ali et al., 1990; Andrews, 1988; Crócomo & Parra, 1985; Ferraz, 1982; Kasten Jr. et al., 1978; Lucchini, 1977 e Piedra, 1974). Nesse caso, podem também ser incluídos os genótipos com características de resistência ao inseto (Cruz & Alvarenga, 1990; Leuck & Perkins, 1972; Melo & Silva, 1987; Silveira et al., 1997 e Vendramim & Fancelli, 1988).

As variações na viabilidade das fases larval (66 a 95%) e pupal (82 a 100%), bem como no peso pupal (155 a 344 mg) também podem ser justificadas pelas variações nos fatores do ambiente e substrato alimentar (Ali et al. 1990; Andrews, 1988; Crócomo & Parra, 1985; Cruz & Alvarenga, 1990; Ferraz, 1982; Kasten Jr. et al., 1978; Leuck & Perkins, 1972; Lucchini, 1977; Melo & Silva, 1987; Piedra, 1974; Silveira et al., 1997 e Vendramim & Fancelli, 1988).

As diferenças encontradas para uma mesma variável biológica se devem à diversidade das condições experimentais, incluindo condições naturais em alguns casos e controladas em outros, além dos diferentes substratos de alimentação ou até mesmo por razões de estresse sofrido pelos insetos, em função do manuseio diário.

2.1.2. Danos em milho

Os danos provocados por *S. frugiperda* em milho são variáveis de acordo com o estágio de desenvolvimento das plantas, observando-se inicialmente raspagem superficial das folhas evoluindo para perfurações, à medida que as lagartas se desenvolvem. Posteriormente, pode ocorrer a destruição do cartucho e a formação de galerias no interior do colo da planta (Carvalho, 1982). O pendão e a espiga em formação também podem ser atacados (Carvalho, 1970; Gross et al., 1982 e Waquil et al., 1982).

Desde o início, os danos são facilmente visualizados tanto pelos sintomas de lesões como pela presença de excrementos das lagartas sobre a planta (Bianco, 1991 e Cruz et al., 1987).

De acordo com Carvalho (1970), a lagarta-do-cartucho afeta o desenvolvimento das plantas, provocando conseqüentemente, a redução do número de espigas por unidade de área, bem como a redução do peso destas. Assim, segundo o autor, a produção de milho pode ser reduzida de 15 a 34%, ocorrendo o período crítico de ataque na época em que a planta está prestes a florescer. Valores de perda bastante semelhantes (15 a 37%) foram citados por Cruz (1993).

No que diz respeito à época de maior suscetibilidade das plantas ao ataque de *S. frugiperda*, Cruz & Turpin (1982) destacaram que isto ocorre por volta dos 40 dias após o plantio, quando a planta apresenta 8 a 10 folhas, enquanto Silva (1987) observou perdas de até 54% na produção quando as plantas foram atacadas no período compreendido entre 45 e 60 dias. Tal fato também foi observado por Marengo et al. (1992), citando que um número inferior a uma lagarta por planta pode provocar perdas da ordem de 5 a 20% no rendimento.

Diferenças na altura, diâmetro e peso de plantas, além de reduções no comprimento da espiga e na produção foram observadas quando os danos

ocorreram em plantas com 4 a 8 folhas, o que não foi verificado quando estas apresentavam 10 a 12 folhas. Embora o rendimento tenha sofrido redução quando a praga ocorreu em plantas com 14 folhas, isto foi devido à destruição do pendão com prejuízos na polinização e formação de grãos (Gross et al., 1982),

Em caso de ocorrência de seca durante a fase vegetativa da cultura, o prejuízo observado em área com 100% de infestação pode atingir 60%, em função da redução no peso médio das espigas e do aumento no número de plantas improdutivas. Quando a distribuição de chuvas é normal, o prejuízo chega a 38% (Bianco, 1991).

2.2. Resistência a *S. frugiperda* em milho

2.2.1. Aspectos gerais

Apesar dos esforços dispendidos na tentativa de compreender as interações envolvendo insetos fitófagos e plantas hospedeiras, o assunto ainda não está totalmente esclarecido. Atualmente a teoria mais razoável parece ser a da coevolução, postulando a existência de uma evolução, das plantas e dos insetos, baseada em processos de adaptação e co-adaptação. Assim, ambos têm e /ou são capazes de desenvolver mecanismos adaptativos, o que permite a coexistência dos mesmos no ecossistema (Kogan, 1986). Independente das causas que condicionam a resistência da planta a uma ou mais espécies de insetos, estas se relacionam basicamente com fatores físicos, químicos, biológicos ou outros como, por exemplo, a fisiologia da planta.

Desta forma, é possível aproveitar-se esse mecanismo evolutivo, no caso, favorável às plantas e utilizar tais vantagens no estabelecimento de um programa de manejo das populações de insetos fitófagos em plantas

cultivadas. Assim, estudos que tratam da resistência de plantas a insetos têm mostrado resultados satisfatórios para algumas culturas e promissores para outras, principalmente considerando-se a identificação e a seleção de plantas que apresentam fontes naturais de resistência aos insetos, cujos genes responsáveis por esses mecanismos, podem ser transferidos para variedades mais produtivas (Lara, 1991; Maxwell & Jennings, 1980; Painter, 1968 e Vendramim, 1990), aumentando a potencialidade da planta cultivada.

Uma planta com fatores de resistência pode apresentar diferentes mecanismos de ação (físicos, químicos ou biológicos), em relação a um inseto fitófago, fazendo com que o mesmo não se desenvolva e nem se adapte de maneira adequada à mesma (Lara, 1991).

No que se refere a este aspecto, o milho apresenta muitas vantagens que justificam estudos de resistência a insetos pragas, dentre as quais o seu alto valor econômico e potencialidade de desenvolvimento em regiões distintas, além dos fatores genéticos que incluem a presença de vários genes que governam os mecanismos de resistência a pragas e doenças (Painter 1968).

Por outro lado, inúmeras têm sido as tentativas de estabelecimento de um programa de controle da lagarta do cartucho-do-milho, *S. frugiperda*, importante praga para a cultura tendo em vista os danos e prejuízos ocasionados e a dificuldade de seu controle.

Além disto, embora seja considerado um inseto polífago, estudos comparativos de atratividade de *S. frugiperda* por milho e uma espécie próxima (*Tripsacum dactyloides*) mostraram altos níveis de preferência das lagartas pelas plantas de milho, o que indica que estas são hospedeiras preferenciais para o inseto (Wiseman et al., 1967).

Assim, de acordo com o exposto, o uso de variedades resistentes pode tornar-se um método alternativo que visa a redução de perdas provocadas por *S. frugiperda* sendo que, atualmente, nos EUA (Universidade Estadual do Mississippi) e México (CIMMYT) encontram-se os maiores centros de pesquisa

com materiais resistentes, enquanto que no Brasil alguns institutos de pesquisa como o IAC e o CNPMS (EMBRAPA), dentre outros, também têm se dedicado a esse tipo de investigação.

2.2.2. Identificação de fontes de resistência

A idade das plantas pode interferir nos resultados obtidos com experimentos de resistência a insetos já que os fatores determinantes da resistência podem estar presentes em plântulas e não serem tão evidentes em um estágio fenológico mais adiantado, como o reprodutivo. Neste caso, os insetos podem estar se alimentando de outros tecidos que não estejam correlacionados a nenhum fator de resistência àquela praga.

Desta forma, a maioria dos trabalhos com *S. frugiperda*, em milho, têm sido realizados entre os estádios de 7 a 9 folhas com a bainha visível, quando as plantas apresentam em torno de 35 dias após a germinação, que é o período em que a planta é mais sujeita ao ataque da referida praga (Ali et al., 1990; Ng et al., 1985; Vendramim & Fancelli, 1988; Williams et al., 1983; Wiseman et al., 1981). Após terem trabalhado com infestações em várias fases de desenvolvimento vegetativo, Videla et al. (1992) recomendaram o estágio V6, ou seja plantas apresentando 6 folhas como aquele que oferece maior discriminação em testes de resistência.

Callahan et al. (1992) citam a parte verde amarelada como a mais apropriada para o desenvolvimento da lagarta-do-cartucho, o que foi enfatizado por Ng et al. (1985) que, através de infestação artificial, observaram que 99% das lagartas em estágios iniciais de alimentação se distribuem nessa região da folha.

Um dos primeiros passos no desenvolvimento de estudos visando à utilização de plantas resistentes a insetos é a identificação de fontes promissoras de resistência à praga. Para tanto, diversas metodologias podem ser utilizadas, dentre as quais cita-se a avaliação de níveis de danos provocados à planta, através de escala visual, com infestação natural ou artificial, estudos comportamentais e de biologia da praga, além de parâmetros relativos à redução de produção das variedades em teste, comparando-se parcelas infestadas e não infestadas.

Fornasieri Filho et al. (1980); Lara et al. (1984) e Widstrom et al. (1972) recomendam a avaliação do dano foliar, enquanto que Peairs & Saunders (1981) sugerem o fator redução de produção como forma de identificar fontes de resistência.

Crócomo & Parra (1985) mencionam que variáveis nutricionais também devem ser investigadas em estudos que envolvem a relação inseto-planta, fazendo-se uso dos mesmos, inclusive, em pesquisas que abordem aspectos de resistência.

Com o objetivo de identificar fontes de resistência à lagarta-do-cartucho em milho, nos EUA, Dicke (1955) verificou que linhagens provenientes da região sul foram menos atacadas que aquelas da região norte.

Ainda com o mesmo objetivo, porém avaliando genótipos de milho doce americano, Brett & Bastida (1963) observaram que os materiais Golden Regent e Golden Tighthusk apresentaram-se resistentes à praga, quando comparados a Ioana e Spancros, sob infestação natural.

Wiseman et al. (1966) detectaram materiais mais resistentes do que aqueles até então estudados, selecionando as linhagens Cuba Honduras 46-J e Eto Amarillo dentre 81 genótipos avaliados.

Avaliando a resistência de materiais, utilizando pedaços de papel de filtro embebidos com extratos de folhas de milho, McMillian et al. (1967)

concluíram ser o genótipo Zapalote Chico resistente, por ter verificado no mesmo menor consumo, além da pouca movimentação de lagartas.

Carvalho (1970), com o objetivo de buscar fontes de resistência a *S. frugiperda*, testou 60 genótipos de milho incluindo variedades, híbridos, raças e linhagens. O autor verificou que as raças destacaram-se, de modo geral, como os materiais mais suscetíveis, vindo a seguir as variedades. Os híbridos destacaram-se como os genótipos mais resistentes sobressaindo-se Sementec 8H-75, Sementec 6T-42, Sementec 8H-117, IPA-1, IPA-10, Agr.203, Agr.22, Agr 23, Agr.102, H.D., IAS-2 e Save 190. Foram constatados os tipos de resistência por não preferência para oviposição e alimentação, além de antibiose, não tendo sido estudada a resistência por tolerância.

Baseando-se numa escala visual de danos, com notas variando de 0 a 10, Widstrom et al. (1972) constataram que os materiais da Carolina do Sul, Carolina do Norte e Geórgia apresentaram notas variáveis de 3 a 5, demonstrando resistência a *S. frugiperda*.

Scott et al. (1977) testaram a linhagem resistente Mp 496, sob condições de campo, com infestação natural, observando que esta produziu o dobro em relação aos materiais suscetíveis.

Maior ênfase passou a ser dada aos estudos da resistência de milho a *S. frugiperda* a partir do desenvolvimento de métodos de inoculação artificial de lagartas recém eclodidas. Desta forma, Mihm et al. (1978) desenvolveram um dispositivo manual de plástico, denominado bazuca, para promover infestações infestações de plantas de milho com lagartas recém-eclodidas, em condições de campo, sendo que, atualmente, esta técnica tem sido utilizada em diversos trabalhos afins. Por sua vez, Sumner & Gross (1991) desenvolveram um equipamento distribuidor rotativo que permite liberar uniformemente lagartas de *S. frugiperda* nas plantas de milho a serem avaliadas.

Assim, testando genótipos de milho infestados artificialmente, em condições de campo, com auxílio de uma bazuca modificada, Wiseman et al.

(1980) constataram menor dano no genótipo Antigua 2D quando comparado ao material Cacahuacintle (suscetível).

Fornasieri Filho et al. (1980), avaliando os danos sofridos por diversos genótipos de milho, através de uma escala de notas, observaram a existência de materiais com graus variáveis de tolerância à praga.

Por sua vez, Scott & Davis (1981) lançaram a primeira população MpSWCB-4 com genes para resistência a *S. frugiperda*, enquanto que Scott et al. (1982) registraram os materiais Mp701 e Mp702 como resistentes ao referido inseto.

Lemos et al. (1982) selecionaram a cultivar Dentado Composto para continuar como parte dos trabalhos de melhoramento considerando ter a mesma apresentado menor dano e maior produção em relação à testemunha.

Através de escala de danos, com variação de 1 a 9, Williams et al. (1983) observaram que as linhagens Mp apresentavam resistência a *S. frugiperda* quando as plantas tinham entre 5 e 10 folhas completamente desenvolvidas.

Avaliando os danos da lagarta-do-cartucho e da lagarta-da-espiga, através de uma escala de notas, Lara et al. (1984) não observaram diferenças entre as 42 cultivares comerciais brasileiras de milho que foram testadas.

Williams & Davis (1984) avaliaram as linhagens Mp705, Mp706 e Mp707, através de escala de notas variando de 0 a 9, mencionando que as linhagens Mp705 e Mp707 foram resistentes a *S. frugiperda*, recebendo notas 5,6 e 5,1 respectivamente, contra 8,0 na testemunha 'Ab 24E'.

Sifuentes (1985), avaliando materiais coletados em várias regiões mexicanas, identificou 51 materiais genéticos promissores para resistência a *S. frugiperda*.

Marques et al. (1988) realizaram uma avaliação fenotípica referindo-se à produção e aos danos de *S. frugiperda* e *Helicoverpa zea* (Boddie) observando que as plantas de milho menos afetadas pela lagarta-do-cartucho

foram as mais danificadas pela lagarta-da-espiga, *H. zea*, o que prejudicou a produção. Assim, nota-se que as plantas, de modo geral, apresentam características peculiares de resistência que podem ser expressas para um determinado tipo de inseto e para outros não.

As melhores fontes de resistência a *S. frugiperda* e pragas do colmo do milho, segundo Mihm et al. (1988), são as linhagens Mp, embora sejam deficientes em algumas características agrônômicas.

Williams et al. (1989) realizaram cruzamentos de plantas resistentes 'Mp496', 'Mp704', 'Mp706' e 'Mp78:518' com variedades suscetíveis, verificando ser possível a transferência de genes que conferem resistência à lagarta-do-cartucho, e que estão presentes nas linhagens Mp para variedades mais produtivas sendo que essa resistência podia ser extensiva a *Diatraea grandiosella* (Dyar) e *H. zea*.

Por sua vez, Lemos et al. (1990) selecionaram a cultivar Dentado Composto como fonte promissora de resistência tanto para *S. frugiperda* quanto para *H. zea*.

York (1991) registrou 5 populações de milho melhoradas para resistência a *D. grandiosella* e *Ostrinia nubilalis* (Hübner). Duas delas apresentam genes para resistência a *S. frugiperda*: 'Ark. Corn-Borer Comp.#1 (GP-232) que foi composta por 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.

Mediante infestações artificiais, no período de 1986 a 1990, Viana & Potenza (1991a e 1991b) identificaram os genótipos de milho CMS 23, CMS 14C e ZC, dentre outros, como os mais resistentes à lagarta-do-cartucho.

Guimarães & Viana (1994) iniciaram um programa de melhoramento visando à produção de um sintético da população CMS 23, obtido após combinações de 24 progênies da população S₂ da população CMS 23 mais

cinco linhagens com alto teor de endogamia e um “topcross” para produtividade e características de interesse agrônomo.

Viana & Silva (1994), trabalhando com o melhoramento da população CMS14C 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 com maior nível de resistência a *S. frugiperda* e mais produtivas.

O CNPMS em cooperação com o CIMMYT vêm realizando, desde 1991, o melhoramento da população MIRT (“Multiple Insect Resistant, Tropical) para resistência a *S. frugiperda* e adaptação às condições brasileiras. Avaliando-se conjuntamente a população MIRT e CMS 23, observou-se que a amplitude de notas de dano (0 a 9) foi de 3,65 a 7,07. Deste grupo de progênies, selecionaram-se as 37 melhores (35 MIRT e 2 CMS 23) onde a variação de notas diminuiu para 3,65 a 4,64, com a testemunha resistente (‘Zapalote Chico’ x CMS 14C) recebendo nota 5,51. O objetivo é evoluir com estas progênies, prevendo-se o cruzamento com um testador de alta capacidade de combinação e alta suscetibilidade, o que levará à formação de um “topcross” (Viana & Guimarães, 1994).

2.2.3. Efeito de genótipos resistentes sobre o desenvolvimento e sobrevivência de *S. frugiperda*

No que se refere à metodologia para avaliação de materiais resistentes, Crócomo & Parra (1985) mencionam que variáveis biológicas também devem ser investigadas, sugerindo a utilização dos mesmos, a exemplo dos trabalhos desenvolvidos por Ng et al. (1985); Silveira et al. (1997) e Vendramim & Fancelli (1988).

Williams et al.(1983) verificaram a ocorrência de menor peso nas lagartas de *S. frugiperda* coletadas em plantas das linhagens resistentes (Mp).

Maiores índices de mortalidade e menor tamanho de lagartas e pupas foram observados por Ng et al. (1985) quando estes adicionaram folhas de híbridos Mp496 X Mp701 e Mp703 x Mp704 à dieta. Verificaram também alongamento do período pupal e redução da capacidade reprodutiva dos insetos provenientes destes tratamentos.

Por sua vez, Wiseman & Widstrom (1986), ao estudarem a resistência do genótipo Zapalote Chico à *S. frugiperda* constataram um aumento no período larval de 3,9 dias quando comparado com o genótipo suscetível, além do que a preferência das lagartas pelo genótipo suscetível foi 83% mais elevada.

Trabalhando com diversas variáveis biológicas, Melo & Silva (1987) constataram que a cultivar AG-28, provocou alterações no desenvolvimento de *S. frugiperda*.

Na observação dos efeitos de genótipos de milho na biologia de *S. frugiperda*, Vendramim & Fancelli (1988) concluíram que 'Cateto Palha Roxa' provocou maior duração no período larval enquanto que em 'Zapalote Chico', 'Cateto Palha Roxa' e 'IACHmd 7974' foram constatados menores pesos de lagartas, aos 8 dias de idade.

A variabilidade genética da população de milho doce BR 400 para a resistência à lagarta-do-cartucho foi avaliada por Cruz & Alvarenga (1990) que observaram grandes variações no período larval e no peso de pupas.

Wiseman et al. (1992) estudaram a relação entre a concentração de maisina, em milho e o crescimento de *S. frugiperda*, encontrando grande influência do teor do referido aleloquímico provocando antibiose, o que pode ser visualizado através do peso larval aos 9 dias de idade. Observaram ainda

que existiu correlação negativa entre o peso larval e a concentração de maisina, sendo que, à 0,2 %, houve redução de 60% no peso larval.

Em experimentos de laboratório e casa de vegetação, utilizando os genótipos resistentes CMS 14C , CMS 23 e Zapalote Chico e o híbrido BR 201 como cultivar padrão, Viana & Potenza (1992) avaliaram o desenvolvimento de *S. frugiperda* encontrando que a população CMS 14C foi a menos adequada para o inseto, provocando alongamento da fase larval e do ciclo como um todo, além de reduzir o peso de lagartas e de pupas. As lagartas, por sua vez, apresentaram baixo índice de aproveitamento alimentar enquanto menor preferência foi observada pelas plantas de 'Zapalote Chico'. Além disso, no que se refere à preferência para oviposição, 'CMS 14C' mostrou-se menos preferido que 'CMS 23' e 'BR 201'.

Através de ensaios desenvolvidos no campo e em casa de vegetação, objetivando a detecção de fontes de resistência de milho a *S. frugiperda*, através da avaliação de danos, sobrevivência, peso e comprimento larval, Silva (1995) concluiu que os genótipos AG-510 e CMS-22 são portadores de mecanismos de resistência por não-preferência e antibiose.

Vendramim & Scampini (1997), avaliando o desenvolvimento de lagartas de *S. frugiperda* em dois genótipos de milho, um resistente (Mp707) e um suscetível (IAC7777) tratados com extrato de frutos de *Melia azedarach*, constataram que, no genótipo Mp707, ocorreu alongamento da fase larval e redução do peso e da viabilidade desta fase, sendo estes efeitos mais drásticos quando o inseto se alimentou de folhas tratadas com o extrato.

Silveira et al. (1997), trabalhando com 11 genótipos de milho, sendo 5 linhagens provenientes do Mississippi (EUA), 5 genótipos provenientes do Instituto Agrônomo de Campinas e uma raça centro-americana, constataram que os genótipos Mp707, Zapalote Chico, Mp701, Mp706 e Mp705 prolongaram o desenvolvimento larval de *S. frugiperda* e reduziram o peso aos 10 dias. Verificaram ainda menor viabilidade larval em 'Mp705' e 'Mp706' e

menor peso pupal em 'IAC 103 BPI'. Concluíram que a melhor discriminação dos materiais foi obtida com parâmetros relativos à fase larval.

2.3. Inseticidas botânicos

2.3.1. Considerações gerais

Antes mesmo do emprego dos inseticidas inorgânicos, já se fazia uso de plantas com propriedades tóxicas, objetivando o controle de insetos pragas. Dentre os primeiros fitoinseticidas utilizados, destacam-se a nicotina, extraída do fumo *Nicotiana tabacum* (Solanaceae), a rianodina extraída de *Ryania speciosa* (Flacuorticaceae), a sabadila oriunda de *Schoenocaulon officinale* (Liliaceae), a piretrina, proveniente de *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Asteraceae) e a rotenona extraída de *Derris* spp. e *Lonchocarpus* spp. (Fabaceae), dentre outros (Lagunes & Rodríguez, 1992). Estes produtos porém, deixaram de ser utilizados com o advento dos inseticidas organossintéticos, que se mostravam mais eficientes e baratos.

O ressurgimento dos estudos com plantas inseticidas deveu-se à necessidade de novos compostos para controle de pragas, sem os problemas de contaminação ambiental, resíduos nos alimentos, efeitos prejudiciais sobre insetos benéficos e aparecimento de populações de insetos resistentes. De modo geral, estas características estão presentes nos fitoinseticidas.

Segundo Vendramim (1997), as pesquisas com plantas inseticidas são feitas normalmente com dois objetivos: a descoberta de novas moléculas que permitam a obtenção de novos produtos sintéticos ou a obtenção de inseticidas botânicos naturais para uso direto no controle de pragas. Como exemplos de plantas inseticidas, no primeiro caso, cita *Physostigma venenosum* (Fabaceae)

cujos compostos secundários, especialmente a fisostigmina foram tomados como modelo para a síntese dos carbamatos e *C. cinerariaefolium*, da qual se extraem as piretrinas, precursoras dos piretróides. Em relação aos produtos botânicos naturais, o autor menciona os pós secos e extratos aquosos que, uma vez obtidos, podem imediatamente ser utilizados e os produtos que, após a extração com solventes orgânicos, são misturados com substâncias inertes com a finalidade de facilitar a aplicação, evitar a rápida degradação ou aumentar a eficiência e que se constituem em produtos comerciais ou semi-comerciais.

A lista de plantas com atividade inseticida é bastante extensa e inclui grande número de famílias botânicas (Arnasan et al., 1989; Grainge & Ahmed, 1988; Jacobson, 1989; Jacobson et al., 1983; Lagunes et al., 1984; Lagunes & Rodríguez, 1992; Rodríguez & Lagunes, 1990).

Dentre as plantas com propriedade inseticida, *Azadirachta indica*, comumente conhecida por nim, é a planta mais estudada no mundo e, segundo Guerra (1985), extratos dessa árvore têm sido citados como bastante eficientes, controlando um grande número de pragas. Trata-se de uma espécie originária da Índia e de algumas regiões da África, sendo referida pelas suas propriedades medicinais e inseticida (Butterworth & Morgan, 1971). Segundo Koul et al. (1990), *A. indica*, introduzida na África como árvore ornamental, também é citada como *Melia azadirachta* L., *M. indica* Brandis e, popularmente, como nim, lila índio ou margosa.

Segundo Jacobson (1989), *M. azedarach* tem sido freqüentemente confundida com o nim entretanto, suas sementes, apesar de conter inúmeros limonóides também comuns ao nim, não apresentam azadiractina. Seus extratos são ativos como inseticida porém, não existe perspectiva de sua utilização como um inseticida futuramente, pela toxicidade para animais de sangue quente.

A. indica é capaz de exercer os mais diferentes mecanismos de ação sobre os insetos que vão desde inibição alimentar, redução da motilidade intestinal, interferência na síntese do ecdisônio, inibição da biossíntese da quitina, deformações em pupas e adultos, redução na fecundidade e longevidade de adultos, alterações na capacidade de atração dos feromônios, esterilização e inibição de oviposição e mortalidade (Koul et al., 1990; Mordue (Luntz) & Backwell, 1993 e Schmutterer, 1988).

De acordo com Balandrin et al. (1988), foram identificados 25 componentes voláteis a partir do nim, sendo que 75% destes estavam presentes nas sementes.

A azadiractina, um dos principais componentes da semente de nim, tem importante ação sobre insetos, interrompendo o seu desenvolvimento, conforme observado em diferentes ordens de insetos, tais como Orthoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera e Diptera (Schmutterer, 1988).

Em relação à dose e efeitos ocasionados pela azadiractina nos insetos, Jacobson (1989) afirmou que a eficiência do referido aleloquímico pode ser demonstrada na concentração de até 0,1 ppm, sendo que formulações de sementes de nim têm sido utilizadas por agricultores de países desenvolvidos há vários anos. Já Govindachari (1992) e Rembold (1988) mencionaram que concentrações maiores de 100 ppm exibem um efeito tóxico mais acentuado. Comparando com outros inseticidas de origem vegetal, Yoshida & Toscano (1994) apontam que a azadiractina foi mais tóxica que rotenona, rianodina, sabadila e piretro.

Os resultados obtidos com extratos oriundos de meliáceas têm sido altamente satisfatórios a ponto de incentivar a produção comercial de aproximadamente 13 formulações como Neem Azal, OleoNim-80 e Melitox (IF- 43), dentre outras, que têm sido utilizadas para o controle de algumas

pragas (Aviles et al., 1995; Lok & Larson, 1995; Mordue (Luntz) & Blackwell, 1993 e Soon & Botrell, 1994)

Além da potencialidade do nim como inseticida botânico, com inúmeras propriedades benéficas, pode-se incluir sua baixa toxicidade a mamíferos e a rápida degradação cujo período de carência encontra-se entre 4 e 10 dias, dependendo das condições ambientais e da espécie de planta tratada (Koul et al., 1990 e Schmutterer, 1988)

Desta forma o nim, sendo a planta inseticida mais pesquisada nos últimos 15 anos, tem propiciado a realização de um grande número de revisões, dentre as quais destacam-se as de Arnasan et al. (1989); Ascher (1993); Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza (CATIE) (1991); Govindachari (1992); Jacobson (1988); Jotwani & Srivastava (1981); Mordue (Luntz) & Blackwell (1993); Schmutterer (1988 e 1990); Subrahmanyam (1990) e Warthen Jr. (1979 e 1989). Além disso foram realizadas três Conferências Internacionais (International Neem Conference (INC 1, 1981; INC 2, 1984; INC 3, 1987) e dois eventos americanos (USDA Neem Workshop, 1990; Pacific Science Congress, 1993) que trataram exclusivamente de aspectos relacionados ao nim.

2.3.2. Efeito de meliáceas sobre *S. frugiperda*

Dentre os efeitos provocados pelos diversos derivados fitoquímicos de meliáceas sobre *S. frugiperda* destacam-se a inibição dos processos de alimentação e crescimento, além da mortalidade.

2.3.2.1. Inibição alimentar

A inibição do comportamento alimentar é o resultado do bloqueio dos receptores que respondem aos fagoestimulantes e à estimulação das células detectoras da deterrência (Dethier, 1982), sendo que a área foliar consumida e o peso de lagartas e de pupas são os parâmetros mais comumente referidos, na literatura, para quantificar tal processo inibitivo.

A inibição ou redução alimentar freqüentemente provoca alterações no crescimento e desenvolvimento com conseqüente redução no peso de lagartas e de pupas, além de prolongar a fase larval (Saxena, 1987). Dependendo do nível de toxicidade do aleloquímico ingerido, cujo efeito inibidor pode estar relacionado com maiores ou menores concentrações, as alterações são observadas no mesmo estadio biológico em que o inseto adquiriu a substância inseticida ou naqueles subseqüentes.

McMillian et al. (1969), trabalhando com *M. azedarach*, encontraram que o extrato clorofórmico obtido de 1 g das folhas por kg de dieta artificial provocou 50% de redução de peso nas lagartas criadas durante 12 dias, em comparação ao peso obtido na testemunha, sendo que esta inibição tornou-se bem mais acentuada quando se aumentou a concentração para 3 g/kg. Grainge & Ahmed (1988) assinalaram que, além das folhas, os frutos também apresentam características que inibem a alimentação e o crescimento em *S. frugiperda*.

Bernays (1983) refere-se ao nim como sendo a planta que contém a substância natural que provoca maior inibição alimentar nos insetos. Maredia et al. (1992), ao inocular lagartas de primeiro ínstar de *S. frugiperda* em dieta artificial contendo semente moída de nim (10 g/Kg de dieta), encontraram que o peso das lagartas aos 7 dias após o tratamento foi bem menor (0,3 mg) que aquele observado na testemunha (13,3 mg). Além disso, notaram que o óleo extraído da semente de nim adicionado à dieta artificial, provocou menor peso

de lagartas aos 10 dias (1,5 mg) em comparação com a testemunha (17,2 mg), indicando que o óleo da semente de nim inibe a alimentação e o crescimento larval, muito embora a sua eficácia seja menos acentuada que aquela obtida com sementes moídas.

Ao inibir a alimentação de lagartas de *S. frugiperda*, o nim acarreta, conseqüentemente, diminuição do peso de pupas, segundo dados de Hellpap (1984) que, ao incorporar diferentes quantidades de extrato metanólico da semente de nim em dieta artificial, encontrou que, para lagartas de 4 dias de idade, o peso das pupas não ultrapassou 194 mg em contraste com 229,4 mg na testemunha. Já para aquelas lagartas que receberam o tratamento a partir dos 10 dias de idade, o peso médio de pupa não ultrapassou 184,1 mg, em contraste com o peso médio (233,7 mg) obtido na testemunha.

O efeito deterrente da azadiractina, derivada do nim, sobre *S. frugiperda* criada em folhas de algodão e de uma espécie de feijão, foi estudado por Raffa (1987) que inferiu ser o efeito deterrente variável, de planta para planta, de acordo com a composição química de cada espécie, que interagindo ou não com o aleloquímico introduzido pode provocar maior ou menor efeito.

Mikolajczak & Reed (1987) avaliaram a inibição alimentar de *S. frugiperda* por extratos de sementes de 22 meliáceas, introduzidas em dieta artificial, destacando *Aglaia cordata*, *Chickrassia procera*, *Dysoxylum malabaricum*, *D. reticulatum*, *Lansium domesticum*, *Melia dubia*, *M. toosendan*, *Sandoricum koetjape*, *Swietenia macrophylla*, *S. mahogani* e *Trichilia prieureana* por apresentarem tal atividade. Enquanto isso, *Dysoxylum spectabile*, *Melia burmanica*, *Trichilia connaroides* e *T. roka* inibiram a alimentação apenas como extratos etanólicos, ao passo que os extratos hexânicos de *Chickrassia tabularis* e *Dysoxylum binectariferum* provocaram a mesma resposta. Esses autores observaram ainda que com *Aglaia odoratissima*, *M. azedarach*, *Trichilia sinensis* e *T. triphyllaria*, houve pouca ou nenhuma inibição alimentar.

O peso das lagartas de *S. frugiperda* alimentada nos primeiros 13 dias em dieta artificial com o extrato hexânico de sementes de *A. indica*, também refletiu o efeito da inibição do crescimento observando-se 12, 78, 113 e 108 mg, nas respectivas concentrações de 2.000, 400, 80 e 16 ppm, em comparação com a testemunha (321 mg) (Mikolajczak et al., 1989).

Assim também, Brewer & Devkota (1990) observaram que o crescimento lento e perda de peso do inseto podiam ser associados com a inibição da alimentação.

Extratos aquosos, à 5%, de *Switenia humilis* e *Trichilia americana* foram misturados a dieta artificial e provocaram redução de 50% no peso de lagartas de *S. frugiperda* nos primeiros 7 dias (Rodríguez & Lagunes, 1992).

Através dos índices nutricionais também pode-se constatar a inibição alimentar provocada por *A. indica*, conforme o observado por Rebolledo (1992) que ao introduzir extrato aquoso (0,5%) em dieta artificial para alimentar lagartas de segundo ínstar de *S. frugiperda*, ãnotou que a taxa relativa de consumo das lagartas da testemunha foi maior do que aquela observada nos tratamentos. Essa redução na atividade alimentar denota o alto potencial inibidor desta meliácea sobre o inseto, nesta fase de desenvolvimento. Além disso, notou que as lagartas, alimentadas com dieta contendo nim apresentaram a mínima eficiência de conversão do alimento ingerido (ECI) e digerido (ECD) em massa corporal. Em relação à digestibilidade aproximada, também observou-se a influência do tratamento sendo esta maior para as lagartas da testemunha em relação às demais. Desta maneira, Mordue (Luntz) & Blackwell (1993) complementaram que valores baixos de ECI e ECD podem ser reflexo da lentidão da motilidade intestinal para incrementar a exposição do alimento à ação das enzimas digestivas.

Dentre os 40 compostos relacionados com a inibição alimentar, em lagartas de *S. frugiperda*, destacam-se a diidroazadiractina e a azadiractina

como os mais potentes (Blaney et al., 1990) sendo que isto se deve ao grupo hidroxil furano da molécula de azadiractina (Aldhous, 1992).

Complementando tais informações, Govindachari (1992) citou o princípio ativo azadiractina como o responsável pela inibição alimentar em aproximadamente 200 espécies de insetos, sendo os efeitos observados, principalmente, em lagartas desfolhadoras, dentre as quais *S. frugiperda* (Reed et al., 1982 e Schmutterer, 1990) que mostrou-se suscetível a doses inferiores a 50 ppm (Mordue (Luntz) & Blackwell, 1993).

Rodríguez (1995), com o objetivo de estudar o efeito de 15 meliáceas sobre *S. frugiperda*, avaliou o efeito de extratos aquosos de *M. azedarach* e de *T. pallida*, à 1% (20 ml de extrato à 5% por 100 g de dieta). Verificou que os caules de *T. catigua*, as folhas de *Cabralea canjerana*, *S. macrophylla*, *Toona ciliata* e *Trichilia casaretti*, e os frutos de *Guarea guidonia* e *M. azedarach* inibiram a alimentação dos insetos, o que foi caracterizado através do menor peso registrado para as pupas. Avaliando a inibição alimentar de lagartas de quarto ínstar, através da determinação do consumo médio em teste de preferência de dupla escolha, em arenas contendo discos de folhas de milho tratadas com extratos aquosos de meliáceas à 5%, o autor encontrou que 62% dos extratos testados inibiram a alimentação das lagartas sendo que o extrato de *T. pallida* apresentou um efeito inibidor intermediário, em relação aos demais. O extrato de caules de *T. pallida* apresentou maior efeito deterrente do que o de folhas.

O efeito de extratos aquosos de frutos de *M. azedarach* sobre lagartas de *S. frugiperda* foi confirmado por Vendramim & Scampini (1997), que verificaram redução do peso larval quando o substrato alimentar (folhas de milho) foi tratado com extrato à concentração de 5%, indicando a ocorrência de inibição alimentar.

2.3.2.2. Inibição do crescimento

Os parâmetros mais freqüentemente citados na literatura para demonstrar as alterações no desenvolvimento, com efeito negativo no crescimento, são a inibição da ecdise e aumento na duração da fase larval.

Extratos de *M. azedarach* foram citados como agentes responsáveis pelo atraso no desenvolvimento de *S. frugiperda* (McMillian et al., 1966).

A incorporação, em dieta artificial, de substâncias extraídas de folhas de *M. azedarach* (10 g/Kg) provocou alongamento da fase larval de *S. frugiperda* em até 15,7 dias sendo que tal inibição foi perceptível em níveis de apenas 1 g de extrato clorofórmico por kg de dieta (McMillian et al., 1969).

Como consequência da inibição do processo alimentar, *A. indica* provoca retardamento no período larval de *S. frugiperda*, segundo Hellpap (1984). Incorporando diferentes quantidades do extrato metanólico de sementes de nim na dieta artificial e oferecendo para lagartas de 4 e 10 dias, o autor observou que, nas lagartas mais novas, a formação de 50% de pupas ocorreu entre 19 e 24 dias (em função da concentração de extrato), em comparação com o tempo médio de 17 dias registrado na testemunha. Para as lagartas de 10 dias, a formação de 50% das pupas ocorreu após um período entre 11 e 15 dias, em contraste com o tempo de 10 dias observado na testemunha. Observou ainda que em lagartas mais jovens a expressão desses efeitos é mais acentuada uma vez que para as mesmas o prolongamento da fase foi maior que naquelas mais desenvolvidas.

Mikolajczak et al. (1989) também observaram alongamento da fase larval de *S. frugiperda*, que foram alimentadas em dieta artificial contendo extrato hexânico de sementes de *A. indica*, encontrando o valor de até 7,1 dias a mais que na testemunha.

A inibição do crescimento, devido a *A. indica* foi descoberta posteriormente ao conhecimento da inibição alimentar sendo que, em princípio, os sintomas foram observados como tratando-se apenas de um efeito colateral resultante da inibição alimentar (Schmutterer, 1990). Por sua vez, Kubo & Klocke (1982) associaram esses efeitos com a inibição da ecdise, devido à azadiractina, o que foi comprovado em quatro espécies de lagartas, dentre as quais *S. frugiperda*.

Klocke (1987) e Kubo & Klocke (1982), criando lagartas de *S. frugiperda*, do primeiro ao quarto ínstar, em dieta artificial contendo vários limonóides, determinaram que a inibição do crescimento foi devido à cedrelona e à sendanina.

Rebolledo (1992) alimentou lagartas de *S. frugiperda*, de segundo ínstar, com dieta artificial contendo extrato aquoso de sementes de *A. indica* à 5%, encontrando que a duração desse ínstar larval aumentou mais que o dobro, em relação à testemunha (3,2 dias). Observou também que as lagartas alimentadas com dieta contendo nim cresceram menos apresentando taxa relativa de crescimento menor em relação à testemunha. Ao final do ínstar, as lagartas apresentavam-se pouco vigorosas e não completavam a muda, possivelmente, por falta de energia suficiente para desprenderem-se da cutícula, o que culminava com inanição e morte.

Avaliando a atividade de 10 espécies de meliáceas sobre o desenvolvimento de insetos, Mikolajczak et al. (1989) observaram que os extratos hexânicos (10.000 ppm) de *D. spectabile*, *S. koetjape* e *S. mahogani* prolongaram o desenvolvimento larval de *S. frugiperda* em 7,2 ; 6,2 e 3,6 dias, respectivamente. À concentração de 2.000 ppm os extratos hexânicos de *C. tabularis*, *D. malabaricum* e *L. domesticum* prolongaram a fase larval em 1,0; 1,7 e 4,1 dias, respectivamente. Ainda foi assinalado que os extratos etanólicos (400 ppm) das sementes de *C. tabularis*, *D. malabaricum*, *D. spectabile* e *L. domesticum* prolongaram o desenvolvimento larval de *S. frugiperda* em 11,3;

2,6 ; 5,7 e 3 dias, respectivamente. Já os extratos etanólicos de *M. azedarach*, *S. mahogani* e *T. roka* (80 ppm) provocaram alongamento de 1,7; 1,3 e 4,6 dias, respectivamente. Em contraste, os extratos etanólicos (16 ppm) de *A. cordata* e *S. koetjape* aumentaram o período de desenvolvimento larval em 5 e 4 dias, respectivamente.

Na avaliação de 24 agentes fitoquímicos, Simmonds et al. (1990) detectaram a azadiractina dentre outros como os mais efetivos para inibir o crescimento larval, a pupação e a emergência de adultos.

Embora a azadiractina apresente vários isômeros, apenas o E inibe o crescimento dos insetos (Isman et al., 1990 e Schmutterer, 1990). Por sua vez, Aldhous (1992) assinalou que a decalina é a parte estrutural responsável pela inibição do crescimento nos insetos enquanto que Balandrin et al. (1988) argumentaram que são os compostos organossulfurados das sementes de nim que ocasionam a inibição do crescimento nos insetos.

Concentrações de azadiractina menores do que aquelas capazes de provocar inibição alimentar são suficientemente capazes de alterar o crescimento e a ocorrência de ecdise (Anwar et al., 1992; Govindachari, 1992 e Rembold, 1988).

Jacobson et al. (1984) e Klocke & Kubo (1982) evidenciaram que a concentração efetiva de azadiractina necessária para inibir o crescimento em 50% da população das lagartas de *S. frugiperda* de primeiro ínstar, alimentadas, por 10 dias em dieta artificial contendo azadiractina, foi de 0,4 ppm, atribuindo tal fato à inibição da ecdise. Por outro lado, 1 ppm é a concentração de azadiractina necessária para inibir a ecdise de 95% da população das lagartas de primeiro ínstar de *S. frugiperda* (Klocke, 1987; Kubo & Klocke, 1982 e Schmutterer, 1990).

A morte do inseto pode ocorrer antes ou durante a muda, devido à não ocorrência de apólise ou ecdise, em função da dose de azadiractina e do tempo de exposição (Mordue (Luntz) & Blackwell, 1993). Acrescenta-se ainda

que as aberrações que ocorrem nas formas imaturas, induzidas pela azadiractina, provêm da redução na concentração ou do atraso na liberação do ecdisônio na hemolinfa.

O mecanismo de ação da azadiractina na inibição do crescimento através do bloqueio dos receptores do ecdisônio pode ser perfeitamente explicado pela similaridade de suas estruturas químicas indicando que a síntese do hormônio juvenil também é afetada pela azadiractina e, desta forma, os insetos afetados morrem na condição farata, incapazes de se moverem e/ou se alimentarem (Govindachari, 1992; Klocke, 1987 e Redfern et al., 1981).

Um fator importante que pode influenciar o efeito dos extratos de nim na regulação do crescimento é a temperatura, sendo que, em condições tropicais (altas temperaturas), os insetos morrem em poucos dias enquanto que, em situação inversa e com chuva intensa, esse efeito é bem mais demorado (Schmutterer, 1990).

Rodríguez (1995) verificou que os extratos de *M. azedarach* e de *T. pallida*, à 1 e 2% (20 ml de extrato à 5% e 10% por 100 g de dieta, respectivamente) inibiram drasticamente o crescimento de lagartas, sendo pouco pronunciado este efeito à 0,2% (20 ml de extrato à 1% por 100 g de dieta). Alongamento da fase larval com extratos à 1% em dieta artificial também foi observado pelo referido autor com extratos de caules de *Cedrela odorata*, *C. fissilis* e *Trichilia clausenii*, folhas de *Guarea macrophylla*, *S. macrophylla* e *T. ciliata* e frutos de *G. guidonia* e *M. azedarach*. Avaliando os índices nutricionais em quatro das espécies testadas (*C. fissilis*, *M. azedarach*, *S. macrophylla* e *T. clausenii*), o autor verificou que, embora o extrato de frutos de *M. azedarach* tenha provocado o prolongamento da fase larval, ocorreu menor consumo de alimento e, conseqüentemente, menor peso do inseto. Já em *T. clausenii*, embora tenha ocorrido maior consumo de alimento, não ocorreu maior peso do inseto. As menores eficiências de conversão de alimento ocorreram quando as

lagartas se alimentaram em dietas contendo extratos de caules de *T. clausenii* e folhas de *S. macrophylla*.

O efeito de extrato de meliáceas, alongando a fase larval da referida praga, também foi constatada por Vendramim & Scampini (1997) criando o inseto em folhas de milho tratadas com extratos aquosos de frutos de *M. azedarach*, à concentração de 5%.

2.3.2.3. Mortalidade

Avaliando os efeitos de *M. azedarach* na biologia de *S. frugiperda*, McMillian et al. (1969) verificaram que a adição das substâncias extraídas de folhas desta meliácea com clorofórmio, e adicionadas em dieta artificial (3, 10 e 30 g/Kg), provocaram, respectivamente, 5; 90 e 100% de mortalidade larval.

De acordo com Mikolajczak & Reed (1987), a incorporação de extratos etanólico e hexânico das sementes de *A. indica* à 1% (10.000 ppm) em dieta artificial usada para alimentar lagartas de *S. frugiperda* com 6 dias de idade, provocou 80 e 100% de mortalidade nesta fase, respectivamente. Para menores concentrações e para lagartas de primeiro ínstar, Mikolajczak et al. (1989) verificaram maior toxicidade com solventes de maior polaridade.

Lagartas de *S. frugiperda*, alimentadas nos primeiros 7 dias com dieta contendo extratos aquosos (5%) dos frutos de *Switenia humilis* e *T. americana* apresentaram mais de 30% de mortalidade em relação à testemunha (Lagunes et al., 1984 e Rodríguez & Lagunes, 1992).

De acordo com Maredia et al. (1992), lagartas de primeiro ínstar de *S. frugiperda* alimentadas com dieta contendo sementes de *A. indica* (10 g/Kg) apresentaram 75% de mortalidade aos 7 dias e 100% aos 14 dias, em comparação com 10 e 30%, respectivamente, registrados na testemunha.

Hellpap (1984) encontrou 100% de mortalidade com concentrações superiores à 5 e 10 ppm, respectivamente, quando utilizou dieta contendo extrato metanólico de sementes de nim sobre lagartas de 4 e 10 dias de idade. Constatou também que a maioria das lagartas com 4 dias de idade levaram mais tempo para morrer (entre 6 e 19 dias), enquanto nas maiores a morte ocorreu entre 11 e 20 dias. O tempo letal foi reduzido com a adição de um fago-estimulante (Coax 1%) ao substrato alimentar.

Conforme o observado por Klocke & Kubo (1982), a concentração de azadiractina necessária para provocar 95% de mortalidade na população de lagartas de *S. frugiperda* de primeiro ínstar, alimentadas por 10 dias, em dieta artificial foi de 1 ppm.

Já Villar et al. (1988) constataram aumento na produção de milho com a utilização de extratos aquosos vegetais de *Trichilia havanensis* e *T. americana* para o controle de *S. frugiperda*.

Rodríguez (1995), testando extratos aquosos à 1% (20 ml de extrato de extrato por 100 g de dieta artificial) de 15 espécies de meliáceas, verificou variação no efeito letal em função da espécie de planta e do órgão vegetal utilizado para preparar o extrato. Os efeitos mais drásticos foram registrados com extratos de caules e folhas de *T. pallida* e de sementes de *A. indica* que provocaram mortalidade total das lagartas, vindo a seguir os extratos de sementes de *C. odorata* e os frutos de *M. azedarach* que provocaram mortalidades de 96 e 84%, respectivamente. O efeito letal de frutos de *M. azedarach* sobre esta praga foi confirmado por Vendramim & Scampini (1997) que registraram mortalidade de 30 e 70% das lagartas criadas, respectivamente, em genótipos de milho suscetível e resistente tratados com o referido extrato.

2.3.3. Efeito de meliáceas sobre inimigos naturais

Saxena et al. (1981) observaram aumento no nível de parasitismo em larvas de *Cnaphalocrocis medicinalis* (Guenée), após a aplicação do óleo de nim, enquanto Schmutterer (1990) reportou que as lagartas de *S. frugiperda*, sobreviventes da aplicação de nim, não afetaram os seus predadores *Ectatoma ruidum* Roger e *Doru taeniatum* (Dohrn), acrescentando que a eficiência dos inimigos naturais deve aumentar, posto que as lagartas tratadas ficam mais expostas, pouco vigorosas e com menor mobilidade.

No que diz respeito à toxicidade de extratos de meliáceas, em especial os derivados de nim, sobre abelhas, Larson (1990) observou que estas não foram afetadas pelo contacto direto com azadiractina.

Por sua vez, Stark et al. (1992) assinalaram que a azadiractina não ocasionou efeitos adversos sobre os parasitóides *Psytallia incisi* (Silvestri), *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmed) e *D. tryoni* (Cameron) desenvolvidos, respectivamente, em *Dacus dorsalis* Hendel e *Ceratitis capitata* (Wiedemann), quando expostos à concentração que inibiu a emergência dos adultos destas pragas.

Avaliando o efeito repelente do nim sobre abelhas e outros polinizadores, Naumann (1994) e Naumann et al. (1994) observaram que as abelhas são capazes de detectar concentrações inferiores a 0,1 ppm de azadiractina, em solução açucarada. Como esta substância tem ação repelente, os produtos derivados do nim são considerados inócuos para os referidos insetos.

2.4. Associação de genótipos resistentes e plantas inseticidas

Considerando-se que, até o momento, poucas pesquisas foram realizadas a respeito do efeito associado de plantas resistentes e extratos vegetais, a bibliografia referente ao assunto é bastante escassa. Entretanto, pode-se fazer um paralelo com a metodologia de utilização associada de plantas resistentes e inseticidas químicos de outras origens (Lara, 1991 e Vendramim, 1990), já que tecnicamente os princípios podem ser considerados análogos. Segundo Vendramim (1990), a eficiência na ação associada destes métodos pode aumentar devido a uma série de razões dentre as quais a ação independente dos dois métodos de controle com efeitos isolados se adicionando contra a praga; a presença, na variedade resistente, de características morfológicas que proporcionam melhor cobertura das estruturas vegetais pelos inseticidas; ação da planta sobre o inseto, alterando a sua suscetibilidade ao inseticida, além da ação do inseticida sobre a planta, afetando indiretamente o inseto. Ainda segundo o autor, a ação interativa entre métodos, muitas vezes pode ser de difícil visualização se for analisada de maneira isolada ou generalizada, principalmente considerando-se as complexas interações.

Painter (1968) faz menção a pelo menos dez trabalhos de autores distintos tratando das ações interativas de inseticidas e diferentes dietas e/ou plantas resistentes.

Segundo McMillian et al. (1972), a aplicação de inseticidas sobre o híbrido de milho doce resistente conferiu menor prejuízo na observação de espigas saudáveis em infestações natural e artificial.

Também Parrott et al. (1973) observaram o efeito de inseticidas associados a dois genótipos morfológicamente distintos de algodão, com brácteas normais e do tipo frego (brácteas retorcidas, deixando o botão floral exposto), constatando que, para dois inseticidas avaliados, ocorreu maior

mortalidade no genótipo tipo frego. Este aspecto morfológico da planta parece favorecer a ação de inseticidas sobre o bicudo, *Anthonomus grandis* Boh., uma vez que nestas há maior movimentação dos insetos sobre as maçãs, tornando-os mais expostos aos produtos.

Outros autores como Kea et al. (1978) avaliaram a eficiência de metomil, metil paration e *Bacillus thuringiensis* sobre *Epilachna varivestis* (Mulsant), *H. zea* e *Pseudoplusia includens* (Walker) alimentadas com genótipos de soja resistente e suscetível. Verificaram redução na DL_{50} de metomil e *B. thuringiensis* para *H. zea* alimentada com o genótipo resistente em relação ao suscetível não tendo sido observada diferença em relação ao metil paration enquanto que para *P. includens* ocorreu o inverso, com redução na DL_{50} dos insetos tratados com plantas resistentes e metil paration, o que não ocorreu para metomil e *B. thuringiensis*. Observando a porcentagem de controle de *H. zea*, quando a soja foi tratada com esses mesmos produtos, notou-se maior eficiência no material resistente em relação ao suscetível, inclusive destacando que *B. thuringiensis* praticamente não afetou a população de lagartas nas plantas suscetíveis. Dessa forma, pode-se concluir que houve maior eficiência do inseticida na associação com o genótipo resistente.

Avaliando o efeito de extrato aquoso de frutos de *M. azedarach* sobre o desenvolvimento de *S. frugiperda* em dois genótipos de milho, um resistente e outro suscetível, Vendramim & Scampini (1997) constataram que as lagartas alimentadas com folhas de milho contendo o extrato da referida meliácea, apresentaram prolongamento no período de desenvolvimento, redução no peso de lagartas e na viabilidade larval, sendo estes efeitos mais acentuados no genótipo resistente.

Dessa maneira, apesar do número ainda incipiente de pesquisas na área, as perspectivas de uso associado de métodos de controle de pragas, com especial atenção para a associação de genótipos resistentes e plantas inseticidas, parecem promissoras.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida, em condições de laboratório, no Setor de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, com o objetivo de avaliar o efeito de extratos aquosos de *Trichilia pallida* Swartz no desenvolvimento e sobrevivência de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) alimentada em diferentes genótipos de milho.

3.1. Obtenção de lagartas de *S. frugiperda*

A criação de *S. frugiperda* teve início com a coleta, no campo, de lagartas de quarto e quinto ínstar, que foram transferidas ao laboratório e alimentadas até a fase de pupa com folhas de milho. Após a emergência, os adultos foram acondicionados em gaiolas de plástico tipo "PVC", de 20 cm de altura por 10 cm de diâmetro, revestidas internamente com papel sulfite, que serviu de substrato de oviposição. A alimentação dos adultos consistiu de uma solução de mel à 10%, a qual era trocada a cada 48 horas. Os ovos, coletados diariamente, foram mantidos sobre papel de filtro umedecido, no interior de placas de Petri, até a eclosão das lagartas que foram confinadas, individualmente, em tubos de ensaio contendo dieta artificial de Burton & Perkins (1972). As pupas foram sexadas e os adultos emergidos foram introduzidos na gaiola de oviposição.

Periodicamente, insetos selvagens, coletados no campo, eram introduzidos para cruzamento com aqueles do laboratório visando a manutenção do vigor da população.

Este procedimento foi efetuado por gerações sucessivas, de modo a assegurar a demanda de insetos para os diversos experimentos.

3.2. Material vegetal

3.2.1. Genótipos de milho

Os genótipos de milho avaliados foram AG-303 e C-901, considerados como padrão suscetível e os genótipos Mp705 e Mp707, CMS 14C, CMS 23 e Zapalote Chico (ZC), incluídos como resistentes a *S. frugiperda* (Silveira et al., 1997; Vendramim & Scampini, 1997; Viana & Potenza, 1992; Viana & Silva, 1994; Williams & Davis, 1984 e Wiseman & Widstrom, 1986).

Os genótipos Mp são linhagens obtidas e lançadas pela Universidade Estadual de Mississippi, como resistentes a insetos mastigadores, especialmente *Diatraea grandiosella* (Dyar), *Ostrinia nubilalis* (Hübner) e *S. frugiperda*. O genótipo ZC é uma raça centro-americana bastante utilizada no Brasil como padrão de resistência à lagarta-do-cartucho e os genótipos CMS 14C e CMS 23 são materiais que têm sido utilizados no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS/EMBRAPA) como fonte de resistência a *S. frugiperda* nos projetos de melhoramento de milho.

Os referidos materiais foram mantidos em cultivo em parcelas individuais de 20m², na área experimental do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, seguindo-se as recomendações fitotécnicas para a cultura de milho. Apesar de ter havido variação nos genótipos resistentes utilizados nos

diversos experimentos, em virtude da indisponibilidade de sementes para o último experimento, procurou-se usar sempre folhas coletadas de plantas com idade entre 35 e 45 dias após o plantio, quando estas apresentavam de 7 a 9 folhas com a bainha visível. Após a coleta (diária), as folhas eram transferidas ao laboratório, lavadas com água de torneira e mantidas, por cerca de 15 minutos, com a parte basal imersa em água para evitar o ressecamento durante o período de alimento das lagartas.

3.2. 2. Plantas da família Meliaceae

3.2.2.1. Obtenção de *T. pallida* e de *Azadirachta indica* A. Juss

As folhas e ramos de *T. pallida* (Figura 1) foram obtidos a partir de coletas no Bosque Municipal de Pedreira, SP, enquanto que as sementes de *A. indica* (nim), utilizadas como padrão de atividade inseticida no último experimento, foram provenientes de estoque existente no laboratório de Resistência de Plantas a Insetos da ESALQ/USP.

3.2.2.2. Obtenção dos extratos e tratamento dos genótipos

Após a secagem das folhas e ramos de *T. pallida* e das sementes de nim por um período de 4 a 5 dias, em estufa à 40 °C, procedeu-se a moagem até a obtenção de pó fino, o qual foi armazenado em frascos de vidro, tampados com tampa plástica e mantidos em ambiente seco.

Os extratos aquosos foram obtidos misturando-se os respectivos pós em água destilada na concentração de 5% (peso/volume), agitando-se em liquidificador até a completa homogeneização, após o que foram mantidos em

recipientes de vidro, com tampa, por 24 horas. As sementes do nim foram trituradas somente por ocasião do preparo do extrato aquoso.

No momento da utilização, a mistura era filtrada, através de peneira de malha fina, obtendo-se uma suspensão homogênea a partir da qual procederam-se as diluições, nas diferentes concentrações, de acordo com o objetivo de cada experimento. Cada genótipo de milho foi tratado com os extratos mergulhando-se pedaços de folhas de 5 X 3 cm por um período de 2 segundos, nas respectivas suspensões. Para cada genótipo foi incluído um tratamento testemunha em que as folhas eram tratadas apenas com água destilada. Após este procedimento, os pedaços de folhas eram distribuídos sobre uma superfície plana, coberta com papel toalha, onde permaneciam ao ar livre até a evaporação do excesso de água. Isto era efetuado diariamente, momentos antes da troca das folhas utilizadas para a alimentação das lagartas.

3.3. Bioensaios

A pesquisa constou de cinco experimentos sendo que para a avaliação e acompanhamento do desenvolvimento biológico de *S. frugiperda*, foram utilizados tubos de vidro de fundo chato, com as dimensões de 8,5 x 2,5 cm, contendo pedaços de folhas de cada genótipo, previamente tratados com os respectivos extratos, onde lagartas recém-eclodidas foram individualmente confinadas, tamponando-se os tubos com algodão hidrófugo. Idêntico procedimento foi mantido para os pedaços de folhas não tratados. Os tubos foram mantidos em prateleiras, em posição inclinada, com o tampão voltado para baixo. A transferência e manipulação diária das lagartas foi efetuada com o auxílio de um pincel fino. As folhas eram substituídas diariamente, anotando-se o número de lagartas mortas. Isto foi feito até o estágio de pré-pupa (considerado como parte da fase larval), ocasião em que o alimento foi

suprimido. Aos 10 dias a contar da “inoculação e também aos 15 dias para os experimentos descritos nos itens 3.3.2 e 3.3.4, as lagartas sobreviventes foram pesadas. A troca de folhas foi mantida até que as lagartas exibissem características de pré-pupa, ocasião em que o alimento foi suprimido. As pupas foram pesadas com 24 horas de idade e mantidas nos respectivos tubos de vidro até a emergência de adultos.

O delineamento estatístico inteiramente casualizado foi adotado, para os todos os experimentos. A análise de variância dos dados foi realizada aplicando-se o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

3.3.1. Efeito de diferentes concentrações de extratos aquosos de *T. pallida* no desenvolvimento e sobrevivência de *S. frugiperda*, em folhas de milho

As folhas do genótipo AG 303 foram tratadas com o extrato de ramos de *T. pallida*, nas concentrações de 1; 3 e 5%, tendo como testemunha folhas tratadas com água destilada. As condições climáticas foram: temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR de $80 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h.

As seguintes variáveis biológicas foram avaliadas :

- Fase larval
 - . peso aos 10 dias
 - . duração
 - . viabilidade
- Fase pupal
 - . peso (com 24 horas)
 - . duração
 - . viabilidade

O experimento foi constituído por 4 tratamentos (níveis de concentração dos extratos) e 8 repetições. Cada unidade experimental (repetição) foi composta por 5 lagartas, totalizando 40 indivíduos por tratamento.

3.3.2. Determinação da concentração mais adequada de extratos aquosos de ramos de *T. pallida* para estudos do efeito sobre *S. frugiperda* alimentada em genótipos resistentes de milho

Neste experimento, foram utilizadas folhas dos genótipos C-901 (padrão) e CMS-23 (resistente) submetidos ao extrato de ramos, nas concentrações de 1 e 0,1 %. Foram utilizadas como testemunha folhas dos respectivos genótipos tratados com água destilada. As condições climáticas foram: temperatura de $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 14 h. Além das variáveis biológicas descritas no item 3.3.1, também foi avaliado o peso de lagartas aos 15 dias de idade.

O experimento foi constituído por 6 tratamentos [2 genótipos x 3 concentrações (0; 0,1 e 1%) do extrato] e 4 repetições. Cada unidade experimental (repetição) foi composta por 10 lagartas, totalizando 40 indivíduos por tratamento. A análise de variância dos dados seguiu o esquema fatorial, considerando-se os fatores genótipo e concentração do extrato.

3.3.3. Efeito de extratos aquosos de ramos e folhas de *T. pallida*, à 1%, no desenvolvimento e sobrevivência de *S. frugiperda* alimentada em genótipos de milho

Os genótipos utilizados foram C 901 (padrão) e CMS 14C, CMS 23 e ZC (resistentes), os quais foram submetidos aos extratos aquosos de folhas e de ramos na concentração de 1%. Foram utilizadas como testemunha folhas dos respectivos genótipos tratados com água destilada. As condições climáticas foram: temperatura de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 14 h. As variáveis biológicas avaliadas foram as mesmas descritas no item 3.3.1.

O experimento foi constituído por 12 tratamentos [4 genótipos x 3 extratos (folhas, ramos e testemunha)] e 4 repetições. O tamanho da unidade experimental e a análise de variância dos dados foram os mesmos descritos no item 3.3.2.

3.3.4. Efeito de extratos aquosos de ramos e folhas de *T. pallida*, à 0,1%, no desenvolvimento e sobrevivência de *S. frugiperda* alimentada em genótipos de milho

Os genótipos, tipos de extratos, delineamento experimental, tamanho da unidade experimental e análise de variância foram os mesmos descritos no item 3.3.3, mudando-se apenas a concentração, que neste experimento foi de 0,1%, a inclusão da variável peso larval aos 15 dias e as condições climáticas (temperatura de $27\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 14 h).

3.3.5. Efeito de extratos aquosos de *T. pallida* , à 5%, na sobrevivência de *S. frugiperda* alimentada em genótipos de milho

Os genótipos utilizados neste experimento foram AG 303 (padrão) e Mp705, Mp707 e ZC (resistentes), os quais foram tratados com extratos aquosos de folhas e ramos de *T. pallida* e de sementes de *A. indica* (nim), à concentração de 5%. Foram utilizadas como testemunha folhas dos respectivos genótipos tratados com água destilada. As condições climáticas foram: temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR de $80\pm 10\%$ e fotofase de 14 h.

As variáveis biológicas avaliadas neste experimento foram:

- . mortalidade larval acumulada no 3º, 5º e 7º dia a contar da inoculação.
- . tempo necessário para que ocorresse a mortalidade de 100% da população de lagartas.
- . mortalidade ao final da fase larval.

O experimento foi constituído por 16 tratamentos [4 genótipos x 4 extratos (folhas e ramos de *T. pallida*, sementes de nim e testemunha)] e 4 repetições. O tamanho da unidade experimental e a análise de variância foram os mesmos descritos no item 3.3.2.

Figura 1 - Planta de *Trichilia pallida* Swartz.
A - galhos; B- frutos; C - sementes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Efeito de diferentes concentrações de extratos aquosos de *Trichilia pallida* Swartz no desenvolvimento e sobrevivência de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) em folhas de milho

4.1.1. Fase Larval

Embora os valores obtidos para peso de lagartas, aos 10 dias, tenham variado entre 20,47 mg para os insetos criados em folhas tratadas com extrato de *T. pallida* à 5% e 54,45 mg para aqueles criados em plantas não tratadas (testemunha), não houve diferença significativa entre as médias (Tabela 1 e Figura 2). Tal fato provavelmente se deva à elevada variabilidade intraespecífica do inseto, mesmo tendo sido tomados os cuidados, no presente trabalho, de se adotar medidas visando à homogeneização do lote de lagartas, com a utilização de indivíduos de mesma idade e provenientes de uma mesma população. Esta hipótese é reforçada pelo alto coeficiente de variação obtido, indicando o efeito diferenciado do extrato sobre os insetos para uma mesma concentração. Resultados semelhantes têm sido verificado em trabalhos similares (Castiglioni & Vendramim, 1996; Williams & Buckley, 1992 e Wiseman & Widstrom, 1992).

A viabilidade larval, por outro lado, foi bastante afetada pelos tratamentos obtendo-se, na menor concentração do extrato, viabilidade bastante inferior (32,78%) ao valor obtido na testemunha (83,33%). Com o aumento da concentração do extrato para 3%, a viabilidade reduziu-se a 4,17%, sendo que, à 5%, nenhuma lagarta concluiu o desenvolvimento (Tabela 1 e Figura 3), o que obviamente impossibilitou a obtenção dos dados para as demais variáveis biológicas.

A duração da fase larval também foi afetada pelo tratamento das folhas de milho com extrato de *T. pallida*, verificando-se, para as lagartas alimentadas em folhas tratadas, um alongamento desta fase em cerca de 5 dias tanto à 3% como à 1%, em relação às lagartas criadas na testemunha (19,78 dias) (Tabela 1 e Figura 4) .

4.1.2. Fase Pupal

O peso de pupas foi afetado pelos substratos utilizados para alimentação das lagartas (Tabela 2 e Figura 2), sendo que os insetos provenientes de lagartas que se alimentaram com folhas de milho tratadas com extrato de *T. pallida*, nas concentrações de 1 e 3%, tiveram seus pesos (163,86 e 146,00 mg, respectivamente) reduzidos em aproximadamente 40%, comparados com a testemunha (235,10 mg).

A viabilidade pupal foi afetada drasticamente pelo extrato à concentração de 3%, impossibilitando a emergência de adultos neste tratamento. Já à 1%, embora o peso de pupas tenha sido menor que na testemunha, não houve diferença significativa em relação aos valores de viabilidade (87,50% no tratamento e 78,75% na testemunha (Tabela 2 e Figura 3). Por outro lado, os pesos semelhantes e as viabilidades diferentes, comparando-se os tratamentos à 1 e 3%, sugerem que as pupas, aparentemente em idênticas condições de desenvolvimento já que os pesos foram similares, encontravam-se, na realidade, em piores condições na concentração de 3%, acarretando viabilidade nula. Em função da possibilidade de ocorrência dessa discrepância, justifica-se a necessidade de avaliação, nestes tipos de ensaios, de outras variáveis do ciclo biológico do inseto.

A duração da fase de pupa, restrita aos tratamentos com 1% de extrato e testemunha, não foi afetada, encontrando-se um valor de aproximadamente 10 dias em ambos (Tabela 2 e Figura 4).

Tabela 1 - Peso, viabilidade e duração da fase larval de *Spodoptera frugiperda* alimentada com folhas de milho tratadas com extrato aquoso de ramos de *Trichilia pallida*. Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14h.

CONCENTRAÇÃO DO EXTRATO ¹	VARIÁVEIS BIOLÓGICAS ¹		
	PESO (mg)	VIABILIDADE (%)	DURAÇÃO (DIAS)
TESTEMUNHA	54,45 a	83,33 a	19,78 b
1%	36,22 a	32,78 b	24,86 a
3%	32,00 a	4,17 c	24,00 a
5%	20,47 a	0,00 c	-
CV (%)	55,84	44,77	5,03

¹ Médias seguidas da mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 2 - Peso, viabilidade e duração da fase pupal de *Spodoptera frugiperda* proveniente de lagartas alimentadas com folhas de milho tratadas com extrato aquoso de ramos de *Trichilia pallida*.
Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14h.

VARIÁVEIS BIOLÓGICAS ¹			
CONCENTRAÇÃO	PESO (mg)	VIABILIDADE (%)	DURAÇÃO (DIAS)
TESTEMUNHA	235,10 a	78,75 a	9,95 a
1%	163,86 b	87,50 a	11,00 a
3%	146,00 b	0,00 b	-
5%	-	-	-
CV (%)	5,38	23,25	7,53

¹ Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Figura 2– Peso de lagartas e de pupas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de milho tratadas com extratos aquosos de ramos de *Trichilia pallida*. Temperatura: $25\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $80\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Figura 3 – Viabilidade das fases larval e pupal de *Spodoptera frugiperda* alimentada com folhas de milho tratadas com extratos aquosos de ramos de *Trichilia pallida*. Temperatura: $25\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $80\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Figura 4 – Duração das fases larval e pupal de *Spodoptera frugiperda* alimentada com folhas de milho tratadas com extratos aquosos de ramos de *Trichilia pallida*. Temperatura: $25\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $80\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

4.2. Determinação da concentração mais adequada de extratos aquosos de ramos de *T. pallida* para estudos do efeito sobre *S. frugiperda* alimentada em genótipos resistentes de milho

À concentração de 1% do extrato, houve mortalidade de todas as lagartas, antes dos 10 dias, nos dois genótipos, o que impossibilitou a tomada de dados para este tratamento, em relação a todas as variáveis com exceção da viabilidade larval.

4.2.1. Fase larval

A comparação do peso de lagartas, aos 10 dias, entre as parcelas tratadas com extrato à 0,1% e as parcelas não tratadas, nos dois genótipos testados, evidencia que tanto o fator genótipo quanto o fator extrato afetaram o desenvolvimento de *S. frugiperda*, sendo também significativa a interação dos referidos fatores (Tabela 3 e Figura 5). A ocorrência de interação pode ser caracterizada quando se observa que o efeito de genótipo foi constatado apenas nas parcelas em que o extrato não foi utilizado, situação em que os insetos desenvolvidos no material resistente CMS 23 apresentaram menor peso (8,95 mg) que os desenvolvidos no padrão C 901 (26,41 mg). Com o uso do extrato, os pesos médios foram bastante baixos nos dois genótipos (2,80 e 4,96 mg, respectivamente), não havendo diferença entre as médias, possivelmente em função do pronunciado efeito deletério do extrato sobre as lagartas, o que pode ter mascarado o efeito do material genético. O efeito do extrato, por outro lado, foi constatado nos dois genótipos, havendo uma redução de peso significativa de 26,41 para 4,96 mg em 'C 901' e de 8,95 para 2,80 mg em 'CMS 23'.

A constatação, nas parcelas testemunhas, de pesos de lagartas menores neste experimento em relação ao anterior (item 4.1, Tabela 1), para a

mesma idade de avaliação (10 dias), provavelmente se deva à diferença de temperatura no laboratório (25 e 23°C), já que com menor temperatura, como a ocorrida no segundo experimento, as lagartas teriam atrasado o seu desenvolvimento, estando, no momento da avaliação, com idade fisiológica comparativamente menor.

Em termos de efeito dos tratamentos, os resultados de peso larval obtidos aos 15 dias foram bastante semelhantes aos registrados aos 10 dias, verificando-se novamente que tanto o fator genótipo quanto o fator extrato afetou significativamente o ganho de peso pelas lagartas, constatando-se também a significância da interação destes fatores (Tabela 4 e Figura 5). Também nesta idade, o efeito do genótipo só foi constatado na ausência do extrato, quando as lagartas criadas no genótipo CMS 23 apresentaram menor peso (81,13 mg) que aquelas criadas no genótipo C 901, que pesaram, em média, 205,68 mg. Na presença do extrato, embora aparentemente as lagartas criadas em 'CMS 23' tenham apresentado peso médio inferior às criadas em 'C 901', não houve diferença significativa entre as médias. Conforme discutido para os dados de peso obtidos com 10 dias, é possível que o acentuado efeito do extrato tenha mascarado o efeito dos genótipos nas parcelas tratadas. Também neste experimento, o efeito do extrato foi registrado nos dois genótipos, com redução de 205,68 mg para 34,89 mg em 'C 901' e de 81,13 para 16,86 mg em CMS 23.

A similaridade dos resultados para lagartas com 10 e 15 dias reforça a ocorrência de efeito dos fatores testados sobre o crescimento do inseto, indicando que este, na necessidade de degradar possíveis aleloquímicos presentes no material resistente e no extrato vegetal, acaba desviando para esta finalidade recursos que normalmente seriam utilizados para transformação em biomassa e, conseqüentemente, para o crescimento (Tanzubil & McCaffery, 1990).

No que se refere à viabilidade larval, também houve efeito do fator genótipo e do fator extrato, sendo ainda significativa a interação destes fatores,

registrando-se, conforme relatado no início da discussão deste ensaio que, à concentração de 1%, os valores de viabilidade foram nulos nos dois genótipos testados (Tabela 5 e Figura 6). O efeito de genótipo, neste ensaio, foi verificado tanto na presença como na ausência do extrato, verificando-se, no entanto, que, na presença do extrato, a redução de viabilidade no genótipo resistente foi mais acentuada (de 48,81 para 15,87%), que na ausência deste (de 100 para 85,71%). O efeito do extrato, por outro lado, foi constatado nos dois genótipos, havendo, também neste caso, variação na intensidade do referido efeito. Assim, enquanto no genótipo CMS 23, a redução foi de 85,71 para 15,87%, no genótipo C 901, a variação foi menor (de 100 para 48,81%). A ocorrência de efeitos mais drásticos na viabilidade quando foram associados os dois fatores, resultando neste caso um efeito maior que o somatório dos efeitos isolados, sugere a ocorrência de sinergismo, evidenciando que as lagartas desenvolvidas no genótipo resistente (CMS 23) possivelmente tenham se tornado mais vulneráveis à ação de substâncias deletérias presentes no extrato da meliácea *T. pallida*.

A observação da mortalidade diária acumulada (Figura 7) evidencia claramente o efeito letal do extrato de *T. pallida*, à concentração de 1%, sobre as lagartas de *S. frugiperda*, já que, enquanto a essa concentração, nos dois genótipos, todas as lagartas já estavam mortas até o 8º dia, nos demais tratamentos a mortalidade larval era de cerca de 35% em 'C 901' e 60 % em 'CMS 23' tratados à 0,1% e de 0 e 10% nas parcelas não tratadas dos respectivos genótipos.

Verifica-se, por outro lado, comparando-se este experimento com o anterior (item 4.1, Tabela 1), para a concentração 1% do extrato, que, neste segundo experimento, ocorreu um efeito mais drástico do extrato, provocando a morte de todas as lagartas, enquanto no primeiro cerca de 30% delas sobreviveram ao final da fase larval. É possível que, ao menos em parte, isto se deva a uma maior suscetibilidade do genótipo padrão utilizado no item 4.1.

A duração da fase larval também foi afetada pelos fatores genótipo e extrato, não se constatando para este parâmetro efeito significativo da interação dos referidos fatores (Tabela 6 e Figura 8). Desta forma, considerando-se a média entre insetos desenvolvidos em parcelas tratadas com o extrato à 0,1% e parcelas não tratadas, a duração da fase larval em 'CMS 23' foi prolongada em cerca de 2 dias em relação à registrada em 'C901' (28,54 e 26,67 dias, respectivamente). Analisando-se, por outro lado, o efeito do extrato, verifica-se que, em média para os dois genótipos, ocorreu um prolongamento ainda maior (mais de 5 dias) quando são comparados os tratamentos com (30,32 dias) e sem extrato (24,89 dias) .

A ocorrência de maiores valores para a fase larval neste experimento em relação ao anterior (item 4.1, Tabela 1), nas parcelas testemunhas, reforça a hipótese que, em função da menor temperatura no segundo experimento, as lagartas atrasaram o seu desenvolvimento.

4.2.2. Fase pupal

Embora o peso de pupas tenha variado entre 217,79 mg (lagartas criadas em folhas de 'C 901' não tratadas) e 185,43 mg (lagartas criadas em folhas de 'CMS-23' tratadas com extrato) não houve diferença entre as médias, comparando-se todos os tratamentos (Tabela 7 e Figura 5), o mesmo ocorrendo para a viabilidade pupal, que variou entre 96,43 e 66,67%, naqueles mesmos tratamentos (Tabela 8 e Figura 6).

O prolongamento da fase larval sem a correspondente redução no peso de pupas nas parcelas tratadas possivelmente se deva à presença de doses baixas de substâncias tóxicas à concentração de 0,1% do extrato, já que segundo Tanzubil & McCaffery (1990), estas doses baixas provocam inibição do crescimento, mas não da alimentação do inseto.

No que se refere à duração da fase pupal, constatou-se efeito significativo da interação dos fatores extrato e genótipo. O valor obtido para as pupas provenientes de lagartas alimentadas em folhas de 'CMS 23' tratadas com extrato foi menor (9,50 dias) que aqueles obtidos nos tratamentos 'CMS 23' sem extrato e 'C 901' com e sem extrato (variação entre 10,39 e 10,96 dias) (Tabela 9 e Figura 8). Esta redução na duração da fase pupal no tratamento em que tinha ocorrido o pior desempenho do inseto na fase larval, e que, em princípio, não era esperado, possivelmente se deva ao fato de, neste tratamento, ter ocorrido uma seleção natural da população (em função da baixa viabilidade larval no referido tratamento), permitindo a sobrevivência dos indivíduos mais vigorosos e, portanto, mais aptos a atingir a fase adulta com maior rapidez do que nos outros tratamentos.

Tabela 3 - Peso (mg) de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, aos 10 dias, alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de *Trichilia pallida*. Temperatura: 23±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	CONCENTRAÇÃO (%) ¹			MÉDIA
	TESTEM.	0,1	1,0 ²	
C 901	26,41 A a	4,96 B a	-	15,69
CMS 23	8,95 A b	2,80 B a	-	5,87
MÉDIA	17,68	3,88	-	
CV (%)	28,76			

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

² Não houve sobrevivência.

Tabela 4 - Peso (mg) de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, aos 15 dias, alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de *Trichilia pallida*. Temperatura: 23±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	CONCENTRAÇÃO (%) ¹			MÉDIA
	TESTEM.	0,1	1,0 ²	
C 901	205,68 A a	34,89 B a	-	120,29
CMS 23	81,13 A b	16,86 B a	-	49,00
MÉDIA	143,41	25,88	-	
CV (%)	24,10			

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

² Não houve sobrevivência.

Tabela 5 - Viabilidade (%) da fase larval de *Spodoptera frugiperda* alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de *Trichilia pallida*. Temperatura: $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	CONCENTRAÇÃO (%) ¹			MÉDIA
	TESTEM.	0,1	1,0 ²	
C 901	100,00 A a	48,81 B a	0,00	74,40
CMS 23	85,71 A b	15,87 B b	0,00	50,75
MÉDIA	92,86	32,30	0,00	
CV (%)	13,35			

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

² Dados não incluídos na análise estatística (Variância nula entre os tratamentos).

Tabela 6 - Duração (dias) da fase larval de *Spodoptera frugiperda* alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de *Trichilia pallida*. Temperatura: $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	CONCENTRAÇÃO (%) ¹			MÉDIA
	TESTEM.	0,1	1,0 ²	
C 901	23,70	29,65	-	26,67 b
CMS 23	26,08	31,00	-	28,54 a
MÉDIA	24,89 B	30,32 A	-	
CV(%)	5,63			

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

² Não houve sobrevivência.

Tabela 7 - Peso (mg) de pupas de *Spodoptera frugiperda* provenientes de lagartas alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de *Trichilia pallida*. Temperatura: $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	CONCENTRAÇÃO (%) ¹		
	TESTEM.	0,1	MÉDIA
C 901	217,79	193,33	205,56 a
CMS 23	202,87	185,43	194,15 a
MÉDIA	210,33 A	189,38 A	
CV (%)	10,54		

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$)

Tabela 8 - Viabilidade (%) da fase pupal de *Spodoptera frugiperda* proveniente de lagartas alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de *Trichilia pallida*. Temperatura: $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$ e Fotofase: 14 horas.

GENÓTIPOS ¹	CONCENTRAÇÃO (%) ¹		
	TESTEM.	0,1	MÉDIA
C 901	96,43	93,75	95,09 a
CMS 23	87,50	66,67	77,08 a
MÉDIA	91,96 A	80,21 A	
CV(%)	30,09		

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 9 – Duração (dias) da fase pupal de *Spodoptera frugiperda* proveniente de lagartas alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de *Trichilia pallida*. Temperatura: 23±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	CONCENTRAÇÃO (%) ¹		
	TESTEM.	0,1	MÉDIA
C 901	10,39 A a	10,96 A a	10,67
CMS23	10,75 A a	9,50 B b	10,13
MÉDIA	10,57	10,23	
CV(%)	5,63		

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Figura 5- Peso de lagartas e de pupas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de *Trichilia pallida*. Temperatura: $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14h.

Figura 6 – Viabilidade das fases larval e pupal de *Spodoptera frugiperda* alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de *Trichilia pallida*. Temperatura: $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Figura 7 – Mortalidade diária acumulada de lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de *Trichilia pallida*. Temperatura: $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Figura 8 – Duração das fases larval e pupal de *Spodoptera frugiperda* alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos de ramos de *Trichilia pallida*. Temperatura: $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

4.3. Efeito de extratos aquosos de ramos e folhas, à 1%, de *T. pallida* no desenvolvimento e sobrevivência de *S. frugiperda* alimentada em genótipos de milho

Em relação aos tratamentos em que os genótipos de milho foram tratados com extrato de folhas e de ramos, à concentração de 1%, somente os dados de peso e viabilidade da fase larval puderam ser comparados estatisticamente para todos eles. Nos tratamentos em que as folhas dos quatro genótipos foram tratadas com extrato de ramos e naqueles em que as folhas dos genótipos resistentes CMS 14C e CMS 23 foram tratadas com extrato de folhas de *T. pallida*, nenhum inseto concluiu a fase larval, impossibilitando a análise dos dados referentes à duração da fase larval e peso, duração e viabilidade da fase pupal. Apesar de terem sido obtidos dados nas testemunhas (não tratadas) dos genótipos CMS 14C e CMS 23, não foi possível incluí-los na análise em esquema fatorial. Assim, para determinação do efeito dos genótipos não tratados sobre as referidas variáveis não foi utilizada a análise estatística em esquema fatorial.

4.3.1. Fase larval

O peso de lagartas, aos 10 dias, foi afetado pelos fatores genótipo e extrato, sendo também significativa a interação dos referidos fatores (Tabela 10 e Figura 9). O efeito do fator genótipo foi detectado apenas no tratamento testemunha, em que as lagartas alimentadas com 'Zapalote Chico' (ZC) apresentaram-se menos pesadas (71,25 mg) que aquelas criadas nos genótipos C 901 e CMS 14C que apresentaram peso de 154,50 e 175,63 mg,

respectivamente. Nos tratamentos em que os genótipos foram tratados, embora tenham ocorrido variações entre 67,00 e 94,50 mg (tratamento com extrato de folhas) e 39,75 e 72,25 mg (tratamento com extrato de ramos), não houve diferença significativa entre médias de genótipos dentro de cada tratamento. A atividade do extrato de *T. pallida*, provocando redução no peso larval, por outro lado, foi constatada em todos os genótipos com exceção de 'ZC'. Em 'C 901', a redução de peso foi de 45% com o uso do extrato de folhas e de 53% quando o genótipo foi tratado com extrato de ramos. Os efeitos foram ainda mais drásticos quando as lagartas foram criadas em 'CMS 14C', situação em que as reduções foram de 62 e 77%, respectivamente, o que sugere a ocorrência de efeito interativo genótipo x extrato. Para o genótipo CMS 23, no entanto, embora o uso do extrato de folhas tenha reduzido o peso larval em 23%, não houve diferença significativa entre as médias. Já o uso do extrato de ramos, neste genótipo, provocou redução significativa no peso larval (56%) em relação à testemunha. Os valores obtidos para lagartas criadas com extrato de folhas e de ramos não diferiram entre si. Em 'ZC', embora o peso larval no tratamento com extrato de ramos (48,70 mg) tenha sido aparentemente menor que nos demais tratamentos (71,25 mg na testemunha e 72,25 mg com uso do extrato de folhas) não houve diferença significativa entre as médias.

A não ocorrência de redução significativa no peso larval com o uso de extratos de ramos, pode estar relacionada ao fato de que sendo o genótipo ZC menos preferido para alimentação pelo inseto (Silveira, 1994), as lagartas tenham consumido uma menor quantidade de compostos tóxicos, insuficiente para um efeito mais acentuado sobre a referida variável.

O maior peso larval médio obtido no genótipo padrão, não tratado, em relação ao mesmo tratamento nos experimentos anteriores (item 4.1, Tabela 1 e item 4.2, Tabela 3) novamente pode ser devido à diferença de temperatura já que, no experimento em questão, a temperatura (28°C) foi superior às dos experimentos anteriores (23 e 25°C), o que provavelmente tenha acelerado o desenvolvimento larval, fazendo com que, aos 10 dias de idade, as lagartas se

encontrassem num estágio fisiológico mais adiantado e, portanto, mais próximo da pupação.

Também neste experimento, a viabilidade larval de *S. frugiperda* foi afetada tanto pelo fator genótipo como pelo fator extrato, ocorrendo ainda significância da interação destes fatores (Tabela 11 e Figura 10). O efeito dos genótipos pode ser observado tanto na ausência como na presença do extrato de folhas embora de forma diferenciada quando são comparadas estas duas situações. Assim, quando os genótipos de milho não receberam extrato de folhas de *T. pallida*, os insetos desenvolvidos em 'CMS 23' apresentaram viabilidade menor (66,07%) que os desenvolvidos nos demais genótipos, nos quais as viabilidades não diferiram entre si, variando entre 81,54 e 92,85%. Já na presença do extrato de folhas, a mortalidade larval foi total nos genótipos CMS 23 e CMS 14C. Nos demais tratamentos, também foi constatada diferença entre as viabilidades, com maior valor para os insetos criados em 'ZC' (70,83%) em relação àqueles alimentados em 'C 901' (51,79%). O efeito do extrato, por outro lado, pode ser observado em todos os genótipos testados. Conforme mencionado anteriormente, o uso do extrato de ramos de *T. pallida* provocou mortalidade total de lagartas, nos quatro genótipos testados. Já no que se refere ao extrato de folhas, embora em todos os genótipos tenha sido observado efeito significativo em relação à testemunha, este foi mais drástico nos genótipos CMS 14C e CMS 23, nos quais os valores da viabilidade nas parcelas tratadas com o extrato reduziram-se de 81,54 e 66,07%, respectivamente, para 0%. Nos genótipos C 901 e ZC, as variações entre parcelas não tratadas e tratadas foram menores (91,67 para 51,79% e 92,85 para 70,83%, respectivamente).

A mortalidade total ao final da fase larval em todos os tratamentos com extrato de ramos vêm ratificar os dados discutidos no item 4.2 (Tabela 5), onde independente do genótipo testado ocorreu viabilidade nula com este extrato à 1%.

Em relação aos tratamentos em que foram obtidos dados de duração da fase larval para parcelas tratadas pelo extrato de folhas de *T. pallida* e não tratadas, verifica-se que o referido parâmetro foi afetado apenas pelo fator extrato (Tabela 12). Assim, considerando-se a média entre os genótipos C 901 e ZC, verifica-se que, nas parcelas tratadas, houve alongamento de aproximadamente 4 dias na fase larval, com valores de 17,56 e 21,36 dias, para parcelas tratadas e não tratadas, respectivamente. Lagartas alimentadas em 'C 901' e 'ZC' apresentaram valores semelhantes para a duração da fase larval (19,13 e 19,79 dias, respectivamente) considerando-se a média entre parcelas tratadas e não tratadas. A menor duração da fase larval na testemunha em relação ao mesmo tratamento discutido no item 4.2 (Tabela 6) vem ratificar a hipótese de que a maior temperatura no experimento em questão tenha acelerado a conclusão da fase larval do inseto.

Considerando-se os tratamentos que não receberam extrato, para os quais foram obtidos dados de duração da fase larval para todos os genótipos (Tabela 16), constata-se que as lagartas alimentadas nos genótipos CMS 23 e CMS 14C alongaram o período de desenvolvimento, sendo os valores médios obtidos (23,25 e 22,67 dias) superiores aos registrados em 'C 901' (16,73 dias) e 'ZC' (18,40 dias), os quais não diferiram entre si, confirmando os dados obtidos através de análise em esquema fatorial (Tabela 12).

4.3.2. Fase pupal

O peso pupal foi afetado por ambos os fatores, sendo também significativa a interação genótipo x extrato. O efeito do genótipo foi observado apenas nas parcelas não tratadas, situação em que as pupas provenientes das lagartas criadas em 'ZC' apresentaram-se menos pesadas (8%) que as criadas em 'C 901' (197,89 e 216,10 mg, respectivamente). O efeito do extrato, por outro lado, foi mais drástico que o de genótipo, reduzindo o peso de pupas em

36% (de 216,10 para 138,18 mg em 'C 901') e em 28% (de 197,89 para 142,78 mg no genótipo ZC (Tabela 13).

Em relação aos dados obtidos para os tratamentos em que os genótipos não foram tratados (Tabela 16), verifica-se que o peso médio obtido em 'ZC' (197,80 mg) foi significativamente menor que aqueles obtidos nos demais materiais, os quais variaram entre 216,10 e 228,30 mg. A ocorrência de diferença estatística entre os pesos obtidos em 'C 901' e 'ZC', ratificam os resultados da análise estatística em esquema fatorial (Tabela 13).

A viabilidade e a duração da fase pupal não foram afetadas por nenhum dos fatores testados, registrando-se valores muito próximos tanto para viabilidade (variáveis entre 83,33 e 90,00%) (Tabela 14) como para duração da fase pupal (variáveis entre 8,95 e 9,67 dias) (Tabela 15) quando são comparados os quatro tratamentos (genótipos 'C 901' e 'ZC', tratados e não tratados).

A observação dos dados de viabilidade e duração da fase pupal, obtidos nos tratamentos em que os genótipos não receberam extrato (Tabela 16), evidencia que também nesse caso, não houve diferença significativa entre as médias (85,00 a 95,00% e 9,04 e 9,52 dias, respectivamente), confirmando novamente os dados obtidos na análise em esquema fatorial para os genótipos C 901 e ZC (Tabelas 14 e 15).

Tabela 10 - Peso (mg) de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, aos 10 dias, alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 1%, de *Trichilia pallida*. Temperatura: 28±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	EXTRATOS ¹			
	TESTEM.	FOLHAS	RAMOS	MÉDIA
C 901	154,50 A a	85,25 B a	72,25 B a	104,00
CMS 14C	175,63 A a	67,00 B a	39,75 B a	94,13
CMS 23	122,50 A ab	94,50 AB a	54,50 B a	90,50
ZC	71,25 A b	72,75 A a	48,70 A a	64,23
MÉDIA	130,97	79,88	53,80	
CV (%)	38,51			

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

² Não houve sobrevivência.

Tabela 11 – Viabilidade (%) da fase larval de *Spodoptera frugiperda* alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 1%, de *Trichilia pallida*. Temperatura: 28±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	EXTRATOS ¹			MÉDIA
	TESTEM.	FOLHAS	RAMOS ²	
C 901	91,67 A a	51,79 B b	0,00	71,37
CMS 14C	81,54 A ab	0,00 B	0,00	40,50
CMS 23	66,07 A b	0,00 B	0,00	32,87
ZC	92,85 A a	70,83 B a	0,00	81,50
MÉDIA	83,03	30,66	0,00	
CV (%)	16,15			

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

² Dados não incluídos na análise estatística (variância nula entre os tratamentos).

Tabela 12 – Duração (dias) da fase larval de *Spodoptera frugiperda* alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 1%, de *Trichilia pallida*. Temperatura: 28±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	EXTRATOS ¹			MÉDIA
	TESTEM.	FOLHAS	RAMOS ²	
C 901	16,73	21,53	-	19,13 a
ZC	18,40	21,19	-	19,79 a
CMS 14C ²	-	-	-	-
CMS 23 ²	-	-	-	-
MÉDIA	17,56 B	21,36 A		
CV (%)	8,23			

¹Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

²Não houve sobrevivência nas parcelas tratadas com extrato.

Tabela 13 - Peso (mg) de pupas de *Spodoptera frugiperda* provenientes de lagartas alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 1%, de *Trichilia pallida*. Temperatura: $28\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	EXTRATOS ¹			MÉDIA
	TESTEM.	FOLHAS	RAMOS ²	
C 901	216,10 A a	138,18 B a	-	177,44
ZC	197,80 A b	142,78 B a	-	170,33
CMS 14C²	-	-	-	-
ZMS 23²	-	-	-	-
MÉDIA	207,00	140,48	-	-
CV (%)	5,77			

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

² Não houve sobrevivência nas parcelas tratadas com extrato.

Tabela 14 - Viabilidade (%) da fase pupal de *Spodoptera frugiperda* proveniente de lagartas alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 1%, de *Trichilia pallida*. Temperatura: $28\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	EXTRATOS ¹			MÉDIA
	TESTEM.	FOLHAS	RAMOS ²	
C 901	90,00	83,33	-	86,67 a
ZC	83,93	85,00	-	84,46 a
CMS 14C²	-	-	-	-
CMS 23²	-	-	-	-
MÉDIA	86,96 A	84,17A	-	-
CV (%)	19,00			

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

² Não houve sobrevivência nas parcelas tratadas com extrato.

Tabela 15 - Duração (dias) da fase pupal de *Spodoptera frugiperda* proveniente de lagartas alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 1%, de *Trichilia pallida*. Temperatura: $28\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	EXTRATOS ¹			MÉDIA
	TESTEM.	FOLHAS	RAMOS ²	
C 901	9,04	9,67	-	9,35 a
ZC	9,24	8,95	-	9,09 a
CMS 14C²	-	-	-	-
CMS 23²	-	-	-	-
MÉDIA	9,14 A	9,31 A	-	-
CV (%)	5,74			

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

² Não houve sobrevivência nas parcelas tratadas com extrato.

Tabela 16- Duração (dias) da fase larval e duração (dias), peso (mg) e viabilidade (%) da fase pupal de *Spodoptera frugiperda* alimentada em diferentes genótipos de milho. Temperatura: 28±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS	DURAÇÃO ¹		PESO ¹	VIABILIDADE ¹
	F. LARVAL	F. PUPAL		
C 901	16,73 b	9,04 a	216,10 a	90,00 a
CMS 14C	22,67 a	9,52 a	224,61 a	91,67 a
CMS 23	23,25 a	9,06 a	228,30 a	95,00 a
ZC	18,40 b	9,24 a	197,80 b	85,00 a
CV (%)	4,94	5,16	4,60	14,55

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Figura 9 – Peso de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, aos 10 dias, alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 1%, de *Trichilia pallida*. Temperatura: $28\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Figura 10 – Viabilidade da fase larval de *Spodoptera frugiperda* alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 1%, de *Trichilia pallida*. Temperatura: $28\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

4.4. Efeito de extratos aquosos de ramos e folhas, à 0,1%, de *T. pallida* no desenvolvimento e sobrevivência de *S. frugiperda* alimentada em genótipos de milho

4.4.1. Fase larval

O peso de lagartas de *S. frugiperda*, aos 10 dias, foi afetado tanto pelo fator genótipo como pelo fator extrato, sendo também significativa a interação destes fatores (Tabela 17 e Figura 11). O efeito do fator genótipo foi observado, entretanto, apenas no tratamento com extrato de ramos, situação em que constatou-se menor peso nos insetos desenvolvidos nos genótipos resistentes CMS 14C (62,94 mg) e ZC (72,26 mg) do que naqueles desenvolvidos no genótipo C 901 (98,38 mg), ocorrendo em 'CMS 23', um valor intermediário (82,41 mg). Nos demais tratamentos, embora tenha ocorrido alguma variação entre as médias (92,77 a 110,06 mg nas parcelas não tratadas e 89,03 a 111,75 mg nas parcelas tratadas com extrato de folhas), não foram registradas diferenças significativas entre médias dentro de cada tratamento. Em relação ao fator extrato, a redução significativa do peso larval foi verificada apenas com os genótipos CMS 14C e CMS 23 tratados com extrato de ramos, nos quais os valores médios encontrados foram, respectivamente, 35% (62,94 mg) e 25% (82,41mg) menores que aqueles obtidos nas respectivas parcelas testemunhas (97,23 e 109,61 mg, respectivamente). Nos demais genótipos, embora a utilização do extrato de ramos tenha aparentemente reduzido o peso larval em relação às respectivas parcelas não tratadas (22% em 'ZC' e 11% em 'C 901'), não houve diferença estatística entre as médias. Os pesos larvais obtidos nas parcelas tratadas com extrato de folhas foram semelhantes aos observados nas parcelas testemunhas dos respectivos genótipos.

O peso de lagartas, aos 15 dias, foi afetado pelos dois fatores, não sendo significativa, no entanto, nesta idade, a interação dos fatores genótipo x extrato

(Tabela 18 e Figura 12). No que se refere ao efeito de genótipo, observa-se que as lagartas criadas nos materiais resistentes 'ZC', 'CMS 14C' e 'CMS 23', apresentaram-se menos pesadas (com valores médios variando de 316,22 a 338,54 mg) que aquelas criadas no genótipo C 901 (391,84 mg), considerando-se, para todos os genótipos, a média entre os três tratamentos. Por outro lado, considerando-se a média entre os quatro genótipos, verifica-se que as lagartas criadas em parcelas tratadas com extrato de ramos foram as menos pesadas, apresentando um valor médio (251,42 mg) 26% menor que o observado nas parcelas tratadas com extrato de folhas (339,80 mg) e 43% menor que o registrado nas parcelas não tratadas (442,68 mg). A diferença significativa também foi constatada na comparação dos tratamentos testemunha e extrato de folhas, em que as lagartas criadas neste último foram 23% mais leves.

O maior valor de peso aos 15 dias obtido no genótipo padrão C 901, neste experimento, em relação aos dados registrados para o mesmo tratamento, no experimento discutido no item 4.2 (Tabela 4), provavelmente se deva, como discutido anteriormente, à diferença de temperatura, já que, neste experimento, o laboratório se apresentava com temperatura 4°C mais elevada. Isto possivelmente provocou uma aceleração no desenvolvimento do inseto, fazendo com que a esta idade o inseto se encontrasse numa idade fisiológica mais avançada neste experimento que no anterior.

A viabilidade larval foi afetada apenas pelo fator extrato, verificando-se que, nas parcelas tratadas com o extrato de ramos, a viabilidade média, considerando-se os quatro genótipos, foi de 64,38%, valor significativamente menor que os registrados no tratamento contendo extrato de folhas e na testemunha não tratada, nos quais a viabilidade esteve em torno de 95%. Os valores obtidos nos diferentes genótipos foram bastante semelhantes, variando entre 83,33 e 87,50%, considerando-se a média entre os três tratamentos (Tabela 19 e Figura 13).

Como era esperado, o efeito dos extratos de folhas e ramos à 0,1% na sobrevivência das lagartas de *S. frugiperda* foi menos acentuado que no

experimento em que os mesmos foram utilizados à concentração de 1%. A comparação entre os valores médios tomados para os quatro genótipos revela que, enquanto à 1%, as viabilidades nos extratos de folhas e de ramos foram, respectivamente, 30,66 e 0% (Tabela 11), estes valores médios, à 0,1%, foram respectivamente, 95,00 e 64,38% (Tabela 19).

No que se refere à duração da fase larval, constatou-se efeito dos dois fatores, não sendo verificada significância na interação dos mesmos. Assim, observa-se que as lagartas criadas no genótipo resistente ZC apresentaram um período larval maior (19,83 dias) que as criadas em 'C 901' (18,46 dias), verificando-se, nos demais genótipos, valores intermediários. Em relação ao fator extrato, o efeito só foi constatado quando os genótipos foram tratados com extrato de ramos. Nesse caso, ocorreu um alongamento da fase larval em relação aos demais tratamentos, tendo sido registrado, em média para os quatro genótipos, um valor de 20,86 dias contra 18,15 e 18,99 dias, respectivamente para as parcelas testemunhas e parcelas tratadas com extrato de folhas (Tabela 20 e Figura 14).

4.4.2. Fase pupal

O peso de pupas foi afetado pelos fatores genótipo e extrato, sendo também significativa a interação dos referidos fatores (Tabela 21 e Figura 15). O efeito do fator genótipo foi detectado apenas na testemunha e no tratamento em que os genótipos foram tratados com extrato de folhas. Em ambas as situações, as pupas provenientes de lagartas alimentadas com 'ZC' apresentaram-se menos pesadas do que aquelas criadas nos demais genótipos (com exceção do genótipo CMS 14C para o tratamento extrato de folhas). Nas parcelas não tratadas, o peso de pupas em 'ZC' foi de 156,38 mg enquanto que nos demais genótipos os valores variaram entre 179,04 e 195,50 mg. Já nas parcelas em que os genótipos foram tratados com o extrato de

folhas, o peso de pupas em 'ZC' foi de 134,60 mg, sendo inferior aos pesos encontrados em 'CMS 23' (155,17 mg) e em 'C 901' (156,71 mg).

O efeito do fator extrato, por sua vez, manifestado através da redução de peso de pupas, foi verificado em todos os genótipos, constatando-se em todos eles, menor peso para pupas provenientes de lagartas criadas em genótipos tratados com extrato de ramos, em relação às criadas na presença de extrato de folhas e nas testemunhas (Tabela 21 e Figura 15). Efeito redutivo mais acentuado foi observado em 'CMS 14C', tanto devido aos extratos de folhas como de ramos. Na primeira situação, o percentual redutivo (em relação às parcelas não tratadas) foi de 22%, contra uma variação de 13% a 18% para os demais genótipos. Já na presença do extrato de ramos, a redução de peso pupal foi de 46% (35 a 43% nos demais genótipos). Comparando-se as parcelas tratadas com extrato de folhas e de ramos, verifica-se que nestas a redução variou de 24% ('ZC') a 31% ('CMS 14C' e 'C 901').

O prolongamento da fase larval acompanhada de redução do peso pupal que foi verificada no extrato de ramos indica que o referido extrato provocou inibição de crescimento e de alimentação, o que sugere, de acordo com Tanzubil & McCaffery (1990), que a dose de compostos tóxicos presentes à concentração de 0,1% ainda poderia, sob este aspecto, ser considerada elevada.

A viabilidade da fase pupal foi afetada apenas pelo fator extrato, verificando-se que, nas parcelas tratadas com extrato de ramos, a viabilidade média, considerando-se a média entre os quatro genótipos foi reduzida para 70,25% em relação ao tratamento contendo extrato de folhas e à testemunha não tratada, nos quais as viabilidades foram de 96,07 e 93,66%, respectivamente. Em relação ao fator genótipo, embora tenha ocorrido variação entre 80,38 e 93,21%, considerando-se a média entre os três tratamentos, não houve diferença significativa entre os valores obtidos médias (Tabela 22).

A duração da fase pupal foi afetada apenas pelo fator genótipo, verificando-se que, no genótipo resistente CMS 23, houve um alongamento

desta fase, sendo o valor médio de 9,83 dias maior que o obtido no genótipo 'C 901' (9,33 dias), ocorrendo valores intermediários nos demais materiais. A variação do período pupal na presença ou ausência de extrato apresentou variação bastante reduzida (9,47 a 9,74 dias), não tendo ocorrido diferença estatística entre as médias (Tabela 23).

Tabela 17- Peso (mg) de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, aos 10 dias, alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de *Trichilia pallida*. Temperatura: $27\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	EXTRATOS ¹			MÉDIA
	TESTEM.	FOLHAS	RAMOS	
C 901	110,06 A a	101,32 A a	98,38 A a	103,25
CMS 14C	97,23 A a	89,64 A a	62,94 B b	83,27
CMS 23	109,61 A a	89,03 AB a	82,41 B ab	93,68
ZC	92,77 AB a	111,75 A a	72,26 B b	92,26
MÉDIA	102,41	97,94	79,00	
CV (%)	15,81			

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 18- Peso (mg) de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, aos 15 dias, alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos. à 0,1%, de *Trichilia pallida*. Temperatura: $27\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	EXTRATOS ¹			
	TESTEM.	FOLHA S	CAULE S	MÉDIA
C 901	520,29	371,00	284,24	391,84 a
CMS 14C	426,78	341,90	227,08	331,92 b
CMS 23	426,11	326,23	263,27	338,54 b
ZC	397,53	320,05	231,09	316,22 b
MÉDIA	442,68 A	339,80 B	251,42 C	
CV (%)	15,50			

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 19 - Viabilidade (%) da fase larval de *Spodoptera frugiperda* alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de *Trichilia pallida*. Temperatura: 27±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	EXTRATOS ¹			
	TESTEM.	FOLHAS	RAMOS	MÉDIA
C 901	100,00	92,50	70,00	87,50 a
CMS 14C	97,50	100,00	57,50	85,00 a
CMS 23	90,00	95,00	65,00	83,33 a
ZC	95,00	92,50	65,00	84,17 a
MEDIA	95,62 A	95,00 A	64,38 B	
CULTIVARES (%)	12,81			

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 20 - Duração (dias) da fase larval de *Spodoptera frugiperda* alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1% de *Trichilia pallida*. Temperatura: $27\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	EXTRATOS ¹			MÉDIA
	TESTEM.	FOLHAS	RAMOS	
C 901	17,30	18,05	20,03	18,46 b
CMS 14C	18,70	18,51	21,97	19,72 ab
CMS 23	17,52	20,05	20,39	19,32 ab
ZC	19,08	19,36	21,04	19,83 a
MEDIA	18,15 B	18,99 B	20,86 A	
CV (%)	6,75			

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 21- Peso (mg) de pupas de *Spodoptera frugiperda* provenientes de lagartas alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de *Trichilia pallida*. Temperatura: 27±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	EXTRATOS ¹			MÉDIA
	TESTEM.	FOLHA S	RAMOS	
C901	190,27 A a	156,71 B a	108,72 Ca	151,90
CMS 14C	195,50 A a	151,58 B ab	104,60 Ca	150,56
CMS 23	179,04 A a	155,17 B a	115,71 Ca	149,98
ZC	156,38 A b	134,60 B b	102,08 Ca	131,02
MÉDIA	180,30	149,51	107,78	
CV (%)	7,22			

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 22- Viabilidade (%) da fase pupal de *Spodoptera frugiperda* proveniente de lagartas alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de *Trichilia pallida*. Temperatura: $27\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	EXTRATOS ¹			MÉDIA
	TESTEM.	FOLHAS	RAMOS	
C 901	90,00	97,50	76,00	87,83 a
CMS 14C	95,00	92,14	54,00	80,38 a
CMS 23	95,00	94,64	66,00	85,21 a
ZC	94,64	100,00	85,00	93,21 a
MÉDIA	93,66 A	96,07 A	70,25 B	
CV (%)	15,83			

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 23 - Duração (dias) da fase pupal de *Spodoptera frugiperda* proveniente de lagartas alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de *Trichilia pallida*. Temperatura: 27±2°C; UR: 70±10%; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	EXTRATOS ¹			
	TESTEM.	FOLHAS	RAMOS	MÉDIA
C 901	9,19	9,56	9,25	9,33 b
CMS 14C	9,55	9,57	9,63	9,59 ab
CMS 23	9,88	9,38	10,22	9,83 a
ZC	9,29	9,37	9,86	9,50 ab
MEDIA	9,48 A	9,47 A	9,74 A	
CV (%)	4,46			

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Figura 11 – Peso de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, aos 10 dias, alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de *Trichilia pallida*. Temperatura: $27\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Figura 12 – Peso de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, aos 15 dias, alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de *Trichilia pallida*. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Figura 13 – Viabilidade da fase larval de *Spodoptera frugiperda* alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de *Trichilia pallida*. Temperatura: $27\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Figura 14 – Duração da fase larval de *Spodoptera frugiperda*, alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de *Trichilia pallida*. Temperatura: $27\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14h.

Figura 15 – Peso de pupas de *Spodoptera frugiperda*, com 24 horas, provenientes de lagartas alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 0,1%, de *Trichilia pallida*. Temperatura: $27\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

4.5. Efeito de extratos aquosos de *T. pallida*, à 5%, na sobrevivência de *S. frugiperda* criada em genótipos de milho

4.5.1. Mortalidade larval diária acumulada

A análise dos percentuais acumulados de mortalidade durante os 7 primeiros dias em que as lagartas se alimentaram nos diferentes genótipos tratados e não tratados com extratos aquosos de meliáceas revela que, nos três períodos de avaliação (3, 5 e 7 dias), foram constatados efeitos dos fatores genótipo e extrato, sendo também significativa a interação destes (Tabelas 24, 25 e 26).

Observando-se os dados referentes à avaliação feita aos 3 dias, ocasião em que ocorreram as primeiras lagartas mortas, verifica-se que o efeito do fator genótipo foi verificado apenas no tratamento em que se utilizou extrato de sementes de nim, sendo que a mortalidade neste caso foi verificada somente para as lagartas criadas no genótipo resistente Mp705 (41,66%). No tratamento em que as folhas de milho não receberam extrato aquoso, a mortalidade foi nula em todos os genótipos, enquanto que nos demais, embora aparentemente tenha ocorrido alguma variação na mortalidade larval entre genótipos (2,08 a 8,33%, no tratamento com extrato de folhas de *T. pallida* e 20,83 a 37,50%, no tratamento com extrato de ramos desta mesma planta), não houve diferença significativa entre as médias dentro de cada tratamento (Tabela 24 e Figura 16). A total sobrevivência larval nas parcelas tratadas com nim em todos os genótipos, com exceção de 'Mp 705', pode ser devido ao efeito deterrente do extrato desta meliácea, provocando baixo consumo de alimento e, conseqüentemente, baixa ingestão de compostos tóxicos nos primeiros dias. No caso de 'Mp705', em princípio, duas hipóteses poderiam ser estabelecidas: efeito sinérgico da resistência varietal e da planta inseticida, determinando

mortalidade do inseto mesmo com a ingestão de baixa concentração de aleloquímicos ou efeito fagoestimulante das folhas do genótipo em questão, determinando maior consumo alimentar e, conseqüentemente, maior ingestão de toxinas.

O extrato de ramos provocou pronunciada ação letal (20,83 a 37,50% de mortalidade) nas lagartas de *S. frugiperda* com redução significativa na sobrevivência larval em todos os genótipos, em relação aos valores obtidos nos demais tratamentos, com exceção apenas aos valores encontrados no genótipo Mp707 tratado com extrato de folhas de *T. pallida* e no genótipo Mp705 tratado com extrato de sementes de nim, nos quais as mortalidades atingiram 8,33 e 41,66% (Tabela 24 e Figura 16).

No 5º dia, o efeito do fator genótipo tornou-se mais evidente com a expressão de seus efeitos em todos os tratamentos com exceção da testemunha (Tabela 25 e Figura 16). Quando os genótipos foram tratados com o extrato de folhas os insetos desenvolvidos em 'Mp707' apresentaram maior nível de mortalidade (39,58%) do que aqueles desenvolvidos nos genótipos Mp705 (12,49%) e ZC (8,33%), ocorrendo em 'AG 303', valor intermediário. Já na situação em que os genótipos foram tratados com extrato de ramos, a maior mortalidade (85,41%) ocorreu no genótipo AG 303 e o menor em 'ZC' (54,16%), havendo diferença estatística apenas entre estes valores. Quando os genótipos foram tratados com nim, novamente pode ser destacada a maior mortalidade em 'Mp705', cujo valor (93,75%) diferiu significativamente dos demais, com exceção daquele registrado em 'Mp707' onde também se observou mortalidade relativamente alta (60,41%). O efeito do fator extrato foi bastante afetado pelo genótipo no qual o inseto foi criado. Assim, nos genótipos ZC e AG 303, as mortalidades registradas no extrato de ramos (54,16 e 85,41%, respectivamente) superaram significativamente aquelas verificadas nos demais tratamentos, cujos valores médios variaram entre 0 e 29,16% ('AG 303') e 2,08 e 8,33% ('ZC'). Em 'AG 303', constatou-se ainda efeito significativo do extrato de sementes de nim em relação à testemunha. Já nos dois genótipos Mp,

ocorreu maior mortalidade nos extratos de caule e de nim que nas respectivas testemunhas, sendo o extrato de nim mais eficiente em 'Mp705' e o de caule mais eficiente em 'Mp707', verificando-se, ainda, que neste último foi obtida maior mortalidade nas parcelas tratadas com extrato de folhas que na testemunha.

Finalmente, na avaliação feita aos 7 dias (Tabela 26 e Figura 16), a mortalidade já era tão elevada (100% para todos os genótipos tratados com extrato de ramos e variação de 87,50 a 100% no extrato de nim) que não foi possível a manifestação de efeito varietal, não ocorrendo, nestes dois tratamentos, diferença significativa entre as médias. Quando foi feito o tratamento com extrato de folhas, a mortalidade no genótipo Mp707 (54,16%) diferiu significativamente daquela verificada em Mp705 (20,82%) e de 'ZC' (16,66%), sendo o valor deste último tratamento menor que o registrado em 'AG303' (41,66%). Já nas parcelas não tratadas, não foi constatado efeito do genótipo, embora as mortalidades médias tenham variado entre 20,83% ('Mp705') e 0% ('AG303'). Os extratos, por sua vez afetaram grandemente a sobrevivência de *S. frugiperda*, sendo que as mortalidades registradas nos tratamentos com extrato de ramos e de nim (variáveis entre 87,50 e 100%, considerando todos os tratamentos) diferiram significativamente dos valores obtidos no tratamento com extrato de folhas e na testemunha. A comparação entre estes revela eficiência do extrato de folhas apenas nos genótipos Mp707 (54,16 contra 10,41%) e AG 303 (41,66 contra 0%).

4.5.2. Tempo necessário para matar 100% da população larval

Em relação à referida variável, não constam os dados referentes às lagartas criadas nas testemunhas dos quatro genótipos, já que nestes

tratamentos não ocorreu 100% de mortalidade da população de lagartas de *S. frugiperda* mesmo ao final da fase larval.

Analisando-se, por outro lado, os demais tratamentos, verifica-se que o tempo necessário para matar 100% da população larval foi afetado tanto pelo fator genótipo como pelo fator extrato, sendo também significativa a interação dos referidos fatores (Tabela 27 e Figura 17). O efeito do fator genótipo, entretanto, foi verificado apenas com o emprego do extrato de folhas de *T. pallida*, situação em que o tempo requerido para a total mortalidade de lagartas no genótipo ZC (14,25 dias) foi superior aos tempos verificados nos demais genótipos, os quais variaram entre 9,25 e 11,50 dias. Em relação aos tratamentos em que as lagartas foram alimentadas com folhas de milho tratadas com extratos de caule de *T. pallida* e de sementes de nim, os resultados foram bastante próximos já que os tempos variaram entre 4,00 e 5,50 dias, não havendo diferença estatística entre as médias. Em função disso, o efeito do fator extrato foi semelhante para todos os genótipos, ocorrendo, em todos eles, tempos superiores no tratamento com extrato de folhas em relação aos tratamentos com extrato de ramos e de nim, não havendo entre estes diferença estatística entre as médias.

4.5.3. Mortalidade de lagartas ao final da fase larval

A mortalidade das lagartas avaliada ao final da fase larval, à semelhança das avaliações parciais (até os 7 dias), também foi afetada tanto pelo fator genótipo como pelo fator extrato, sendo também significativa a interação destes fatores (Tabela 28 e Figura 18). Como nos três tratamentos em que foram empregados extratos, a mortalidade das lagartas ao final da fase larval foi total em todos os genótipos, exceção feita a 'Mp707' tratado com extrato de folhas, em que a mortalidade foi de 97,75%, o efeito dos genótipos

pode ser observado apenas no tratamento testemunha. Nesta situação, os genótipos resistentes provocaram efeitos deletérios na sobrevivência de lagartas de *S. frugiperda*, observando-se que os índices de mortalidade encontrados em Mp705 e Mp707 (47,25 e 26,75%, respectivamente) foram maiores que o encontrado no genótipo AG 303 (3,50%), verificando-se em 'ZC' um valor intermediário. No que diz respeito ao efeito do fator extrato, nota-se que, em relação a esta variável, todos os extratos afetaram drasticamente e de forma semelhante a sobrevivência de *S. frugiperda*, uma vez que provocaram mortalidade total nos insetos, diferindo conseqüentemente dos dados obtidos nos genótipos não tratados, nos quais os índices de mortalidade variaram entre 3,50 e 47,25%. Isto mostra claramente o efeito inseticida dos extratos aquosos de folhas e ramos de *T. pallida* e de sementes de nim, à concentração de 5%, indicando que a variável mortalidade ao final da fase larval não é adequada para comparar o efeito dos extratos, devendo-se neste caso, serem feitas avaliações parciais. No presente trabalho, onde foram feitas avaliações diárias e analisados os resultados referentes aos 3, 5 e 7 dias, pode-se observar claramente que, embora ao final da fase larval, todos os extratos tenham provocado o mesmo nível de mortalidade (100%) (Tabela 28 e Figura 18), isto foi atingido mais rapidamente com os extratos de ramos de *T. pallida* e de sementes de nim (Tabela 27 e Figura 17), indicando que, na realidade, estes extratos foram mais eficientes que o extrato de folhas para controle de *S. frugiperda*.

Tabela 24 - Mortalidade acumulada (%), aos 3 dias, de lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 5%, de folhas e ramos de *Trichilia pallida* e de sementes de *Azadirachta indica* (nim). Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	EXTRATOS ¹				MÉDIA
	TESTEM. ²	FOLHAS	RAMOS	NIM	
AG 303	0,00	2,08 B a	35,41 A a	0,00 B b	12,50
Mp705	0,00	4,16 B a	37,50 A a	41,66 A a	27,78
Mp707	0,00	8,33 AB a	25,00 A a	0,00 B b	11,11
ZC	0,00	2,08 B a	20,83 A a	0,00 B b	7,64
MÉDIA	0,00	4,16	29,68	10,42	
CV (%)	69,96				

¹Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

² Dados não incluídos na análise estatística (variância nula entre os tratamentos).

Tabela 25 - Mortalidade acumulada (%), aos 5 dias, de lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 5%, de folhas e ramos de *Trichilia pallida* e de sementes de *Azadirachta indica* (nim). Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	EXTRATOS ¹				
	TESTEM.	FOLHAS	RAMOS	NIM	MÉDIA
AG 303	0,00 C a	22,91 BC ab	85,41 A a	29,16 B c	34,37
Mp705	12,49 C a	12,49 C b	62,49 B ab	93,75 A a	45,31
Mp707	4,16 C a	39,58 B a	72,91 A ab	60,41 AB b	44,27
ZC	2,08 B a	8,33 B b	54,16 A b	8,33 B c	18,23
MÉDIA	4,68	20,83	68,74	47,91	
CV (%)	38,17				

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 26 - Mortalidade acumulada (%), aos 7 dias, de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 5%, de folhas e ramos de *Trichilia pallida* e de sementes de *Azadirachta indica* (nim). Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	EXTRATOS ¹				MÉDIA
	TESTEM.	FOLHAS	RAMOS ²	NIM	
AG 303	0,00 C a	41,66 B ab	100,00	91,66 A a	44,44
Mp705	20,83 B a	20,82 B bc	100,00	100,00 A a	47,22
Mp707	10,41 C a	54,16 B a	100,00	100,00 A a	54,86
ZC	8,33 B a	16,66 B c	100,00	87,50 A a	37,50
MÉDIA	9,89	33,33	100,00	94,79	
CV (%)	25,39				

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

² Dados não incluídos na análise estatística (variância nula entre os tratamentos).

Tabela 27 – Tempo (dias) para matar 100% da população de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 5%, de folhas e ramos de *Trichilia pallida* e de sementes de *Azadirachta indica* (nim). Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	EXTRATOS ¹				
	TESTEM. ²	FOLHAS	RAMOS	NIM	MÉDIA
AG 303	-	10,50 A b	4,00 B a	5,50 B a	6,67
Mp705	-	11,50 A b	4,50 B a	4,00 B a	6,67
Mp707	-	9,25 A b	4,25 B a	5,00 B a	6,17
ZC	-	14,25 A a	4,50 B a	4,00 B a	7,58
MÉDIA	-	11,38	4,31	4,63	
CV (%)	19,58				

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$)

² Não houve 100% de mortalidade.

Tabela 28 – Mortalidade acumulada (%) em toda a fase larval de *Spodoptera frugiperda* alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 5%, de folhas e ramos de *Trichilia pallida* e de sementes de *Azadirachta indica* (nim). Temperatura: 25±2°C; UR: 80±10%; fotofase: 14 h.

GENÓTIPOS ¹	EXTRATOS ¹				MÉDIA
	TESTEM.	FOLHAS	RAMOS ²	NIM ²	
AG 303	3,50 B c	100,00 A a	100,00	100,00	51,75
Mp705	47,25 B a	100,00 A a	100,00	100,00	73,63
Mp707	26,75 B b	97,75 A a	100,00	100,00	62,25
ZC	16,25 B bc	100,00 A a	100,00	100,00	58,13
MÉDIA	23,44	99,44	100,00	100,00	
CV (%)	15,91				

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

² Dados não incluídos na análise estatística (variância nula entre os tratamentos).

Figura 16 – Mortalidade diária acumulada de lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 5%, de folhas e ramos de *Trichilia pallida* e de sementes de *Azadirachta indica* (nim). Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $80 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Figura 17 – Tempo para matar 100% da população de lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 5%, de folhas e ramos de *Trichilia pallida* e sementes de *Azadirachta indica* (nim). Temperatura: $25\pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $80\pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Figura 18 – Mortalidade da fase larval de *Spodoptera frugiperda* alimentada com genótipos de milho tratados com extratos aquosos, à 5%, de folhas e ramos de *Trichilia pallida* e sementes de *Azadirachta indica* (nim). Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $80 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

4.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Comparando-se o efeito dos genótipos e extratos nos parâmetros referentes às fases larval e pupal, verifica-se que as maiores alterações no desenvolvimento de *S. frugiperda* ocorreram durante a fase larval, confirmando ser esta fase mais adequada (em relação à fase pupal) para avaliação do efeito dos referidos fatores. Isto pode ser explicado porque é nesta fase que o inseto se alimenta e, conseqüentemente, se mantém mais exposto aos possíveis aleloquímicos presentes no genótipo resistente e na planta inseticida.

O retardamento no desenvolvimento de insetos que sobreviveram nos tratamentos em que houve efeito de genótipo e/ou de extrato, e que, neste trabalho, ocorreu na maioria dos experimentos, especialmente na fase larval, pode ser resultante de uma menor eficiência de conversão do alimento ingerido e digerido causada pelo desvio de parte dele para a degradação de substâncias tóxicas presentes no substrato alimentar (Tanzubil & McCafferry, 1990).

Analisando-se o efeito dos genótipos CMS 23, CMS 14C, Zapalole Chico, Mp705 e Mp707, incluídos, nos diversos experimentos, como materiais resistentes, verifica-se, observando-se apenas as parcelas não tratadas pelos extratos e sempre em comparação com os respectivos genótipos padrões C 901 e AG 303, que o comportamento dos mesmos, em muitos casos variou de um experimento para outro e nem sempre afetaram o desenvolvimento de *S. frugiperda* da forma citada na literatura.

Assim, no que se refere ao genótipo CMS 23, no experimento descrito no item 4.2 (Tabelas 3 a 6), o mesmo provocou redução de peso larval e pupal, bem como aumento na mortalidade larval e no período de desenvolvimento das lagartas sobreviventes. Já nos demais experimentos em que o mesmo foi

incluído, o efeito foi verificado apenas em relação à redução da sobrevivência e alongamento da fase larval (mas sem efeito no peso larval e pupal) no experimento constante no item 4.3 (Tabelas 11 e 16) e em relação ao peso larval aos 15 dias (sem efeito na sobrevivência) no experimento descrito no item 4.4 (Tabela 18). De qualquer forma é importante destacar que, embora as variáveis afetadas pelo genótipo CMS 23 tenham variado ao longo dos experimentos, em todos eles, houve algum efeito sobre o desenvolvimento larval de *S. frugiperda*, o que sugere que, além da resistência por tolerância referida por Viana et al. (1992), este material também apresenta uma moderada resistência por não-preferência para alimentação e/ou antibiose. Esta hipótese é reforçada pelos dados de viabilidade larval registrados no item 4.2, onde o efeito do extrato de *T. pallida* à 0,1%, neste genótipo, foi mais drástico que no genótipo padrão C 901 (Tabela 5), evidenciando que as lagartas desenvolvidas no genótipo CMS 23 possivelmente tenham se tornado mais vulneráveis à ação do extrato, o que só poderia estar ocorrendo na presença de outros tipos de resistência que não a tolerância.

Em relação ao genótipo CMS 14C, incluído nos experimentos descritos nos itens 4.3 e 4.4, verifica-se que o efeito sobre o desenvolvimento larval de *S. frugiperda* só foi constatado em relação ao alongamento da fase larval (item 4.3, Tabela 16) e à redução do peso das lagartas aos 15 dias (item 4.4, Tabela 18), não tendo sido registradas diferenças estatísticas em relação ao padrão 'C 901' para as demais variáveis biológicas (peso larval aos 10 dias, peso pupal e viabilidade larval nos itens 4.3 e 4.4 e duração da fase larval no item 4.4). Estes resultados, até certo ponto, discordam daqueles obtidos por Viana & Potenza (1992) que, além de terem observado, neste genótipo, baixo peso de lagartas, também registraram pupas menos pesadas e prolongamento da fase larval, o que levou os referidos autores a concluir que o mesmo apresenta resistência por antibiose.

Analisando-se, por outro lado, os dados obtidos para o genótipo Zapalote Chico, constata-se que, no experimento descrito no item 4.3, o referido

genótipo afetou o peso de lagartas aos 10 dias e o peso de pupas. No experimento seguinte (item 4.4), além da redução no peso de lagartas (aos 15 dias) e de pupas, o genótipo em questão também provocou alongamento da fase larval. No último experimento (item 4.5), onde foi avaliada apenas a sobrevivência larval, embora tenha havido uma tendência de maior mortalidade em 'ZC', quando comparado ao padrão, não houve diferença significativa entre as médias. O fato de ter sido observado menor peso larval em insetos desenvolvidos em 'ZC' e nenhum efeito na viabilidade larval foi observado em outros trabalhos de pesquisa. Assim, Vendramim & Fancelli (1988), trabalhando com seis genótipos de milho, incluindo ZC, concluíram ser este genótipo um dos menos adequados ao desenvolvimento de *S. frugiperda*, registrando, neste genótipo, o menor peso de lagartas, mas a maior viabilidade larval (98%). Silveira et al. (1997), discutindo o efeito do genótipo ZC sobre o desenvolvimento de *S. frugiperda*, destacaram que, embora as lagartas tenham apresentado o segundo menor valor de peso (dentre 11 materiais testados), não houve alteração nos níveis de viabilidade larval em relação aos materiais suscetíveis. Embora algumas das variáveis biológicas de *S. frugiperda* tenham sido afetadas pelo genótipo ZC, o nível de resistência pode ser considerado relativamente baixo o que discorda de diversos trabalhos que citam este genótipo como resistente à praga em questão (McMillian et al., 1967; Silveira et al., 1997; Vendramim & Fancelli, 1988; Viana & Potenza, 1991 a, b; Viana, 1994; Wilson et al., 1991; Wiseman & Widstrom, 1986).

A resistência dos genótipos Mp705 e Mp707, por outro lado, que fica bem caracterizada ao se observar os dados de mortalidade acumulada ao final da fase larval, no experimento descrito no item 4.5 (Tabela 28), está de acordo com os resultados obtidos por diversos autores (Williams & Davis, 1984; Silveira et al., 1997 e Vendramim & Fancelli, 1988).

Os resultados obtidos no presente experimento em relação ao efeito dos extratos, concordam, de modo geral, com os citados na literatura.

Assim, os dados obtidos com extratos de ramos à 1% nos experimentos descritos nos itens 4.2 (Tabela 5) e 4.3 (Tabela 11), que mostram a total mortalidade de lagartas nos vários genótipos tratados (inclusive no padrão comercial) estão de acordo com os resultados apresentados por Rodríguez & Vendramim (1996) que, utilizando extratos de ramos de *T. pallida* à 1%, incorporado em dieta artificial (20 ml de extrato à 5% por 100 g de dieta), também encontraram viabilidade larval nula. A discrepância com os dados de extrato de ramos à 1% só foi verificada no experimento constante no item 4.1 no qual, cerca de 30% das lagartas conseguiram concluir a fase larval (Tabela 1).

No que se refere aos extratos de folhas, entretanto, para os quais os autores em questão também obtiveram mortalidade total, e que no presente trabalho foi testado à 1% apenas no experimento constante do item 4.3, a mortalidade total só foi observada nos genótipos CMS 14C e CMS 23, já que em 'C 901' e 'ZC', cerca de 50 e 70%, respectivamente, das lagartas atingiram a fase pupal.

Os resultados obtidos no experimento constante no item 4.4, em que os extratos aquosos de ramos e folhas de *T. pallida*, à concentração de 0,1%, embora tenham provocado baixa mortalidade larval, causaram alongamento da referida fase e redução do peso pupal (Tabelas 19, 20 e 21) estão de acordo com os dados obtidos por Rodríguez (1995) que, utilizando extratos de folhas dessa meliácea à 0,2% (20 ml de extrato à 1% por 100 g de dieta) encontrou exatamente estes mesmos tipos de efeitos sobre o desenvolvimento de *S. frugiperda*.

O índice de mortalidade larval de *S. frugiperda* relativamente baixo ocorrido em todos os genótipos de milho tratados com extratos à 0,1%, tanto com o extrato de ramos (mortalidade larval de no máximo 40%) como, principalmente com o extrato de folhas (em que o total de lagartas mortas não ultrapassou 10%), comparado à mortalidade total em todos os tratamentos com extrato à 5% (Tabelas 1 e 28) e em todos os tratamentos do experimento

constante do item 4.3, com exceção de 'C 901' e 'ZC', tratados com extrato de folhas (Tabela 19) sugere que o limiar da atividade inseticida deste extrato está entre 0,1 e 1%.

A acentuada ação inseticida dos extratos de ramos de *T. pallida*, à 5% (itens 4.1 e 4.5), por outro lado, fica bem caracterizada ao se verificar que os valores referentes à mortalidade diária das lagartas e ao tempo necessário para a ocorrência de mortalidade de 100% da população, neste tratamento, são bastante semelhantes aos obtidos no tratamento em que os insetos foram alimentados em genótipos de milho tratados com extrato, à 5%, de sementes de *Azadirachta indica* (nim), planta considerada como tendo atividade inseticida contra mais de 200 espécies de insetos (Govindachari, 1992; Jacobson et al., 1984; Jacobson, 1987, 1988), dentre as quais se inclui *S. frugiperda* (Hellpap, 1984; Maredia et al., 1992; Mikolajczak & Reed, 1987; Mikolajczak et al., 1989; Rebolledo, 1992 e Rodríguez, 1995).

Comparando-se os resultados obtidos com extrato de ramos e folhas quando utilizados à mesma concentração (itens 4.3, 4.4 e 4.5), verifica-se que os extratos de ramos foram mais tóxicos, o que também está de acordo com dados citados para outras espécies de meliáceas, como *Cabralea canjerana* e *Trichilia clausenii* em relação a *S. frugiperda* (Rodríguez, 1995) e diversas outras espécies de *Trichilia* em relação a *Spodoptera litura* (Xie et al., 1994).

Finalmente, pôde-se verificar que, de modo geral, os efeitos sobre o desenvolvimento do inseto (especialmente na fase larval) foram mais acentuados quando os fatores genótipo resistente e extrato foram utilizados de forma associada que quando os referidos fatores foram utilizados de forma independente. Em alguns casos, como, por exemplo, com o tratamento do genótipo CMS 23 pelo extrato de ramos, verificou-se que o emprego associado dos referidos fatores resultou num efeito (avaliado através da mortalidade larval) mais drástico que o somatório dos efeitos isolados, sugerindo a ocorrência de sinergismo, ou seja, as lagartas desenvolvidas no referido genótipo possivelmente teriam se tornado mais vulneráveis à ação de

substâncias deletérias presentes no extrato. Vendramim & Scampini (1997), estudando o efeito de dois genótipos de milho e extrato aquoso de *Melia azedarach* sobre o desenvolvimento de *S. frugiperda*, encontraram padrão de resposta semelhante à observada no presente experimento, já que no trabalho daqueles autores, os insetos desenvolvidos no genótipo resistente tratado com extrato também sofreram, na fase larval, efeitos prejudiciais mais acentuados que o somatório dos efeitos isolados do genótipo resistente e do extrato, sugerindo que a utilização associada destes dois fatores provoca efeitos interativos afetando negativamente o inseto.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos com o estudo do desenvolvimento e sobrevivência de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) em genótipos de milho tratados com extratos aquosos de folhas e ramos de *Trichilia pallida* Swartz podem ser relacionadas as seguintes conclusões:

- À concentração de 5%, os extratos de ramos de *T. pallida*, apresentam atividade inseticida similar à do extrato de sementes de *Azadirachta indica* (nim) à mesma concentração.
- O extrato de ramos de *T. pallida* à concentração de 1%, causa mortalidade total de *S. frugiperda*, ainda na fase larval
- À concentração de 0,1%, o extrato de ramos de *T. pallida* afeta a sobrevivência do inseto, além de provocar redução do peso de lagartas e alongar a fase larval dos indivíduos sobreviventes.
- O extrato de folhas de *T. pallida*, à 0,1%, afeta apenas o peso larval e pupal, não tendo efeito na sobrevivência dos insetos.
- Extratos de ramos são mais ativos que extratos de folhas em relação às lagartas de *S. frugiperda*.
- A fase larval do inseto é mais afetada que a pupal pelos genótipos e extratos testados.

- Os genótipos Mp705 e Mp707 reduzem a sobrevivência larval de *S. frugiperda*, enquanto os genótipos CMS 23 e Zapalote Chico afetam moderadamente o desenvolvimento e sobrevivência de *S. frugiperda*.
- O emprego de extratos de folhas e ramos de *T. pallida* associados a genótipos resistentes de milho resulta em efeitos interativos variáveis, em função do genótipo, do tipo de extrato utilizado e da concentração deste.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDHOUS, P. Neem chemical: the pieces fall in place. **Science**, v.258, n.5084, p.893, 1992.
- 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**, v.83, n.4, p.725-33, 1990.
- ANDREWS, K.L. Latin american research on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae). **Florida Entomologist**, v.71, n.4, p.630-53, 1988.
- ANWAR, T.; JABBAR, A.; KHALIQUE, F.; THAIR, S.; SHAKEEL, M.A. Plants with insecticidal activities against four major insect pests in Pakistan. **Tropical Pest Management**, v. 38, n.4, p. 431-7, 1992.
- ARNASAN, J.T.; PHILOGENE, B.J.R.; MORAND, P. Ed. **Insecticides of plant origin**. Washington: American Chemical Society, 1989. (American Chemical Society Symposium Series, 387).
- ASCHER, K.R.S. Nonconventional insecticidal effects of pesticides available from the neem tree, *Azadirachta indica*. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, v.22, n.3/4, p.433-49, 1993.

- AVILÉS, R.; ESTRADA, J., MORALES, M.; CHIANG, M. G.; GUIBERT, G.; STOMAYOR, E. Control of *Cylas formicarius elegantulus* F. (sweetpotato weevil) with neem and chinaberry seeds products. In: **PRIMER TALLER INTERNACIONAL Y TERCERO NACIONAL, BIOPLG'95**, Plaguicidas biológicos de origen botánico. Instituto de Investigaciones fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt". Centro de Informacion y Documentacion Agropecuário, 1995, p. 77.
- BALANDRIN, M.F.; MARK-LEE, S.; KLOCKE, J.A. Biologically active volatile organosulfur compounds from seeds of the neem tree, *Azadirachta indica* (Meliaceae). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.36, n.5, p.1048-1054, 1988.
- BERNAYS, E.A. Antifeedants in crop pest management. In: WHITEHEAD, D.L.; BOWERS, W.S., Ed. **Natural products for innovative pest management**. Oxford: Pergamon Press, 1983. p.259-71. (Current Themes in Tropical Science, 2).
- BERTELS, A.; ROCHA, M.A.B. Observações preliminares sobre pragas do milho. **Agrosistema**, v.3, n. 3, p. 160-183, 1950.
- BIANCO, R. Pragas e seu controle. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **A CULTURA DO MILHO NO PARANÁ**. Londrina, 1991. p. 184-221. (IAPAR, Circular Técnica, n. 68).
- BLANEY, W.M.; SIMMONDS, M.S.J.; LEY, S.V.; ANDERSON, J.C.; TOOGOOD, P.L. Antifeedant effects of azadirachtin and structurally related compounds on lepidopterous larvae. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.55, n.2, p.149-160, 1990.

- BRETT, C.H. ; BASTIDA, R. Resistance of sweet corn varieties to FAW, *Laphygma frugiperda*. **Journal of Economic Entomology**, v.56, p. 162-167, 1963.
- BREUER, M. ; DEVKOTA, B. Control of *Thaumetopea pityocampa* (Den. e Schiff.) by extracts of *Melia azedarach* L. (Meliaceae). **Journal of Economic Entomology**, v. 65, n.2, p. 385-386, 1990.
- BURTON, R.L.; PERKINS, W.D. WSB, a new laboratory diet for the corn earworm and the fall armyworm. **Journal of Economic Entomology**, v. 65,n.2, p. 385-386. 1972.
- BUTTERWORTH, J.H.; MORGAN, E. D. Investigation of the locust feeding inhibition of the seeds of the neem tree, *Azadirachta indica*. **Journal of Insect Physiology**, v.17, p. 969-977, 1971.
- CALLAHAN, F.E.; DAVIS, F.M.; WILLIAMS, W.P. Steady-state polypeptide profiles of whorl tissue from lepidoptera-resistant and susceptible corn inbred lines. **Crop Science**, v.32, p.1203-1207, 1992.
- CARVALHO, A.O.R. Pragas de milho e seu controle. Londrina : IAPAR, 1982, 291p. (Circular Técnica, n. 29).
- CARVALHO, R.P.L. Pragas do milho. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. 2 ed., Piracicaba: ESALQ, 1987, cap. 15. p. 637-712.

CRUZ, I.; TURPIN, F.T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estágios de crescimento da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n.3, p. 355-359, 1982.

CRUZ, I. Controle econômico da lagarta-do-cartucho. **Correio Agrícola**, v. 1, p. 8-11, 1993.

CRUZ, I.; SANTOS, J.P.; WAQUIL, J.M. **Principais pragas da cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1987. (EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, n. 4).

DETHIER, V.G. Mechanisms of host plant recognition. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.31, n.1, p.49-56, 1982.

DEW, J.A. Fall armyworm, *Laphygma frugiperda* (Smith e Abbot). **Journal of Economic Entomology**, v.6, n.4, p.361-366, 1913.

DICKE, F.F. The most important corn insects. In: SPRAGUE, C.F. Corn and corn improvement. New York, Academic Press, 1955. p. 537-612.

FERRAZ, M.C.V.D. Determinação das exigências térmicas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae) em cultura de milho. Piracicaba, 1982. 81p. (Dissertação Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo.

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,SP., 1980. **Resumos**. Campinas, CECORT/CATI, 1980. p.142.

- GOVINDACHARI, T.R. Chemical and biological investigations on *Azadirachta indica* (the neem tree). **Current Science**, v.63, n.3, p.117-122, 1992.
- GRAINGE, M.; AHMED, S. **Handbook of plants with pest-control properties**. New York, John Wiley, 1988. 470p.
- GROSS, H.R.; YOUNG, J.R.; WISERMAN, B.R. Relative susceptibility of a summer-planted dent and tropical flint corn variety to whorl stage damage by the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 75 p. 1153-1156, 1982.
- GUERRA, M.S. **Receituário caseiro: alternativas para o controle de pragas e doenças de plantas cultivadas e de seus produtos**. EMBRATER, Brasília, 1985. 166p.
- 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, p.136, 1994.
- HELLPAP, C. Effects of neem kernel extracts on the fall armyworm *Spodoptera frugiperda*. In: INTERNATIONAL NEEM CONFERENCE, 2., Rauischholzhausen, 1983. **Natural pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss) and other tropical plants**. Eschborn, GTZ Press, 1984. p.353-363.
- HUNTER, W.P ; ULLMAN, D.E. Effects of neem product, R-D Repelin on settling behaviour and transmission of zucchini yellow mosaic virus by the pea aphid, *Acyrtosiphum pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae). **Annual Applied Biology**, v.120, p. 9-15, 1992.

HYNES, H. B. N. Lepidopteran pests of maize in Trinidad. **Agricultura Tropical**, v.19, n.10, p.192-202, 1942.

INTERNATIONAL NEEM CONFERENCE, 1 . Rottach-egern, 1980 Natural Pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss) and other tropical plants. **Proceedings**, edited by H. Schmutterer ; K.R.S.Ascher. Eschborn, GTZ Press, 1981, 297p.

INTERNATIONAL NEEM CONFERENCE, 2. Rauischolzhausen, 1983. Natural Pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss) and other tropical plants. **Proceedings**, edited by H. Schmutterer ; K.R.S.Ascher. Eschborn, GTZ Press, 1984, 587p.

INTERNATIONAL NEEM CONFERENCE, 3., Nairbi, 1986. Natural pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss) and other tropical plants. **Proceedings**, edited by H. Schmutterer ; K.R.S. Ascher. Eschborn, GTZ Press, 1987, 1987p.

ISMAN, M. B.; KOUL, O.; LUCZYNSKI, A.; KAMINSKI, J. Insecticidal and antifeedant bioactivities of neem oils and their relationship to azadirachtin content. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.38, n.6, p. 1406-1411, 1990.

JACOBSON, M. Botanical Pesticides; Past, presente and future. p. 1-10. In: ARNASAN, J.T.; PHILOGENE, B.J.R.; MORAND, P. ed. **Insecticides of plant origin**. Washington: 1989. (American Chemical Society Symposium Series, 387).

KLEIN, R. M. Meliáceas. In: REITZ, P. **Flora ilustrada catarinense. I Parte. Fascículo: As plantas meliáceas**, p.40-46, 1984.

KLOCKE, J.A. Natural plant compounds useful in insect control. In: WALLER, G.R., Ed. **Allelochemicals; role in agriculture and forestry**. Washington, American Chemical Society, 1987. p.396-415. ((American Chemical Society Symposium Series, 330)).

KLOCKE, J.A.; KUBO, I. Citrus limonoid by-products as insect control agents. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.32, n.3, p.299-301, 1982.

KOGAN, M. Plant defense strategies and host-plant resistance. In: KOGAN, M. Ed., **Ecological Theory and Integrated Pest Management Practice**. New York, J. Wiley ; 1986, p.83-133.

KOUL, O.; ISMAN, M.B.; KETKAR, C.M. Properties and uses of neem, *Azadirachta indica*. **Canadian Journal of Botany**, v.68, n.1, p. 1-11, 1990.

KUBO, I.; KLOCKE, J.A. An insect growth inhibitor from *Trichilia roka* (Meliaceae). **Experientia**, v.38, n.6, p.639-640, 1982.

LAGUNES T., A.; ARENAS, L.C; RODRÍGUEZ, H.C. **Extractos acuosos y polvos vegetales con propiedades insecticidas**. Chapingo, Colegio de Postgraduados/ Centro de Entomología y Acarología, 1984. 203p.

LAGUNES, T.A.; RODRÍGUEZ, H.C. **Los extractos acuosos vegetales con actividad insecticida**; el combate de la conchuela del frijol. Tezcoco, USAID-CONACYT-SME-CP, 1992. 57p. (Temas Selectos de Manejo de Insecticidas Agrícolas, 3).

LOCKE, J. C.; LARSON R.H. (Eds). Neem's potential in Pest Management Programs. **Proceedings of United States Department of Agriculture**. Neem workshop. USDA. Agricultural research Service, n.8, 1995. 136p.

LORDELLO, A.I.L.; LARA, F.M. Preferência para oviposição de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) em sorgo, em condições de laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.9, n.1, p.11-21, 1980.

LUCCHINI, F. Biologia de *Spodoptera frugiperda* (Smith e Abbot, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). Níveis de prejuízos e avaliação toxicológica de inseticidas para o seu combate em milho. Curitiba, 1977. 114p. (Dissertação Mestrado - Universidade Federal do Paraná).

MAREDA, K.M.; SEGURA, O.L.; MIHM, J.A. Effects of neem, *Azadirachta indica* on six species of maize insect pests. **Tropical Pest Management**, v.38, n.2, p.190-195, 1992.

MARENCO, R.J.; FOSTER, R.E.; SANCHEZ, C.A. Sweet corn response to fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae on resistant and susceptible corn. **Journal of Economic Entomology**, v.85, n.5, p. 2039-2042, 1992.

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 agrônômicas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., Belo Horizonte, 1988. **Anais**. Belo Horizonte, EMBRAPA/CNPMS, 1988. p.327-336.

MAXWELL, F.G. ; JENNINGS, P.R. **Breeding plant resistance to insects**. New York, John Willey, 1980. 683 p.

McMILLIAN, W.W.; BOWMAN, M.C.; BURTON, R.L.; STARKS, K.J.; WISEMAN, B.R. Extract of chinaberry leaf as a feeding deterrent and growth retardant for larvae of the corn earworm and fall armyworm. **Journal of Economic Entomology**, v.62, n.3, p.708-710, 1969.

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**, v.60, n.5, p. 871-873, 1967.

McMILLIAN, W.W.; STARKS, K.J.; BOWMAN, M.C. Use of plant parts as food by larvae of the corn earworm and fall armyworm. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 59, p. 863-864, 1966.

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**, v.16, n.1, p. 37-49, 1987.

MIHM, J.A.; SMITH, M.E.; DEUTSCH, J.A. Development of open-pollinated varieties, non-conventional hybrids and inbreed lines of tropical maize with resistance to fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) at CIMMYT. **Florida Entomologist**, v. 71,n.3, p.262-268, 1988.

MIHM, J.A. **Efficient mass rearing and infestation techniques to screen for resistance to fall armyworm, *Spodoptera frugiperda***. México. Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz e Trigo. 1983. 16p.

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. 138p.

MIKOLAJCZAK, K.L. ; REED, D.K. Extractiviness of seeds of the Meliaceae: effects on *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), *Acalyma vittatum* (F.), and *Artemia salina* Leach. **Journal of Chemical Ecology**, v.13, n.1, p. 99-111, 1987.

MIKOLAJCZAK, K.L.; ZILKOWSKI, B.W; BARTELT, R.J. Effect of meliaceous seed extracts on growth and survival of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Journal of Chemical Ecology**. v.15, n.1, p.121-128, 1989.

MORDUE (LUNTZ), A.J. ; BLACKWELL, A. Azadirachtin: an update. **Journal of Insect Physiology**, v. 39, n.11, p. 903-924, 1993.

NAUMANN, K.; CURRIE, R.W.; ISMAN, M.B. Evaluation of the repellent effects of a neem insecticide on foraging honey bees and other pollinators. **Canadian Entomologist**, v. 126, n.2, p.225-230, 1994.

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**, v.78, n.4, p. 967-971, 1985.

PAINTER, R. H. **Insect resistance in crop plants**. Lawrence ; London, The University Press of Kansas, 1968. 520 p.

PARROT, W.L.; JENKINS, J.N.; SMITH, D.B. Frego bract cotton and normal bract cotton: How morphology affects control of boll weevils by insecticides. **Journal of Economic Entomology**, v. 66, n.1, p. 222-225. 1973.

- PATEL, P.N. **Estudos de fatores bióticos de controle natural de população de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae).** Campinas, 1981. 98p. (Dissertação, Mestrado - Departamento de Zoologia, Universidade Estadual de Campinas,
- 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. v. 31, n.1, p. 55-62, 1981.
- PIEDRA, F. Effects of different forage diets on the biology of *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae). **Cuban Journal of Agricultural Sciences**. v.8, p.99-103, 1974.
- RAFFA, K.F. Effect of host plant on cannibalism rates by fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. **Environmental Entomology**. v.16, n.3, p.672-675. 1987.
- REBOLLEDO, I., A.J. Evaluación de la acción de extractos acuosos vegetales a través de índices nutricionales en larvas de segundo ínstar de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Chapingo, 1992. 45p. (Graduação -Universidad Autonoma Chapingo).
- REDFERN, R.E.; WARTHEN Jr., J.D.; UEBEL, E.C.; MILLS Jr, G.D. The antifeeding and growth- disrupting effects of azadirachtin on *Spodoptera frugiperda* and *Oncopeltus fasciatus*. In: INTERNATIONAL NEEM CONFERENCE, 1., Rottach-Egern, 1980. **Natural pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss) and other tropical plants.** Eschborn, GTZ Press, 1981. p.129-36.

REED, D. K.; WARTEN, J. D. Junior.; UEBEL, E.C. REED, G. L.. Effects of two triterpenoids from neem on feeding by cucumber beetles (Coleoptera; Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, v.75, n.6, p.1109-1113, 1982.

REMBOLD H. Isomeric azadirachtins and their mode of action. In: JACOBSON, M., Ed. **Focus on phytochemical pesticides**. Boca Raton, CRC Press, 1988. v.1: The neem tree. p.47-67.

RODRIGUEZ H. C. Efeito de extratos aquosos de Meliaceae no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Piracicaba, 1995. 100p. (Dissertação Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP).

RODRÍGUEZ. H.C.; VENDRAMIM, J.D. Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae). **Manejo Integrado de Plagas**, n.42, p.14-22, 1996.

RODRÍGUEZ H., C. ; LAGUNES, T., A. Plantas con propiedades insecticidas: resultados de pruebas experimentales en laboratorio, campo y granos almacenados. **Agroproductividad**, v.1, p.17-25. 1992.

RODRÍGUEZ H., C. ; LAGUNES, T., A. Polvos vegetales y minerales; una opción de combate de insectos plaga en el almacenamiento rústico. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE ENTOMOLOGIA DE PRODUCTOS ALMACENADOS**, 2., Oaxaca, 1990. Perspectivas de la Investigación en México. Oaxaca, Sociedad Mexicana de Entomologia, 1990. p.13-28.

SIFUENTES, A.J.A. **Plagas del maiz en México**. México: Secretaria de Agricultura e Recursos Hidraulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agricolas, 1985. 49p. (Folheto Técnico, n. 85).

SILVA A.F. DA; VIANA, A.C. A semeadura do milho. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. 2 ed. Sete Lagoas. 1982, p.5-6 (Técnica n. 4).

SILVA, D.M.P. da. Identificação de fontes de resistência de milho a *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera:Noctuidae) em condições de casa de vegetação e campo. Fevereiro 1995. (Dissertação. Mestrado - Universidade Federal Rural de Pernambuco).

SILVA, J. de A. Avaliação dos danos e perdas causados pela *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho, em condições de campo. Recife, 1987. (Dissertação Mestrado - Fitossanidade - Universidade Federal Rural de Pernambuco).

SILVEIRA, L.C.P.; VENDRAMIM, J.D.; ROSSETTO, C.J. Efeito de genótipos de milho no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v.26, n.2, p.291-298, ag. 1997.

SILVEIRA, L.C.P. Resistência de genótipos de milho a *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Piracicaba, 1994. 90p. (Dissertação Mestrado Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / Universidade de São Paulo).

- SIMMONDS, M.S.J.; BLANEY, W.M.; LEY, S.V.; ANDERSON, J.C.; TOOGOOD, P.L. Azadirachtin: structural requirements for reducing growth and increasing mortality in lepidopterous larvae. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.55, n.2, p.169-181, 1990.
- SMITH, B.R.C. Observations on the fall armyworm (*Laphygma frugiperda* Smith e Abbot) and some control experiments. **Journal of Economic Entomology**, v.14, p.300-308, 1921.
- SOON, L.G.; BOTRELL, D.G. **Neem pesticides in rice; potential and limitations**. Manila, IRRI, 1994. 64p.
- STARK, J.D.; WONG, T.T.Y.; VARGAS, R.I.; THALMAN, R.K. Survival, longevity, and reproduction of tephritid fruit fly parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) reared from fruit flies exposed to azadirachtin. **Journal of Economic Entomology**, v.85, n.4, p.1125-1129, 1992.
- SUBRAHMANYAM, B. Azadirachtin, a naturally occurring insect growth regulator. **Proceedings of the Indian Academic of Sciences**, v.99, n.3, p.277-288, 1990.
- SUMNER, H.R. ; GROSS, H.R. Tractor-mounted rotary dispenser for artificially infesting whorl-stage corn with larvae of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal Economic Entomology**, v. 84, n.3, p.1010-1014, 1991.
- TANZUBIL, P.B.; McCAFFERY, A. R. Effects of azadirachtin and aqueous neem seed extracts on survival, growth and development of the african armyworm, *Spodoptera exempta*. **Crop Protection**, v.9, p.318-386, 1990.

- VALICENTE, F.H.; CRUZ, I. Controle biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* com o baculovirus. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS. 1991. 23p. (EMBRAPA/CNPMS. Circular Técnica n.115).
- VELEZ, C.M. ; SIFUENTES, A.J.A. El gusano cogollero del maiz: su combate con insecticidas granulados en el valle de Apatzingan, Mich. **Agricultura Técnica en México**, v. 2, n.7, p. 315-317, 1967.
- VENDRAMIM, J.D. Uso de plantas inseticidas no controle de pragas. In: II Ciclo de Palestras sobre Agricultura Orgânica. Fundação Cargill, p.64-69 out/1997.
- VENDRAMIM, J.D. A resistência de plantas e o manejo de pragas. In: Crócomo, W.B.Ed. **Manejo integrado de Pragas**. São Paulo, Ed. UNESP. 1990. p. 177-197.
- VENDRAMIM, J.D.; FANCELLI, M. Efeitos de genótipos de milho na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.17, p.141-150, 1988.
- VENDRAMIM, J.D.; SCAMPINI, P.J. Efeito do extrato aquoso de *Melia azedarach* sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) em dois genótipos de milho. **Revista de Agricultura**. v.72, n.2, p.159-170, 1997.
- VIANA, P. A.; POTENZA, M. R. Estudo do mecanismo de resistência em populações de milho selecionadas como fontes de resistência à *Spodoptera frugiperda*. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo**, 1988/191, p.94. 1992.

- 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**. p.136, 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 Pe, 1991 a, **Resumos SEB**, v.2, 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 Pe, 1991b, **Resumos SEB**, v.2, , p.531.
- 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**. p.138, 1994.
- VIANA, R. A.; GUIMARÃES, P.E. O. Melhoramento da população MIRT de milho para a resistência à lagarta- do- cartucho *Spodoptera frugiperda* .**Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo**, 1992/1993, p.138, 1994.
- VIDELA, G.W.; DAVIS, F.M.; WILLIAMS, W.P.; NG, S.S. Fall armyworm (Lepidoptera:Noctuidae) larval growth and survivorship on susceptible and resistant corn at different vegetative growth stages. **Journal of Economic Entomology**, v.85, n.6, p.2486-2491, 1992.

- VILLAR M., C.; LAGUNES T., A.; RODRÍGUEZ H.,C. Evaluación de soluciones vegetales contra el gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera:Noctuidae) en condiciones de campo en San Luis Potosí. In: CONGRESO NACIONAL DE ENTOMOLOGIA, 32., Morelia, 1988. **Resúmenes**. México, Sociedad Mexicana de Entomologia, 1988. p.225.
- WAQUIL, J. E.; VIANA, P.A.; LORDELLO, A.I. Controle da lagarta-do-cartucho em milho com inseticidas químicos e biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.2, p.163-166, 1982.
- WARTHEN Júnior., J.D. Neem (*Azadirachta indica* A. Juss): organisms affected and reference list update. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v.91, n.31, p.367-388, 1989.
- WARTHEN, Júnior., J.D. *Azadirachta indica*: a source of insect feeding inhibitors and growth regulators. **Agricultural Reviews and manual RM-NE-4**, U.S. Department of Beltsville, MD. 1979. 21p.
- WIDSTROM, N.W.; WISEMAN, B.R.; McMILLIAN, W.W. Resistance among some maize hybrids and single crosses to fall armyworm injury. **Crop Science**, v.12, p. 290-292, 1972.
- WILLIAMS, W.P.; BUCKLEY, P.M. Growth of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae on resistant and susceptible corn. **Journal of Economic Entomology**, v.85, n.5, p.2039-2042, 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**, v. 29, p. 913-915, 1989.

WILLIAMS, W.P.; DAVIS, F.M. WISEMAN, B.R. Fall armyworm resistance in corn and its suppression of larval survivor and growth. **Agronomy Journal**, v.75, p. 831-832, 1983.

WILLIAMS, W.P.; ; DAVIS, F.M. Registration of Mp705, Mp706 and Mp707 germoplasm lines of maize. **Crop Science**, v. 24, p.1217, 1984.

WILSON, R.L.; WISEMAN, B.R.; REED, G.L; J.C. Eldredge Evaluation of popcorn collection for resistance to corn earworm, fall armyworm (Lepidoptera:Noctuidae), and european corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, v.84, n.2, p.693-698, 1991.

WISEMAN, B. R.; SNOOK, M. E.; ISENHOUR, D. J.; MIHM,J. A.; WIDSTROM, N. W. Relationship between growth of corn earworm and fall armyworm larvae (Lepidoptera: Noctuidae) and maiysin concentration in corn silks. **Journal of Economic Entomology**, v.85. n.6, p.2474-2476,1992.

WISEMAN, B.R. ; WIDSTROM, N.W. Resistance of corn populations to larvae of the corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, v.85, n.2, p.601-605, 1992.

WISEMAN, B.R.; PAINTER, R.H.; WASSON, C.E. Detecting corn seedling differences in the greenhouse by visual classification of damage by the fall armyworm. **Journal of Economic Entomology**, v. 59, n.5, p.1211-1214, 1966.

WISEMAN, B.R.; DAVIS, F.M.; CAMPBELL, J.E. Mechanical infestation device used fall armyworm plant resistance programs. **Florida Entomologist**, v.63, n.4, p. 425-432, 1980.

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**, v. 60, p.1731-1742, 1967.

WISEMAN, B.R.; WIDSTROM, N.W. Mechanisms of resistance in "Zapalote Chico" corn silks to fall armyworm (Lepidoptera:Noctuidae) larvae. **Journal of Economic Entomology**, v.79, p.1390-1393, 1986.

WISEMAN, B.R.; WIDSTRON, N.W.; McMILLIAN, W.W. Effects of Antigua 2D-118 resistant corn on fall armyworm feeding and survival. **Florida Entomologist**, v.64, n.4, p.515-519, 1981.

XIE, Y. S.; ISMAN, M. B.; GUNNING, P.; MacINDON, S. ARNASON, J. T.; TAYLOR,D.R.; SANCHEZ, P.; HASBUN, C.; TOWERS, G. H. N. Biological activity of extracts of *Trichilia* species and the limonoid hirtin against lepidopteran larvae. **Biochemical Systematics of Ecology**, v.22, n. 2, p. 129-136.1994.

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**, v.31, p.501-502, 1991.

YOSHIDA, H.A.; TOSCANO, N.C. Comparative effects of selected natural insecticides on *Heliothis virescens* (Lepidoptera:Noctuidae) larvae. **Journal of Economic Entomology**, v.87, n.2, p.305-310, 1994.