**BIOLOGIA, NUTRIÇÃO QUANTITATIVA E DANOS CAUSADOS
POR *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE) EM MILHO CULTIVADO EM SOLO CORRIGIDO
PARA TRÊS NÍVEIS DE ALUMÍNIO**

LENITA JACOB OLIVEIRA
Engenheira Agrônoma

Orientador : Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas. Área de concentração: Entomologia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1987

AGRADECIMENTOS

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e ao Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), por terem cedido toda infraestrutura necessária à realização deste trabalho.

A Divisão de Defensivos Agrícolas e aos pesquisadores da Seção de Praguicidas do Instituto Biológico de São Paulo, pela oportunidade dada para frequentar o curso de Pós-Graduação e pelo apoio recebido.

Ao Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", incluindo professores e funcionários, pela assistência durante o Curso de Pós-Graduação.

Aos colegas e amigos do Curso de Pós-Graduação, pelo convívio e oportunidade de intercâmbio de idéias.

A todos os funcionários e amigos do CNPMS, nas pessoas do técnico de laboratório Gilberto Geraldo Silva e do técnico agrícola Mauro Paulinelli, pelas colaborações prestadas.

A Eng^a Agrícola Rosiméri G. Gonçalves, pela ajuda na condução dos ensaios de laboratório.

Ao Dr. Carlos Alberto Vasconcellos, pesquisador do CNPMS, pela indispensável colaboração nos assuntos relacionados à fertilidade do solo.

Agradecimentos especiais são devidos ao Prof. Dr. José R. Postal Parra do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pela valiosa orientação e pela assistência e apoio durante o curso e ao Dr. Ivan Cruz, pesquisador do CNPMS, pela colaboração em todas as fases deste estudo.

Enfim, agradecimentos a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

INDICE

	Página
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	xiv
SUMMARY	xvi
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1. Biologia de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1797)	04
2.2. Nutrição Quantitativa	08
2.2.1. Influência de fatores bioecológicos sobre a alimentação dos insetos	10
2.2.2. Consumo e utilização de alimento por <i>Spodoptera</i> spp.	12
2.3. Efeito do Estado Nutricional da Planta sobre os Insetos	14
2.3.1. Efeito da fertilidade do solo e fertilizantes sobre insetos	16
2.3.1.1. Efeito da nutrição da planta sobre os insetos sugadores.	17
2.3.1.2. Efeito da nutrição da planta sobre insetos mastigadores	20
2.3.1.3. Efeito da nutrição da planta sobre <i>Spodoptera</i> spp ...	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1. Efeito do Teor de Alumínio do Solo sobre os Danos Causados por <i>S. frugiperda</i> em Milho em Condições de Campo	35
3.1.1. Análise e obtenção dos diferentes teores de alumínio do solo	35

3.1.2. Obtenção dos níveis de infestação da cultura por <i>S. frugiperda</i>	39
3.1.3. Delineamento experimental e condução do ensaio	40
3.1.4. Avaliação da interação entre teor de alumínio do solo e danos causados por <i>S. frugiperda</i>	42
3.2. Efeito do Teor de alumínio do Solo sobre a Seleção do Milho como Hospedeiro por <i>S. frugiperda</i>	43
3.3. Efeito do Teor de Alumínio do Solo sobre a Biologia e Nutrição Quantitativa de <i>S. frugiperda</i> em Milho em Condições de Laboratório	44
3.3.1. Biologia comparada	45
3.3.2. Tabela de vida de fertilidade ...	48
3.3.3. Nutrição quantitativa	49
3.3.3.1. Análise quantitativa ...	49
3.3.3.2. Índices nutricionais ...	52
3.4. Análise Estatística	53
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
4.1. Efeito do Teor de Alumínio do Solo sobre os Danos Causados por <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1797) em Milho em Condições de Campo	54
4.1.1. Níveis de infestação da cultura por <i>S. frugiperda</i>	54
4.1.2. Efeito de <i>S. frugiperda</i> sobre plantas de milho em solo corrigido para três níveis de alumínio	56
4.1.2.1. Altura da planta	56
4.1.2.2. Comprimento das espigas.	56
4.1.2.3. Peso de 100 grãos	56
4.1.2.4. Produção de grãos	60

4.1.3. Considerações gerais sobre o efeito da interação "danos causados pelo inseto - teor de alumínio do solo" sobre a planta	69
4.2. Efeito do Teor de Alumínio do Solo sobre a Seleção do Milho como Hospedeiro por <i>S. frugiperda</i>	70
4.3. Efeito do Teor de Alumínio do Solo sobre a Biologia e Nutrição Quantitativa de <i>S. frugiperda</i> em Milho em Condições de Laboratório	70
4.3.1. Biologia comparada	71
4.3.1.1. Fase de ovo	71
4.3.1.2. Fase de lagarta	71
4.3.1.3. Fase de pré-pupa	71
4.3.1.4. Fase de pupa	74
4.3.1.5. Fase de adulto	82
4.3.1.6. Ciclo ovo-adulto	90
4.3.1.7. Tabela de vida de fertilidade	90
4.3.1.8. Considerações gerais sobre o efeito do teor de alumínio no desenvolvimento do inseto	94
4.3.2. Nutrição quantitativa	95
4.3.2.1. Alimento ingerido	95
4.3.2.2. Alimento assimilado	94
4.3.2.3. Alimento metabolizado(M)	98
4.3.2.4. Ganho de biomassa (B) ..	98
4.3.2.5. Índices nutricionais ...	98
4.3.2.5.1. Taxa de consumo relativo (RCR)	98
4.3.2.5.2. Taxa metabólica relativa (RMR)	102
4.3.2.5.3. Taxa de crescimento relativo (RGR) ..	102

4.3.2.5.4. Eficiência de conver <u>s</u> ão do alimento inge <u>r</u> ido (ECI)	105
4.3.2.5.5. Digestibilidade apro <u>x</u> imada (AD)	105
4.3.2.5.6. Eficiência de conver <u>s</u> ão do alimento inge <u>r</u> ido (ECD)	105
4.3.2.5.7. Custo metabólico ...	105
4.3.2.6. Considerações gerais so <u>b</u> re o efeito do teor de alumínio do solo na nu <u>t</u> rição quantitativa do inseto	106
4.4. Considerações Finais	108
5. CONCLUSÕES	111
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº

Página

1	Curva de sobrevivência e de longevidade média de adultos de <i>S. frugiperda</i> não alimentados, segundo o modelo de distribuição de Weibull	85
2	Curva de sobrevivência de adultos de <i>S. frugiperda</i> alimentados com solução de sacarose 10% e ácido ascórbico 1%	86
3	Número e viabilidade de ovos por fêmeas, sobrevivência e porcentagem de fêmeas que realizaram posturas de uma população de quinze fêmeas por tratamento	91

LISTA DE TABELAS

TABELA Nº		Página
1	Influência da nutrição da planta sobre insetos	26
2	Composição da dieta artificial utilizada para criação de <i>S. frugiperda</i>	35
3	Análise química do solo da área experimental antes da semeadura do segundo ano (Safrá 84/85	38
4	Análise química do solo da área experimental na época de infestação artificial do segundo ano (Safrá 84/85).....	38
5	Adubação utilizada na semeadura do milho	42
6	Porcentagem de plantas de milho infestadas por <i>S. frugiperda</i> em solo corrigido para três níveis de alumínio	55
7	Altura de plantas de milho (cm) em solo corrigido para três níveis de alumínio, sob diversos níveis de infestação por <i>S. frugiperda</i> . Safrá 83/84	57
8	Comprimento médio (mm) de espigas de milho produzidas em solo corrigido para três níveis de alumínio, sob diversos níveis de infestação por <i>S. frugiperda</i> . Safrá 83/84	58

TABELA Nº

Página

9	Comprimento médio (mm) de espigas de milho produzidas em solo corrigido para três níveis de alumínio sob diversos níveis de infestação por <i>S. frugiperda</i> . Safra 84/85	59
10	Peso de 100 grãos (g) de milho produzido em solo corrigido para três níveis de alumínio, sob diversos níveis de infestação por <i>S. frugiperda</i> . Safra 84/85	61
11	Peso de 100 grãos (g) de milho produzido em solo corrigido para três níveis de alumínio, sob diversos níveis de infestação por <i>S. frugiperda</i> . Safra 84/85	62
12	Produção de grãos (g) de milho em solo corrigido para três níveis de alumínio, sob diferentes porcentagens de infestação por <i>S. frugiperda</i> . Safra 83/84	63
13	Produção de grãos (g) de milho por plantas infestadas e não infestadas por <i>S. frugiperda</i> em solo corrigido para três níveis de alumínio. Safra 83/84	64
14	Condições médias de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluvial no local da pesquisa. Sete Lagoas, MG	66
15	Produção de grãos (g) de milho em solo corrigido para três níveis de alumínio, sob diferentes porcentagens de infestação por <i>S. frugiperda</i> . Safra 84/85	67

16	Produção (g) de grãos de milho por plantas infestadas e não infestadas por <i>S. frugiperda</i> em solo corrigido para três níveis de alumínio. Safra 84/85	68
17	Preferência de lagartas de <i>S. frugiperda</i> por folhas de milho produzidas em solo corrigido para três níveis de alumínio através da área foliar consumida (2º ano)	72
18	Duração e viabilidade da fase de ovo de <i>S. frugiperda</i> criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório (2º ano)	73
19	Duração e viabilidade da fase de lagarta de <i>S. frugiperda</i> criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório	75
20	Razão de crescimento e duração média dos instares de <i>S. frugiperda</i> criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório (2º ano)	76
21	Duração e viabilidade da fase de pré-pupa de <i>S. frugiperda</i> criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório	77

TABELA Nº

Página

22	Duração da fase de pupa de <i>S. frugiperda</i> criada em milho cultivado em, solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório	79
23	Peso de pupas de <i>S. frugiperda</i> criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório	80
24	Razão sexual e viabilidade da fase de pupa de <i>S. frugiperda</i> criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório	81
25	Longevidade de adultos não alimentados de <i>S. frugiperda</i> criada em milho cultivado em solo com três níveis de alumínio, em condições de laboratório (1º ano)	83
26	Longevidade média de adultos alimentados (com solução de sacarose 10% e ácido ascórbico 1%) e não alimentados de <i>S. frugiperda</i> criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório (2º ano)	84
27	Porcentagem de adultos anormais de <i>S. frugiperda</i> em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório	87

TABELA Nº

Página

28	Duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição de <i>S. frugiperda</i> criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório	88
29	Número de dias de postura e número de ovos por fêmea de <i>S. frugiperda</i> criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório (2º ano)	89
30	Duração do ciclo ovo-adulto de <i>S. frugiperda</i> criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório	92
31	Tabela de vida de fertilidade de <i>S. frugiperda</i> criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório (2º ano)	93
32	Relação peso seco/área foliar de milho e consumo em área foliar e peso seco por lagartas de <i>S. frugiperda</i> em solo corrigido para três níveis de alumínio (1º ano)	96
33	Relação peso seco/área foliar de milho e consumo em área foliar e peso seco por lagartas de <i>S. frugiperda</i> em solo corrigido para três níveis de alumínio (2º ano)	97

TABELA Nº

Página

34	Alimento assimilado por lagartas de <i>S. frugiperda</i> criadas em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio	99
35	Alimento metabolizado por lagartas de <i>S. frugiperda</i> criadas em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio	100
36	Ganho de biomassa (em mg de matéria seca) por lagarta de <i>S. frugiperda</i> em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio	101
37	Índices nutricionais (RCR, RMR, RGR, ECI, AD e ECD) para a fase larval de <i>S. frugiperda</i> , em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio (1º ano)	103
38	Índices nutricionais (RCR, RMR, RGR, ECI, AD e ECD) para a fase larval de <i>S. frugiperda</i> , em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio (2º ano)	104
39	Custo metabólico (100 - ECD) para lagartas de <i>S. frugiperda</i> criadas em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio	107

BIOLOGIA, NUTRIÇÃO QUANTITATIVA E DANOS CAUSADOS POR
Spodoptera frugiperda (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE) EM MILHO CULTIVADO EM SOLO CORRIGIDO PARA
TRÊS NÍVEIS DE ALUMÍNIO

Autora: LENITA JACOB OLIVEIRA

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

RESUMO

O objetivo do trabalho foi estudar a influência do teor de alumínio do solo na biologia e nutrição quantitativa de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e no dano causado pela lagarta em plantas de milho.

Os experimentos de campo e laboratório foram conduzidos, durante duas safras (83/84 e 84/85), no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em Sete Lagoas, MG.

Para o ensaio de campo foi escolhida uma faixa de solo uniforme, onde foram aplicadas diferentes doses de calcário, obtendo-se três níveis de alumínio. Também o teor de cálcio + magnésio foi variável, uma vez que se utilizou calcário dolomítico. Dentro de cada nível de alumínio do solo estudaram-se seis níveis de infestação da cultura (0%, 20%, 40%, 60%, 80% e 100%) por *S. frugiperda*, utilizando-se um delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas subdivididas. A infestação foi

feita artificialmente, colocando-se trinta lagartas de segundo e terceiro ínstares diretamente no cartucho da planta. Por ocasião da colheita avaliaram-se a altura da planta, comprimento das espigas, produção total de grãos e peso de 100 grãos.

No ensaio de laboratório, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado e as lagartas, provenientes de uma criação com dieta artificial, alimentadas com discos de folhas de milho procedentes de cada nível de alumínio do ensaio de campo. Foram observados os seguintes parâmetros: duração e viabilidade de cada fase de desenvolvimento do inseto, número de duração dos ínstares, razão sexual, período de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, número de ovos colocados diariamente por fêmea e peso de pupas. Foi elaborada uma tabela de vida de fertilidade e calculados índices nutricionais.

O teor de alumínio do solo afetou a biologia e nutrição quantitativa de *S. frugiperda*, sendo as folhas de milho produzidas em solo com baixo teor de alumínio as mais adequadas ao inseto. O quarto ínstar larval foi o mais sensível às variações do teor de alumínio do solo, podendo ser utilizado como padrão para este tipo de estudo. Os parâmetros nutricionais foram mais adequados que os biológicos para avaliar a influência do teor de alumínio e dentre os biológicos, a tabela de vida de fertilidade, foi o melhor parâmetro para detecção destas diferenças. Deve-se realizar o controle de *S. frugiperda* em solos de cerrado, apenas quando o teor de alumínio não for alto.

BIOLOGY, QUANTITATIVE NUTRITION, AND DAMAGES CAUSED BY
Spodoptera frugiperda (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE) IN CORN CULTIVATED IN SOIL CORRECTED FOR
THREE LEVELS OF ALUMINIUM

Author: LENITA JACOB OLIVEIRA

Adviser: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

SUMMARY

The objective of this research was to study the influence of aluminium contents in the soil on the biology and quantitative nutrition of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) as well as the level of damage caused by this larva on corn plants.

The field and laboratory experiments were conducted during two seasons (83/84 and 84/85) at the National Corn and Sorghum Research Center of EMBRAPA (Brazilian Agricultural Research Enterprise), in Sete Lagoas, MG.

A strip of uniform soil was selected for the trial, where different rates of lime were applied to obtain three levels of aluminium in the soil. The calcium + magnesium contents was variable, since dolomitic lime was utilized. Within each range of aluminium contents in the soil, six levels of crop infestation by *S. frugiperda* were studied: 0%, 20%, 40%, 60%, 80% and 100%. The experimental design utilized was that of randomized blocks with split plots. Infestation was obtained artificially

by placing thirty 2nd and 3rd instar larvae directly into the plant whorl. At harvest, plant height, length of corn ears, total kernel production and weight of 100 kernels were determined.

In the laboratory trial, the experimental design was entirely randomized and the larvae, originated from artificial diet rearing, were fed on corn leaf discs originated from each level of aluminum in the field trial. The following parameters were observed: duration and viability of each phase of development of the insect, number and duration of instar, pre-oviposition and post-oviposition periods, number of eggs laid daily per female and weight of pupae. A fertility life table was prepared and nutritional indices were calculated.

The aluminium contents of the soil affected the biology and quantitative nutrition of *S. frugiperda*; corn leaves produced in soil of low aluminium content were the most suitable to the insect. The fourth larval instar was the most sensitive to variations in aluminium contents of the soil; therefore, it may be used as a standard for this type of study. The nutritional parameters were more adequate than the biological ones for evaluating the influence of aluminium contents of the soil and, among the biological parameters, the fertility life table was the best for detecting these differences. The control of *S. frugiperda* in "cerrado" soils should be considered only when aluminium soil contents were not high.

1. INTRODUÇÃO

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), é originária das zonas tropicais e ocorre em toda América (METCALF et alii, 1962; LABRADOR, 1967), tendo sido referida em treze Estados brasileiros por LUCCHINI (1977).

É um inseto polífono que se alimenta de um grande número de plantas cultivadas, mas tem preferência por gramíneas (METCALF et alii, 1962; LABRADOR, 1967), sendo considerada uma das principais pragas do milho nas Américas (WISEMAN et alii, 1966).

No Brasil, o controle dessa praga tem sido feito basicamente com inseticidas químicos e embora existam produtos eficientes, o hábito da praga de se alojar no interior do cartucho do milho, faz com que sejam necessárias formulações e métodos de aplicação especiais (NAKANO & ZUCCHI, 1970; WAQUIL et alii, 1982; CRUZ et alii, 1983 e CRUZ & SANTOS, 1984) que aumentam o custo do controle. Alguns pesquisadores brasileiros têm se preocupado com o problema, estudando a possibilidade de utilização de variedades resistentes (CARVALHO, 1970 e CRUZ,

1986) e o potencial de inimigos naturais (PATEL & HABIB 1982; LUCCHINI, 1977; GARCIA & HABIB, 1978; REIS et alii 1984; PEDRASI & PARRA, 1986; PEREYRA, 1986; VALICENTE, 1986a; VALICENTE, 1986b; VALICENTE et alii, 1986) visando ao seu controle.

Porém, dentro do conceito de manejo de pragas é importante estudar outros aspectos, além do controle propriamente dito, tais como fatores que influenciam o nível de dano e/ou biologia e comportamento do inseto e que devem ser considerados num programa global de controle da praga.

A literatura relata que os danos podem variar em função do estágio da planta atacada e das condições ambientais no momento do ataque, sendo agravados quando o ano é seco e o solo não é fértil o suficiente para permitir a recuperação da planta. Nestes casos, os prejuízos podem ser totais se a população da praga for elevada, (LEIDERMAN & SAUER, 1953; MENSCHOY, 1956; LABRADOR, 1967; CARVALHO, 1970 e CRUZ & TURPIN, 1982).

O efeito dos danos na produção, entretanto, pode não ser função unicamente da capacidade de recuperação da planta, quando é atacada em determinados estádios ou condições ambientais, mas também do efeito desses fatores sobre o próprio inseto.

Assim, muitos fatores bióticos e abióticos podem afetar o desenvolvimento e comportamento dos insetos, e entre estes fatores, o efeito da qualidade do alimento sobre a fisiologia, desenvolvimento e níveis po-

pulacionais de insetos é frequentemente negligenciado (SCRIBER & SLANSKY JR., 1981).

Segundo PRATT et alii (1972), há muitos exemplos na literatura nos quais compostos químicos agrícolas, como fertilizantes e inseticidas mudaram a proporção dos nutrientes nos tecidos da planta e consequentemente, seu valor nutricional para as pragas, às vezes seletivamente. Para esses autores, os métodos de controle baseados nesses fatores nutricionais podem ser promissores num programa de manejo de pragas.

No Brasil, há poucos trabalhos nessa área e sendo a lagarta-do-cartucho uma das principais pragas do milho, tornam-se necessários estudos sobre o sistema solo-milho-lagarta, como mais um subsídio para o controle desse inseto. Assim, o objetivo do presente trabalho foi estudar a influência do teor de alumínio do solo na biologia e nutrição quantitativa de *S. frugiperda* e no dano causado pela lagarta em plantas de milho desde que este elemento é muito importante em solo de cerrado, pois frequentemente ocorre em altos teores, prejudicando o desenvolvimento das plantas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. BIOLOGIA DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797)

A biologia de *S. frugiperda* tem sido muito estudada por diversos autores em diferentes países e condições.

A referência mais antiga desse inseto na literatura é de SMITH (1797) que relatou que a pupação ocorre no solo e a mariposa emerge cerca de 12 dias após a lagarta ter se dirigido ao solo, coincidindo com o período em que o milho ainda está no campo, tornando a aração, como uma alternativa de controle, impraticável.

Estudos de campo e laboratório, feitos por DEW (1913), mostraram que as mariposas ovipositam durante a noite, colocando cerca de 160 a 170 ovos sobre folhas de gramíneas e algodoeiro entre outros vegetais. O período de incubação foi em média de três dias; as lagartas apresentaram seis instares, durando a fase larval cerca de 14 dias. Foi verificado que a pupação ocor

re no solo, havendo a emergência dez dias depois. Segundo este autor, o ciclo total, à temperatura média de 25°C, foi de 30 dias.

SMITH (1921) relatou que sobre aveia, trigo e alfafa, o período de oviposição é de três dias e as posturas são feitas em massas na página inferior das folhas. O período larval foi de 23 dias e o pupal de sete dias, em média.

LUGINBILL (1928) verificou que em milho a oviposição ocorre geralmente três a quatro noites após a emergência da fêmea, mesmo que não haja fertilização. O período de incubação foi mais influenciado pela temperatura do que pela umidade, sendo que a 26,7°C as lagartas eclodiram em dois dias e a 20,6°C foram necessários quatro dias para o desenvolvimento embrionário. O período larval foi de 12,1 a 29,7 dias e o pupal de 9 a 27 dias, dependendo das condições ambientais. A longevidade dos adultos, segundo esse autor, é influenciada pela alimentação e temperatura, e as mariposas viveram cerca de 13,3 dias, quando alimentadas, e 3,35 dias quando não alimentadas, não havendo diferenças entre macho e fêmea.

Segundo VICKERY (1929) a duração da fase larval de *S. frugiperda* em milho, foi de 12 dias a 26,7 - 27,4°C e de 26 dias a 23°C.

ETCHEVERRY (1957) observou um encurtamento dos períodos de pré-oviposição, larval e pupal, quando elevou a temperatura de 15 para 22°C.

BOWLING (1967) constatou que a duração da fase larval foi de 31,2 dias, quando as lagartas foram

criadas em dieta artificial à base de feijão a 25 - 28°C, umidade relativa de 85 - 90% e fotofase de 14 horas. Nessas condições, as pupas pesavam em média 432 mg e cada fêmea colocou, em média, 696 ovos.

VELEZ & SIFUENTES (1967) estudaram este inseto a 27°C e 77% UR, sobre milho e constataram um período de incubação de quatro dias e fase larval de 21 a 22 dias, ocorrendo apenas quatro ínstares. A longevidade do adulto foi de 15 dias e o período de pré-oviposição de cinco dias.

BURTON & PERKINS (1972) observaram um período larval de 13,45 dias e cerca de 1901 ovos por fêmea, em dieta artificial à base de trigo e soja.

A biologia de *S. frugiperda* foi revisada por SPARKS (1979) e seu trabalho fornece dados sobre cada fase do ciclo biológico desta praga.

No Brasil, também foram realizados estudos sobre a biologia desse inseto.

Assim, BERTELS & ROCHA (1950) verificaram que, em função da temperatura, o período de incubação durou até dez dias e o período larval foi de três a quatro semanas. Observaram que a pupação ocorre no solo quando este é arenoso ou, na própria planta de milho quando é argiloso, durando esta fase até duas semanas.

LEIDERMAN & SAUER (1953) observaram em laboratório uma duração de até 25 dias para a fase larval e 19 dias para a pupal, quando o inseto foi criado em milho.

MENSCHOY (1956) verificou que, em milho, cada fêmea coloca até 1000 ovos e a população é maior nos anos secos.

LUCCHINI (1977) estudou a biologia de *S. frugiperda* em milho dando ênfase ao efeito da luminosidade no desenvolvimento larval. A duração média do período de incubação foi de três dias. A lagarta apresentou sete instares e a duração dessa fase foi em média 14,67 dias. A duração do estágio de pupa foi significativamente diferente para o macho (11,8 dias) e fêmea (10,17 dias). O ciclo evolutivo também variou com o sexo, sendo de 31,27 dias para os machos e 30,17 dias para fêmeas. A longevidade dos machos foi de 21,1 dias e das fêmeas 12,4 dias. As posturas tinham em média 205,8 ovos com viabilidade de 91,22%. Segundo esse autor, quando as lagartas foram criadas sem possibilidade de se protegerem da luz, o estágio larval foi aumentado (16,2 dias) e a mortalidade foi alta (64,3%).

KASTEN Jr. et alii (1978) realizaram estudos comparativos de biologia de *S. frugiperda* em duas dietas artificiais e substrato natural e observaram que embora a dieta à base de feijão possibilitasse a substituição do alimento natural, em criações de laboratórios, em dieta natural o ciclo do inseto foi mais curto.

Estudos de FERRAZ (1982), em dieta artificial, mostraram que a temperatura influi marcadamente em todas as fases do ciclo biológico de *S. frugiperda*, sendo a temperatura de 25°C considerada a mais favorável ao inseto. Este autor avaliou ainda o efeito da idade da planta de milho no desenvolvimento do inseto, observando que não houve influência na duração de nenhuma das fases imaturas.

porém as maiores viabilidades ocorreram quando os insetos se alimentaram de folhas com 45 dias de idade.

PARRA & CARVALHO (1984) desenvolveram estudos sobre *S. frugiperda* a 25°C, 70% UR e fotofase de 14 horas, em dieta artificial testando sete variedades de feijão e verificaram que a variedade Carioca se mostrou mais adequada, proporcionando um encurtamento do ciclo total (31,53 dias), uma maior viabilidade total (63,65%) em relação às demais, e pupas (fêmeas) 30% mais pesadas que a testemunha.

2.2. NUTRIÇÃO QUANTITATIVA

A nutrição quantitativa consiste na avaliação das quantidades de alimento consumido, digerido, assimilado, excretado, metabolizado e convertido em biomassa. A análise desses parâmetros revela como o organismo responde a diferentes alimentos e quais componentes do alimento exercem maior efeito sobre o crescimento. Estudos de nutrição quantitativa de insetos têm auxiliado no conhecimento dos processos envolvidos na seleção hospedeira como preferência e antibiose, dando informações para elaboração de estratégias de manejo de pragas, como por exemplo medidas de consumo e taxas de crescimento no desenvolvimento de modelos de simulação para determinação de níveis de dano econômico de pragas (PARRA, 1980).

A adequação de um determinado alimento para o inseto pode ser avaliada através de índices de consu

mo e utilização, os quais foram padronizados por WALDBAUER (1968). Segundo esse autor, esses índices podem ser determinados em função de algumas medidas básicas como peso seco ou fresco do alimento consumido, fezes produzidas e ganho de peso pelo inseto durante o período experimental. SCRIBER & SLANSKY JR. (1981) revisaram o assunto e propuseram algumas alterações nos índices estabelecidos por WALDBAUER (1968).

Segundo PARRA (1979), embora as exigências nutricionais dos insetos sejam bem conhecidas do ponto de vista qualitativo, o aspecto quantitativo tem sido pouco estudado devido às dificuldades técnicas na medição dos parâmetros necessários à avaliação do consumo e utilização do alimento.

KOGAN & PARRA (1981) relataram que esses parâmetros podem ser avaliados por métodos diretos e indiretos, mas destacam que o método gravimétrico, no qual todos os parâmetros são medidos diretamente usando uma balança, apresenta vantagens de ser mais simples, ter maior acuidade e maior viabilidade para a maioria dos insetos, uma vez que os métodos indiretos exigem equipamentos sofisticados.

Segundo CROCOMO & PARRA (1985), a maior parte dos trabalhos encontrados na literatura mostra que os índices de consumo e utilização de alimento têm sido empregados como indicadores da adequabilidade de dietas a insetos, mas também têm sido utilizados no estudo das relações entre quantidade de alimento e conversão em substância corpórea; em trabalhos sobre comunidades ecológi-

cas para avaliar a aptidão de complexos de espécies fitófagas em relação às plantas hospedeiras e em estudos visando investigar os mecanismos de resistência de plantas a insetos e classificar os níveis dessa resistência.

2.2.1. INFLUÊNCIA DE FATORES BIOECOLÓGICOS SOBRE A ALIMENTAÇÃO DOS INSETOS

A importância da qualidade do alimento relacionada a fatores ambientais e adaptações dos organismos que influenciam na utilização do alimento ingerido, desenvolvimento, fisiologia e níveis populacionais de artrópodos foi ressaltada por SCRIBER & SLANSKY JR. (1981).

SLANSKY JR. (1982) descreveu a alimentação como um processo dinâmico e ativo, com numerosas interações e consequências para o inseto, afetando sua sobrevivência, crescimento, reprodução e movimentação. Segundo esse autor, o paradigma da ecologia nutricional é baseado no princípio de que dentro de determinado ambiente há um estado ótimo de equilíbrio (tamanho do corpo, sincronização de eventos vitais, etc.) que resulta na máxima aptidão para o indivíduo. Segundo este autor, os estudos nessa área são baseados nos seguintes pontos: a) identificar como o estado de equilíbrio ótimo difere entre espécies e populações e dentro das populações através do tempo; b) como o indivíduo pode alterar, em resposta à mudança ambiental, seus processos fisiológicos e comportamentais (taxa de consumo, metabolismo, etc.) para atingir e manter o estado de equilíbrio ótimo; c) identificar as

consequências ecológicas das alterações destes processos; e d) identificar como as respostas à mudança ambiental variam entre populações e espécies. A partir destes parâmetros é possível compreender a evolução dos diferentes hábitos alimentares dos insetos

Segundo SLANSKY JR. & SCRIBER (1985) os alimentos diferem quanto a composição química (nutrientes e aleloquímicos), facilidade de localização, tomada de alimento, abundância e persistência e essa variação exerce pressões seletivas que determinam adaptações envolvendo consumo e utilização do alimento. A determinação dessas pressões e adaptações resultantes constitui o âmago da ecologia nutricional. Esses autores observaram que, em condições naturais, o inseto avalia o ambiente e "to-ma" uma decisão expressa em respostas fisiológicas, genéticas e comportamentais que podem ser de manutenção, compensação ou indução. A manutenção está associada com condições ambientais favoráveis. A resposta compensatória pode ocorrer, por exemplo, quando há queda na concentração, de um nutriente no alimento, levando ao aumento no consumo, o que gera maior custo ecológico, uma vez que o maior tempo de alimentação pode aumentar a exposição a agentes de mortalidade. A indução pode ocorrer com mudança no fotoperíodo ou qualidade do alimento, levando à diapausa, mudança de cor, alteração no tamanho ou na atividade de vôo.

A qualidade e quantidade do alimento ingerido pelo inseto podem influenciar não só a fase que o ingere como a fase subsequente. O alimento ingerido pela

larva pode afetar sua taxa e tempo de desenvolvimento, peso final do corpo, capacidade de dispersão e probabilidade de sobrevivência, influenciando, às vezes, a performance do adulto subsequente (ex: a larva sofre redução no crescimento e produz adulto pequeno com baixa fertilidade). No caso do adulto, o alimento ingerido pode influenciar a habilidade de dispersão e acasalamento, tempo e extensão da reprodução e probabilidade de sobrevivência, afetando em muitos casos, também a larva de segunda geração (SLANSKY JR. & SCRIBER, 1985).

2.2.2. CONSUMO E UTILIZAÇÃO DE ALIMENTO POR

Spodoptera spp.

SOO HOO & FRAENKEL (1966) estudaram a taxa de ingestão, porcentagem de digestibilidade e eficiência de conversão do alimento ingerido e digerido durante o quinto ínstar de *Prodenia eridania* em 18 espécies e verificaram que algumas plantas não proporcionaram o crescimento larval devido a um ou mais dos seguintes fatores: baixa digestibilidade, baixa eficiência de conversão e baixa taxa de consumo.

BHAT & BHATTACHARYA (1978) estudaram o consumo e utilização de soja por *S. litura* a diferentes temperaturas e observaram que o índice de consumo (CI) e a razão de crescimento (GR) cresceram com a temperatura. A eficiência de conversão do alimento ingerido (ECI) caiu com o aumento da temperatura e a eficiência de conversão

do alimento digerido (ECD) não foi correlacionada com a temperatura.

Estudos realizados por SCRIBER (1981) com *S. eridania* criada em diferentes hospedeiros, mostraram que a taxa de consumo, eficiência de alimentação e crescimento larval não são características específicas, populacionais ou mesmo individuais, dependendo muito da variação de aleloquímicos e qualidade nutricional da planta. Posteriormente, SCRIBER (1982) estudou o efeito da alimentação dos primeiros ínstares de *S. eridania* sobre o consumo, assimilação e conversão de biomassa vegetal nos ínstares subsequentes, em três hospedeiros com diferentes graus de preferência e observou que não houve diferenças significativas na digestibilidade, mas a eficiência de assimilação de biomassa e utilização de nitrogênio variou conforme o alimento dos primeiros ínstares.

PARRA & CARVALHO (1984) estudaram o crescimento e nutrição de *S. frugiperda* em dietas artificiais à base de feijão, comparando sete variedades desta leguminosa e concluíram que houve diferença nos índices nutricionais em função da variedade de feijão utilizada.

CROCOMO & PARRA (1985) estudaram o consumo e utilização de milho, trigo e sorgo por *S. frugiperda*. Foi verificado que as lagartas apresentaram capacidade de compensar as dificuldades de utilização encontradas nos diferentes hospedeiros e manter a performance de desenvolvimento. As lagartas mantidas em trigo apresentaram as menores taxas de consumo e custo metabólico e as maiores eficiências de conversão do alimento ingerido e do digerido.

O ganho de biomassa foi semelhante nos três hospedeiros, sendo o custo metabólico maior quando se alimentaram de milho. Assim, o trigo foi o alimento que apresentou melhores características nutricionais e o milho foi o hospedeiro que mais afetou a fisiologia e comportamento alimentar das lagartas.

2.3. EFEITO DO ESTADO NUTRICIONAL DA PLANTA SOBRE OS INSETOS

As substâncias químicas originárias das plantas, incluindo aquelas liberadas no ar e no solo, afetam o inseto antes ou no momento em que entram em contato com a planta. Outras substâncias contidas no tecido vegetal agem somente após a destruição dos tecidos (KOGAN, 1976). Muitas dessas substâncias não têm função nutritiva e foram denominadas aleloquímicos por WHITTAKER & FEENEY (1971).

As substâncias secundárias, sem valor nutritivo, são comumente apontadas como responsáveis pela seleção hospedeira, porém, SCHOONHOVEN (1972) chamou a atenção para o fato de que as espécies de plantas diferem também quantitativamente no seu conteúdo de nutrientes, o que pode afetar o comportamento e/ou biologia do inseto que dela se alimenta, e EDWARDS & WRATTEN (1980) relataram que pequenas mudanças no material que a planta fornece ao herbívoro podem afetar fundamentalmente sua performance.

Embora a maior parte dos trabalhos ressaltem que a qualidade nutricional de uma planta seja inerente à própria espécie, esse valor pode ser afetado por fatores não genéticos.

PRATT et alii (1972) citaram muitos exemplos na literatura, nos quais produtos químicos agrícolas (fertilizantes, inseticidas, herbicidas, etc.) mudaram a proporção dos nutrientes nos tecidos da planta e, conseqüentemente, seu valor nutricional para as pragas, às vezes seletivamente. A mudança na composição nutricional da planta pode resultar em indisponibilidade, falta ou inadequação da quantidade ou proporção de nutrientes para o inseto.

Os nutrientes podem afetar a manifestação da resistência de plantas a insetos quer agindo sobre o inseto, quer sobre a própria planta (LEUCK, 1972).

De acordo com WISEMAN et alii (1973b) e LEUCK & HAMMONS (1974a) a nutrição mineral da planta pode ter importante influência na expressão da resistência da planta ao ataque de insetos.

Segundo FOX & MAGAULEY (1977) tanto a qualidade do alimento quanto o nitrogênio são elementos críticos na ecologia de muitos insetos, parecendo que as larvas ajustam suas taxas de alimentação com o propósito de proporcionar uma máxima acumulação de nitrogênio. WHITE (1978) relatou que se o nitrogênio for indisponível ou estiver em baixo nível, larvas novas de muitos insetos podem sofrer alta mortalidade.

MCNEILL & SOUTHWOOD (1978) relatam que

muitos insetos alimentam-se sobre diferentes partes da planta nas diferentes estações do ano e isto parece estar relacionado com os locais de máxima disponibilidade de nitrogênio.

Segundo LARA (1979), nem todas as plantas possuem os mesmos elementos em sua composição e quando apresentam, estes não se encontram nas mesmas proporções, fazendo com que os insetos prefiram as que lhes fornecem um alimento nutricionalmente favorável, evitando aqueles que possuem carência, deficiência ou balanceamento nutricional desfavorável a seu desenvolvimento.

De acordo com ARCHER et alii (1982), pequenas diferenças nutricionais na planta são capazes de causar variações na densidade populacional de insetos, associação essa que ajuda a compreensão da relação planta/inseto visando ao planejamento de programas de manejo de pragas.

MATTSON JR. (1983) observou que o conteúdo de nitrogênio de uma planta é apenas uma de suas características que são vitalmente importantes para os insetos, uma vez que desempenha função essencial em todos os processos metabólicos dos mesmos.

2.3.1. EFEITO DA FERTILIDADE DO SOLO E FERTILIZANTES SOBRE INSETOS

O efeito da adubação no solo sobre o teor de nutrientes da planta e conseqüentemente sobre os insetos que dela se alimentam tem sido estudado por vários pesquisadores.

Uma revisão feita por SHARMA (1970) mostrou que várias Ordens de Insetos podem ser afetadas pela ação de adubação com potássio, nitrogênio e fósforo, concluindo que o efeito desses nutrientes é variável. Esse autor salientou que na pesquisa relativa à utilização de fertilizantes para um melhor crescimento da planta, deve-se considerar também a influência desse crescimento no desenvolvimento de insetos fitófagos. Assim, ainda que certos resultados mostrem que a aplicação de adubos reduz a população de pragas, para a maioria dos insetos sugadores e alguns mastigadores, a fertilização do solo tem efeito benéfico, aumentando sua população.

Segundo MAXWELL (1972), não se pode chegar a conclusões generalizadas sobre o efeito de fertilizantes sobre insetos, porque a importância de cada nutriente varia com a espécie, planta hospedeira e tipo de solo. Esse autor ressalta que certas espécies ou variedades de plantas têm maior habilidade que outras para extrair produtos químicos do solo e essa maior absorção e uso dos elementos contribuem para a resistência a insetos. TANDON (1973) relatou que trabalhos realizados na Índia mostraram que o efeito dos fertilizantes sobre os insetos varia com o nutriente e a espécie.

2.3.1.1. Efeito da nutrição da planta sobre insetos sugadores

A literatura mostra diversos trabalhos so

bre o efeito da nutrição da planta sobre insetos sugadores, principalmente em relação ao nitrogênio.

EVANS (1938) observou que a reprodução de *Brevicoryne brassicae* está positivamente correlacionada com o conteúdo de nitrogênio da planta, em particular com o teor de proteínas. A produção de alados está negativamente correlacionada com os mesmos fatores.

BAKER & TAUBER (1954) observaram que a fecundidade de *Macrosiphum pisi* em plantas de ervilha diminuiu à medida em que foram reduzidos os níveis de nitrogênio aplicados à planta.

SHARMA (1970) revisou vários trabalhos que tratam desse assunto e verificou que, em relação aos afídeos, as informações são abundantes e contraditórias, pois embora a maioria dos trabalhos evidencie que altos teores de nitrogênio aumentam a reprodução de pulgões, há casos em que ocorre o oposto.

HARREWIJN (1970) observou que a fecundidade e reprodução de *Myzus persicae* em batata mantida em solução nutritiva, estão positivamente correlacionadas com o teor de nitrogênio na solução.

MAXWELL (1972) citou um trabalho no qual foi estudado o efeito de quantidades médias, excessivas e deficientes de cálcio, nitrogênio, potássio, fósforo e enxofre sobre o afídeo, *Therioaphis maculata*, em variedades resistentes e suscetíveis de alfafa. Verificou-se que nenhum tratamento tornou as variedades suscetíveis mais resistentes, mas a resistência foi significativamente diminuída, porém não eliminada, quando as variedades resisten

tes foram tratadas com níveis deficientes de cálcio ou potássio e excesso de magnésio ou nitrogênio. Níveis deficientes de fósforos aumentaram a resistência, que não foi afetada pelo enxofre.

Trabalhos revistos por PRATT et alii (1972) mostraram que o nitrogênio solúvel nas folhas se aumentando, resulta em maior fecundidade de *M. persicae*. Variações na quantidade de N-P-K em fumo, podem alterar o conteúdo destes elementos nas folhas e a taxa de aumento da população de *M. persicae*.

Segundo TINGEY & SINGH (1980), muitos afídeos dependem da nutrição de seu hospedeiro. Trabalhos revistos por esses autores mostraram que deficiência de nitrogênio no solo acentuou a performance de *Schizaphis graminum* e de *Aphis fabae* em várias espécies de leguminosas. A deficiência de fósforo em milho prejudicou *S. graminum* e níveis baixos de potássio aumentaram a fecundidade de *B. brassicae*.

Em trabalho relacionando a densidade de *S. graminum* em sorgo com vários níveis de nitrogênio, ARCHER et alii (1982) verificaram que este elemento não alterou a tolerância natural dessa planta ao inseto.

JANSSON & SMILOWITZ (1986) estudaram a influência do nitrogênio sobre *M. persicae* em batata e observaram que a taxa de crescimento da população do afídeo aumentou com o nível de nitrogênio aplicado; entretanto, o maior nível de nitrogênio (224 kg N/ha) reduziu essa taxa.

Embora o volume maior de trabalhos seja com afídeos, outros insetos sugadores têm sido estudados.

Uma revisão realizada por SHARMA (1970) mostrou que o teor de nitrogênio está positivamente relacionado com a performance de *Heliothrips haemorrhoidalis* em espinafre e *Empoasca devastans* em algodão, mas seu efeito é prejudicial para *Blissus leucopterus* em sorgo; entretanto os ataques desse percevejo eram aumentados com o uso de superfosfato.

PFEIFFER & BURTS (1983) estudaram o efeito do nitrogênio sobre *Psylla pyricola* em pera e verificaram que a taxa de desenvolvimento dos psilídeos aumentou nas árvores tratadas com esse nutriente.

Ensaio realizados por LUBUS et alii (1984), mostraram que adubação com enxofre e molibdênio em amendoim não teve influência sobre tripses (*Caliothrips brasiliensis* e *Enneothrips flavens*).

2.3.1.2. Efeito da nutrição da planta sobre insetos mastigadores

Entre os mastigadores, os lepidópteros têm sido os mais estudados.

TAYLOR et alii (1952) realizaram ensaios de campo e em casa de vegetação com *Ostrinia nubilalis* em milho e, em ambos os casos, o crescimento e sobrevivência do inseto foram melhores nas plantas vigorosas do que aquelas com deficiência de nitrogênio, potássio ou potássio e fósforo.

ISHII (1967) e ISRAEL (1967) verificaram que o nível de dano causado por brocas-do-colmo em arroz elevou-se com o aumento das doses de nitrogênio na cultura.

Trabalhos revistos por SHARMA (1970) mostraram que o nitrogênio aumentou a mortalidade da lagarta do microlepidóptero *Evetria briolina* e vários microlepidópteros, entre os quais *Lymantria monacha* e *L. dispar*.

SELL & BODZNICK (1971) observaram que $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ a 0,2% ou mais concentrado adicionado a meio artificial, causou severos prejuízos no desenvolvimento, levando lagartas de *Heliothis virescens* à morte.

SHAW & LITTLE (1972) observaram o efeito da adubação de abeto balsâmico com nitrogênio, fósforo e potássio sobre *Choristoneura fumiferana* e concluíram que lagartas criadas nas árvores adubadas tinham pupas e mariposas (fêmeas) mais pesadas e uma maior sobrevivência do que aquelas criadas em árvores não adubadas. Notaram, ainda, que a folhagem das árvores adubadas, tinha maior teor de água, cinzas, açúcares totais, nitrogênio e calor de combustão e menos carboidratos por taxa de nitrogênio.

WISEMAN et alii (1973b) observaram que *H. zea* mostrou preferência por folhas de milho tratadas com NP em relação a folhas com P, K, PK ou não adubadas.

MARTINS et alii (1978), estudando a influência de vários níveis de nitrogênio em arroz irrigado, verificaram que o dano causado por *Diatraea saccharalis* está diretamente correlacionado com o aumento dos níveis de nitrogênio.

Segundo AUERBACH & STRONG (1983) alguns lepidópteros aumentam seu consumo total e sua taxa alimentar sobre plantas que apresentam baixa concentração em nitrogênio, para manter a taxa de crescimento, visando obter teores de nitrogênio equivalentes àqueles em plantas com altas concentrações de nitrogênio. Consequentemente, os insetos passam mais tempo se alimentando e ficam mais expostos aos inimigos naturais.

BREWER et alii (1985) estudaram a influência dos níveis de nitrogênio na folhagem de duas espécies de abetos sobre *Choristoneura occidentalis* e verificaram que a mortalidade larval e o tempo de desenvolvimento foram maiores no nível mais baixo de nitrogênio (1,29%).

Na literatura encontram-se também trabalhos com outras Ordens de insetos. A revisão feita por SHARMA (1970) mostra exemplos nos quais o nitrogênio afeta negativamente espécies de Curculionidae e Scolytidae, mas favorece o gafanhoto, *Melanoplus mexicanus*. Tratamento com potássio estimulou o ataque de gorgulhos em pinheiro branco.

JANSSON & SMILOWITZ (1985) observaram que a taxa de desenvolvimento da população de *Lepitiotarsa decemlineata* (Chrysomelidae) no campo está negativamente correlacionada com a concentração de nitrogênio nas folhas de batata e sugeriram que a adubação nitrogenada pode ser importante no manejo de pragas dessa cultura.

2.3.1.3. Efeito da nutrição da planta sobre *Spodoptera* spp.

LEUCK (1972) estudou os efeitos da adubação de *Pennisetum typhoides* sobre lagartas de *S. frugiperda*.

perda e observou que os tratamentos com N, P, NK e PK apresentaram efeito antibiótico sobre as lagartas, reduzindo seus pesos em comparação com a testemunha não adubada. A combinação NK e apenas N causaram 100% de mortalidade larval. Entretanto, os tratamentos NP e NPK proporcionaram melhor desenvolvimento e lagartas com maior ganho de peso. Foi observado também que folhas de plantas adubadas com NP e NPK foram altamente preferidas para alimentação em testes de livre escolha.

WISEMAN et alii (1973a) trabalhando com milho do Grupo Antiqua (de resistência moderada) tratado com combinações de NPK, observaram que folhas tratadas com NP foram preferidas por *S. frugiperda* quando comparadas com aquelas tratadas com P, K, PK ou não adubadas. O nitrogênio reduziu a duração do período pupal e aumentou o peso das lagartas e sobrevivência do inseto.

Folhas de milho tratadas com zinco produziram efeitos antibióticos em lagartas confinadas (WISEMAN et alii, 1973b).

A resistência de amendoim e *S. frugiperda* também foi afetada com o uso de fertilizantes inorgânicos e essa influência variou conforme o substrato utilizado. No solo, a aplicação de PK conferiu resistência à planta, mas a aplicação de N, NP e NK aumentou a suscetibilidade do vegetal, que quando não adubado ou na presença de N, K, e NPK, apresentou um grau intermediário de resistência. Em areia, somente a adubação com NPK e NK conferiu um nível intermediário de resistência; as demais plantas, inclusive as não adubadas se mostraram re

sistentes. Já em vermiculita, plantas adubadas com N, NK e PK mostraram resistência intermediária e os outros tratamentos foram resistentes (LEUCK & HAMMONS, 1974a).

O efeito de sais inorgânicos diluídos e aplicados em folhas de grama bermuda, milho e sorgo, sobre o comportamento de lagartas de primeiro ínstar de *S. frugiperda* foi estudado por LEUCK et alii (1974), que constataram que todos os compostos utilizados (à base de S, Cu, Mo, Fe, Mg, B, Na, Zn, Al, Ca, K, Mn, Co, Cr e I) tornaram a grama bermuda não preferida para alimentação. Para milho, o resultado foi semelhante com exceção do molibdato de sódio, que conferiu resistência intermediária. No caso do sorgo, folhas tratadas com molibdato de sódio, sulfato de alumínio e óxido de magnésio foram preferidas para alimentação e aquelas tratadas com quelato de ferro, borato de sódio ou sulfato de cálcio tiveram um grau de preferência intermediário; as demais (tratadas com sulfato cúprico, sulfato de zinco, permanganato de potássio, sulfato de amônia e cloreto de sódio) foram não preferidas.

LEUCK & HAMMONS (1974b) testaram, em casa de vegetação, quinze compostos inorgânicos pulverizados sobre folhas de amendoim e verificaram que esses compostos afetaram a resistência dessa cultura a *S. frugiperda*.

O efeito da adubação de beterraba com diferentes níveis de nitrogênio sobre *Spodoptera exigua* foi estudado por AL-ZUBAIDI & CAPINERA (1983). Houve uma correlação inversa entre o conteúdo de nitrogênio na

folha e a porcentagem de canibalismo, sendo a fecundida de aumentada pela atividade canibal.

CARVALHO et alii (1984) estudaram o efeito do potássio no solo e em solução nutritiva mais areia lavada, sobre *S. frugiperda* e observaram que resultados mais significativos foram obtidos no ensaio com solo. A falta de potássio induziu uma maior oviposição e as lagartas ocorreram em maior número e foram maiores.

LYNCH (1984) testou três níveis de nitrogênio (448, 224 e 0 kg/ha) em grama berm da visando avaliar seu efeito sobre *S. frugiperda*. Observou que a sobrevivência larval, peso, taxa de desenvolvimento e peso de pupas foram maiores nas plantas que receberam nitrogênio do que naquelas não adubadas. Notou também que a população pode aumentar de 45 a 225 vezes nas pastagens adubadas com maior teor de nitrogênio em relação às não adubadas.

CLAVIJO (1984) estudou o efeito da adubação nitrogenada e de vários níveis de infestação (0% a 80%) por *S. frugiperda* sobre a produção sem nenhum efeito da porcentagem de infestação, pois as parcelas com diferentes níveis de plantas infestadas não tiveram produções estatisticamente diferentes.

Tendo em vista a escassez de trabalhos relacionando nutrição de plantas a insetos, especialmente no Brasil, um resumo dos mesmos é apresentado na Tabela 1.

TABELA 1. Influência da nutrição da planta sobre insetos.

Cultura	Artrópodo (Espécie, Ordem)	Elemento	Efeito ¹	Referência bibliográfica ²
Abeto	<i>Choristoneura occidentalis</i> (Lepidoptera)	presença N	+	BREWER et alii (1985)
Abeto balsâmico	<i>Choristoneura fumiferana</i> (Lepidoptera)	presença NPK	+	SHAW & LITTLE (1972)
Alfafa	<i>Theorhaphis maculata</i> (Homoptera)	deficiência N deficiência P deficiência K	- - +	McMurtry (1962) ^a
Algodão	<i>Aphis gossypii</i> (Homoptera)	adubação K	-	Mehta et alii (1963) ^b
	<i>Empoasca devastans</i> (Homoptera)	N mineral adubação N adubação P e K adubação N	+ + = +	Jayraj & Venugopal (1964) ^c Mehta et alii (1963) ^b
	<i>Syllepta devogata</i> (Lepidoptera)			

Continua

TABELA 1. Influência da nutrição da planta sobre insetos. (continuação)

Cultura	Artrópodo (Espécie, Ordem)	Elemento	Efeito ¹	Referência bibliográfica ²
Amendoim	<i>Caliothrips brasiliensis</i> (Thysanoptera) e	presença S, Mb	=	LUBUS et alii (1984)
	<i>Enneothrips flavens</i> (Thysanoptera)			
	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera)	PK no solo	-	LEUCK & HAMMONS (1974a)
		N ou NP ou NK no solo	+	
Arroz		NPK ou NK em areia	+	
		N ou NK em vermiculita	+	
	<i>Diatraea saccharalis</i> (Lepidoptera)	presença N	+	ISHII (1967), ISRAEL (1967) e MARTINS et alii (1978)
	<i>Mitoparvata lugens</i> (Homoptera)	presença N	+	Irri (1971)a
	<i>Tryporyza incertulas</i> (Lepidoptera)	presença NPK	+	Abraham (1957)b
Aveia		presença de N ou P	=	Kalade & Pant (1973)b
	<i>Rhopalosiphum fitchii</i> (Homoptera)	adubação N	+	Coon (1959)a
	<i>Toxoptera graminum</i> (Homoptera)	presença N	-	Arant & Jones (1951)c
				Continua

TABELA 1. Influência da nutrição da planta sobre insetos (continuação).

Cultura	Artrópodo (Espécie, Ordem)	Elemento	Efeito ¹	Referência bibliográfica ²
Batata	<i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Coleoptera)	presença N	-	JANSSON & SMILOWITZ (1985)
	<i>Myzus persicae</i> (Homoptera)	alta relação N/K	+	Vijerberg (1965) ^c
		presença N	+	HARREWIJN (1970) ^e
				JANSSON & SMILOWITZ (1986)
<i>Beta vulgaris</i>	<i>Spodoptera exigua</i> (Lepidoptera)	presença N	-	AL-ZUBAIDI & CAPINERA (1983)
Chorão	<i>Tuberolachmus salignus</i> (Homoptera)	alta relação N/K	+	Vijerberg (1965) ^c
Coníferas	Pulgões (Homoptera)	adubos minerais e calcário	+	Oldiges (1958); Wellenstein (1960) e Merker (1981) ^c
Couve	<i>Brevicoryne brassicae</i> (Homoptera)	presença N	+	SHARMA (1970)
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera)	saís minerais, Al e Ca presença N	- +	LEUCK et alii (1972) LYNCH (1984)
				Continua

TABELA 1. Influência da nutrição da planta sobre insetos (continuação).

Cultura	Artrópodo (Espécie, Ordem)	Elemento	Efeito ¹	Referência bibliográfica ²
Espinafre	<i>Heliothrips haemorrhoidalis</i> (Thysanoptera)	baixo teor N	+	Wittewer & Haseman (1945) ^c
Ervilha	<i>Macrosiphum pisi</i> (Homoptera)	baixo teor N	-	BAKER & TAUBER (1954)
Fava	<i>Aphis rumicis</i> (Homoptera)	adubação completa e maior nível Mg e K	+	Davidson (1925) ^a
Fumo	<i>Myzus persicae</i> (Homoptera)	deficiência N	-	Legge & Palmer (1968) ^c
		adubação N ou K	+	Woolbridge & Harrison (1968) ^c
Leguminosas	<i>Aphis fabae</i> (Homoptera) e <i>Schizaphis fabae</i> (Homoptera)	deficiência N	+	TINGEY & SINGH (1980)
Macieira	<i>Panonychus ulmi</i> e <i>Tetranychus telarius</i> (Acari)	maior nível N	+	Rodríguez (1958) ^a

Continua

TABELA 1. Influência da nutrição da planta sobre insetos (continuação).

Cultura	Artrópodo (Espécie, Ordem)	Elemento	Efeito ¹	Referência bibliográfica ²
Meio artificial	<i>Heliothis virescens</i> (Lepidoptera)	presença ZnSO ₄	-	SELL & BODZNICK (1971)
Milho	<i>Chilo zonellus</i> (Lepidoptera)	alto teor N	+	Starks et alii (1971) ^a
	<i>Ostrinia nubilalis</i> (Lepidoptera)	deficiência N ou P ou PK	-	TAYLOR et alii (1952)
	<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Homoptera)	deficiência N	+	Branson & Simpson (1965) ^c
	<i>Schizaphis graminum</i> (Homoptera)	deficiência P	-	Daniels et alii (1968) ^d
	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera)	adubação P ou K ou PK	-	WISEMAN et alii (1973) ^a
		adubação NP	+	
		presença Zn	-	WISEMAN et alii (1973 ^b)
		sais minerais	-	LEUCK (1974)
		deficiência K	+	CARVALHO et alii (1984)
		presença N	=	CLAVIJO (1984)
				Continua

TABELA 1. Influência da nutrição da planta sobre insetos (continuação).

Cultura	Artrópodo (Espécie, Ordem)	Elemento	Efeito ¹	Referência bibliográfica ²
Mostarda	<i>Lipaphis erysimi</i> (Homoptera)	presença N, P ou K	=	Mehta (1971)b
		presença N	+	Tewari & Chackravarty (1970)b
	<i>Phyllotreta crucifera</i> (Coleoptera)	presença N	=	
		presença N	+	
<i>Nasturtium</i>	<i>Myzus persicae</i> (Homoptera)	deficiência N ou P ou K ou Ca ou Mg	=	Barker & Tauber (1951)a
		deficiência N	-	Dodd (1936)c
<i>Opuntia</i> sp.	<i>Cactoblastis cactorum</i> (Lepidoptera)	presença N, P, K, NK ou PK	-	LEUCK (1972)
<i>Pennisetum typhoides</i>		presença de NP ou NPK	+	
Pepino	família Scarabaeidae (Coleoptera)	adubo orgânico	-	Faulkner & McDonald (1958)c

Continua

TABELA 1. Influência da nutrição da planta sobre insetos (continuação).

Cultura	Artrópodo (Espécie, Ordem)	Elemento	Efeito ¹	Referência bibliográfica ²
Pera	<i>Psylla pyricola</i> (Homoptera)	presença N	+	JANSSON & SMILOWITZ (1986)
Pinheiro	<i>Diprion pini</i> (Hymenoptera)	presença K ou Mn	+	Schwenke (1969) ^c
	<i>Pristiphora abietina</i> (Hymenoptera)	presença Ca, N ou P	-	Buttner (1967) ^c
Pinheiro branco	Gorgulho (Coleoptera)	presença K presença N	+ -	Xydias & Leaf (1964) ^c
Repolho	<i>Brevicoryne brassicae</i> (Homoptera)	presença N	+	EVANS (1938)
Robinia	<i>Cactoblastis castorum</i> (Lepidoptera)	adição de K	-	Bruning (1959) ^c
Sorgo	<i>Blissus leucopterus</i> (Hemiptera)	nitrato de sódio superfosfato adubação completa adubação P	- + + +	Dahms & Fenton (1940) ^c Dahms (1940) ^a Continua

TABELA 1. Influência da nutrição da planta sobre insetos (continuação).

Cultura	Artrópodo (Espécie, Ordem)	Elemento	Efeito ¹	Referência bibliográfica ²
Sorgo	<i>Chilo zonellus</i> (Lepidoptera)	adubação P	+	Starks et alii (1971) ^a
	<i>Schizaphis graminum</i> (Homoptera)	presença N	=	ARCHER et alii (1982)
	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera)	sais minerais, Al e Ca	-	LEUCK et alii (1974)
Trigo	<i>Atherigona latuberculata</i> (Diptera)	presença N	+	Varade & Ballal (1969) ^b
	<i>Melanoplus mexicanus</i> (Orthoptera)	alto teor N	+	Smith & Northcott (1951) ^c
	<i>Shizaphis graminum</i> (Homoptera)	maior nível de N	+	Daniels (1957) ^a
	<i>Sitophilus oryzae</i> (Coleoptera)	adubação N	+	Chakraborty & Mathew (1962) ^a

¹ (=) não influencia; (+) efeito benéfico para o inseto ou diminuição de resistência da planta e (-) efeito prejudicial para o inseto ou aumento de resistência da planta.

² a = citado por LARA (1979); b = citado por TANDON (1973); c = citado por SHARMA (1970) e d = citado por TIN-GEY & SINGH (1980).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado com *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho (*Zea mays* L.), no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em Sete Lagoas, MG (19° 28'S e 44° 15'W, altitude 732 m) e constou de etapas de campo e laboratório.

As lagartas utilizadas em ambas as etapas foram provenientes de uma criação mantida em dieta artificial (Tabela 2), no Laboratório de Criação de Insetos do Setor de Entomologia do CNPMS.

O estudo de campo foi conduzido em área de cerrado, durante duas safras sucessivas - 1983/1984 e 1984/1985 - utilizando-se o milho híbrido duplo Cargill C111. Os dados de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluvial, ocorrentes no período da pesquisa, foram coletados num posto meteorológico do CNPMS situado a aproximadamente 3 km do lote experimental.

A outra etapa da pesquisa foi realizada no Laboratório de Criação de Insetos do CNPMS e embora as

TABELA 2. Composição da dieta artificial utilizada para criação de *S. frugiperda* (modificada de PERKINS et alii, 1973).

Componentes	Quantidade
Feijão	333,0 g
Levedura de cerveja	101,4 g
Germe de trigo	158,4 g
Ácido ascórbico	10,2 g
Metil p-hidroxibenzoato	6,3 g
Ácido sórbico	3,3 g
Ágar	41,0 g
Água	2390,0 ml
Formaldeído 10%	25,0 ml

condições ambientais não fossem controladas, a temperatura e umidade relativa foram registradas diariamente através de um termohigrógrafo; a fotofase foi de 14 horas.

3.1. EFEITO DO TEOR DE ALUMÍNIO DO SOLO SOBRE OS DANOS CAUSADOS POR *S. frugiperda* EM MILHO EM CONDIÇÕES DE CAMPO

3.1.1. ANÁLISE E OBTENÇÃO DOS DIFERENTES TEORES DE ALUMÍNIO DO SOLO

Para realização do experimento foi escolhida uma faixa de solo uniforme quanto à fertilidade, den

tro de um Latossolo Vermelho Escuro, distrófico, fase cerrado, do CNPMS, Sete Lagoas, MG. Para avaliar a uniformidade, essa faixa foi dividida em três partes e cada qual por sua vez, foi novamente dividida em três secções. De cada secção foi retirada uma amostra de solo composta para análise em laboratório.

Essa análise mostrou haver as seguintes variações: pH (4,5 a 4,7), Al (1,3 a 1,4 meq/100 cm³), Ca (0,77 a 1,09 meq/100 cm³), Mg (0,15 a 0,24 meq/100 cm³), K (56 a 63 ppm), P (10 a 16 ppm) e matéria orgânica (3,25 a 3,45%). Segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1978), não houve diferença de classe de fertilidade para esses elementos e a área foi considerada uniforme.

Procurou-se então, obter um gradiente de alumínio no solo através da calagem com calcário dolomítico, 20 dias antes do plantio do primeiro ano (safra 83/84) utilizando-se duas dosagens 6 t/ha e 2 t/ha indicadas pelo Setor de Fertilidade de Solo do CNPMS e deixando-se uma área sem calcário (0 t/ha). A quantidade de calcário aplicado em cada parcela visou obter três condições de solo.

a) Solo onde principalmente os teores de alumínio trocável, cálcio e magnésio estivessem dentro do ideal para cultura (6 t calcário/ha);

b) solo onde esses teores estivessem aquém do ideal, mas dentro do limite aceitável (2 t calcário / ha);

c) solo onde o teor de alumínio fosse tó-

xico para a planta e os de cálcio e magnésio deficientes, em relação às necessidades da cultura (sem calcário).

No decorrer do ensaio foram feitas duas outras análises de solo seguindo a mesma metodologia da primeira safra; assim em 84/85, foi feita uma antes da semeadura e outra na época da infestação artificial pelo inseto.

A extração e determinação dos elementos foram efetuadas segundo VETTORI (1969). O fósforo e o potássio foram extraídos por solução duplo-ácida (método Carolina do Norte) e determinada por colorimetria; o alumínio, cálcio e magnésio trocáveis foram extraídos em solução de KCl 1N. O cálcio e magnésio, foram determinados por absorção atômica e o alumínio por titulação em NaOH, tendo-se fenolftaleína como indicador.

Uma das premissas básicas do uso da análise de solo e de sua interpretação é a existência de correlação entre resultados da análise química e a resposta de culturas à adubação ou calagem, em condições de campo (RAIJ et alii, 1985). É interessante que a interpretação esteja relacionada com resultados obtidos através de experimentação agronômica na região; assim, neste trabalho, a interpretação dos resultados das análises de solo feitas após a calagem (Tabelas 3 e 4) foi baseada na classificação de teores de nutrientes adotada para milho em Minas Gerais pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1978). Segundo o critério adotado, a área experimental mostrou as diferenças desejadas em relação a cálcio, magnésio e alumínio, mantendo-se os teores

TABELA 3. Análise química do solo da área experimental antes da semeadura do segundo ano (safra 84/84).

Teor de alú- mínio do solo	Teor de calcário aplicado na safra 83/84	pH em água	meq/100 cm ³			ppm		Matéria orgâ- nica %
			Al	Ca	Mg	K	P	
baixo	6 t/ha	5,1	0,2	2,75	1,20	73	16	3,63
médio	2 t/ha	4,9	0,8	1,56	0,51	70	15	3,70
alto	0 t/ha	4,7	1,3	1,03	0,20	63	14	3,40

TABELA 4. Análise química do solo da área experimental na época da interação artificial do segundo ano (safra 84/85).

Teor de alú- mínio do solo	Teor de calcário aplicado na safra 83/84	pH em água	meq/100 cm ³			ppm		Matéria orgâni- ca %
			Al	Ca	Mg	K	P	
baixo	6 t/ha	5,2	0,15	3,19	1,38	75	19	3,71
médio	2 t/ha	4,9	0,88	1,58	0,56	74	19	3,74
alto	0 t/ha	4,6	1,40	1,07	0,22	79	19	3,60

de fósforo e potássio médios e de matéria orgânica altos em toda a área experimental. O teor de nitrogênio não foi avaliado, mas, segundo RAIJ et alii (1985), no que concer

ne a esse nutriente a análise de solo não é eficaz, utilizando-se outros critérios como histórico da gleba e produtividade esperada. Também para enxofre e micronutrientes, utilizou-se o histórico da área, não sendo feita nenhuma análise de solo específica.

Assim, atingiu-se o objetivo, obtendo-se solos com três classes diferentes, no que se refere a cálcio, magnésio e alumínio, mantendo-se os teores de outros elementos uniformes em toda a área experimental. Para facilitar o entendimento, no decorrer do trabalho, os solos onde foram aplicados 6 t, 2 t e onde não se aplicou calcário (0 t) foram referidos em função do teor de alumínio como baixo ($Al = 0,15 - 0,20 \text{ meq}/100 \text{ cm}^3$), médio ($Al = 0,8 - 0,88 \text{ meq}/100 \text{ cm}^3$) e alto ($Al = 1,3 - 1,4 \text{ meq}/100 \text{ cm}^3$) respectivamente, ressaltando-se entretanto, que havia diferença também no teor de cálcio + magnésio, que foi respectivamente: $Ca + Mg = 3,95 - 4,57 \text{ meq}/100 \text{ cm}^3$; $Ca + Mg = 2,07 - 2,14 \text{ meq}/100 \text{ cm}^3$ e $Ca + Mg = 1,23 - 1,29 \text{ meq} / 100 \text{ cm}^3$ para o 1º, 2º e 3º tratamentos.

3.1.2. OBTENÇÃO DOS NÍVEIS DE INFESTAÇÃO DA CULTURA POR *S. frugiperda*

Aproximadamente quarenta dias após a semeadura, quando as plantas tinha 8 - 10 folhas, estágio considerado mais suscetível a *S. frugiperda* (CRUZ & TURPIN, 1982), foi feita a infestação artificial, colocando-se 30 lagartas de segundo e terceiro ínstaes (baseando-se em análise visual e na disponibilidade de la

gertas), diretamente no "cartucho" da planta com o auxílio de um pincel.

Foram consideradas 40 plantas por sub-parcela, sendo infestados diferentes números de plantas em função do percentual desejado. Assim, no nível de 0% não foi infestada nenhuma planta, 20% - 8 plantas, 40% - 16 plantas, 60% - 24 plantas, 80% - 32 plantas e 100% - 40 plantas infestadas.

Das quarenta plantas consideradas, as não infestadas foram mantidas livres de danos através de aplicação periódica de inseticida granulado (Diazinon 14G) diretamente no cartucho da planta, através de um dispositivo tipo "matraca" (CRUZ et alii, 1982). Para facilitar a visualização no campo, essas plantas foram marcadas com uma fita de plástico colorido.

Dezoito dias após a infestação, foi feita uma avaliação contando-se o número de plantas com notas 4 (plantas com folhas rasgadas e algum dano no cartucho) e 5 (plantas com o cartucho destruído) segundo uma escala visual proposta por CARVALHO (1970) e modificada por CRUZ (1980).

3.1.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E CONDUÇÃO DO ENSAIO

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas com três repetições. Os tratamentos foram os seguintes:

Parcela = Teor de alumínio no solo

- . baixo 6 t calcário/ha
- . médio 2 t calcário/ha,
- . alto sem calcário (0 t/ha)

Sub-parcela = Nível de infestação da cultura por *S. frugiperda*

. 0%	. 60%
. 20%	. 80%
. 40%	. 100%

A sub-parcela foi constituída de quatro linhas de oito metros, sendo as duas linhas externas consideradas bordaduras. Nas linhas centrais, dois metros de cada extremidade também serviram de bordaduras. As 15 plantas consideradas para infestação, de cada sub-parcela foram identificadas através de etiquetas numeradas.

O preparo do solo e a semeadura manual foram feitos de acordo com as recomendações técnicas para a Região (EMBRAPA/CNPMS, 1982). Trinta dias após o plantio, foi realizado um desbaste, deixando-se cinco plantas por metro de sulco. O controle de plantas daninhas foi feito através de um cultivador com tração animal.

A adubação na semeadura foi feita no sulco (Tabela 5) e a adubação nitrogenada por cobertura (200 kg/ha de sulfato de amônia) foi realizada 45 dias após. O experimento foi irrigado por aspersão sempre que necessário.

TABELA 5. Adubação utilizada na semeadura do milho

Fertilizante	kg/ha	Nutriente fornecido
sulfato de amônio	100	nitrogênio e enxofre
superfosfato triplo	300	fósforo
cloreto de potássio	100	potássio
sulfato de zinco	20	zinco e enxofre

3.1.4. AVALIAÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE TEOR DE ALUMÍNIO DO SOLO E DANOS CAUSADOS POR *S. frugiperda* EM MILHO

A fim de avaliar o efeito do alumínio do solo nos danos provocados por *S. frugiperda* em milho, observaram-se por ocasião da colheita, os seguintes parâmetros:

- a) altura das plantas;
- b) comprimento das espigas;
- c) produção em grãos;
- d) peso de 100 grãos.

As espigas foram colhidas manualmente, colocadas em sacos de papel e identificadas com o número da planta de origem. Após o despalhamento, mediu-se o comprimento de cada espiga através de uma régua.

Dentro de cada sub-parcela, as espigas foram divididas em dois grupos conforme eram provenientes de plantas infestadas artificialmente ou não infestadas (tra

tadas com inseticida). Como nem todas as plantas sofreram danos no cartucho, esse grupo foi dividido em dois sub-grupos: com e sem cartucho atacado. As espigas de cada grupo foram então debulhadas e pesadas em conjunto, retirando-se então amostras para determinação do teor de umidade, o qual foi realizado conforme normas do Laboratório de Sementes do CNPMS. Posteriormente, o peso foi corrigido uniformizando-se o teor de umidade para 15,5%. Foi determinado também o peso de 100 grãos para cada grupo.

3.2. EFEITO DO TEOR DE ALUMÍNIO DO SOLO SOBRE A SELEÇÃO DO MILHO COMO HOSPEDEIRO POR *S. frugiperda*

Para verificar se o teor de alumínio do solo influenciava a escolha do alimento pela lagarta, realizou-se, na safra 84/85, um teste de livre escolha.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 15 repetições, e cada parcela constou de uma "arena" constituída por uma placa de petri de 20 cm de diâmetro, com fundo parafinado e coberto por papel de filtro umedecido com água destilada. Em cada placa colocaram-se, equidistantes do centro e entre si, três discos de 9 cm² de cada tratamento (obtidos com auxílio de um vazador) e no centro uma lagarta de quarto ou quinto ínstar oriunda de dieta artificial (Tabela 2). Os tratamentos foram representados por folhas de milho procedentes de cada nível de alumínio do solo do ensaio anterior (item 3.1.).

O consumo do alimento, em função da área

foliar, foi medido de 12 em 12 horas, até a mudança de instar, com auxílio de um medidor de área foliar LI-CO^R Modelo LI-3000. As lagartas foram observadas a cada duas horas, por um período de 12 horas, para verificar a frequência de alimentação em cada tratamento, a fim de confirmar se as lagartas estavam se movimentando à procura do alimento.

Para corrigir a área foliar do alimento que sobrava ("sobras") em função da perda de água, foram utilizadas como testemunhas, placas nas mesmas condições, mas sem a lagarta.

3.3. EFEITO DO TEOR DE ALUMÍNIO DO SOLO SOBRE A BIOLOGIA E NUTRIÇÃO QUANTITATIVA DE *S. frugiperda* EM MILHO EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO

Para esse estudo foram utilizadas lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* de uma mesma postura, que foram individualizadas em copos plásticos de 50 ml (do tipo usado para café) acondicionados com tampa de acrílico transparente (segundo o método de criação normalmente utilizado no CNPMS), contendo pedaços de folha de milho.

As folhas de milho foram provenientes das parcelas do ensaio anterior (item 3.1.). As folhas eram retiradas de cartucho de plantas ao acaso, dentro das bordaduras (duas fileiras externas) das sub-parcelas. Cada nível de alumínio no solo (baixo - 6 t calcário/ha, médio - 2 t calcário/ha e alto - sem calcário) constituiu um tratamento.

As folhas que serviram de fonte de alimento eram lavadas e secas, antes de serem cortadas e oferecidas às lagartas, sendo as extremidades de cada folha desprezadas. O alimento era substituído diariamente.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 50 e 100 lagartas por tratamento no primeiro ano (safra 83/84) e segundo ano (safra 84/85), respectivamente.

3.3.1. BIOLOGIA COMPARADA

Para esse estudo observou-se a totalidade de insetos do ensaio.

O número e duração dos ínstares não foram avaliados no primeiro ano (1983/84), mas no segundo ano (1984/85), utilizaram-se 20 lagartas por tratamento para esse fim, medindo-se diariamente a largura da cápsula cefálica dessas lagartas, através de uma ocular graduada acoplada a um microscópio estereoscópico. O início da fase da pré-pupa foi considerado quando as lagartas paravam de se alimentar e as fezes se tornavam mais viscosas.

As pupas foram pesadas com 24 horas de idade. A "sexagem" foi feita visualmente baseando-se nas asas após a emergência do adulto; nos casos onde não havia emergência, a separação de sexos foi feita na fase pupal (BUTT & CANTU, 1962).

Após a emergência, foram separados 15 casais por tratamento, sendo os adultos restantes utilizados para observação da longevidade, permanecendo sem alimento.

Cada casal (macho e fêmea da mesma idade) foi colocado numa gaiola cilíndrica de PVC com 20 cm de altura e 10 cm de diâmetro, com fundo e tampa constituídos, por placas de Petri. No interior de cada gaiola foi colocado um recipiente plástico contendo uma solução de sacarose a 10% e ácido ascórbico 1%, que era fornecida aos adultos por capilaridade através de um pavio de algodão que ficava embebido na solução e passava através da tampa perfurada do recipiente. Essa solução era trocada diariamente, tempo suficiente para não ocorrer contaminação por microorganismos.

Para postura foram colocadas folhas de papel sulfite nas paredes internas da gaiola, as quais eram renovadas diariamente.

Cada massa de ovos de cada postura, foi individualizada em copos plásticos iguais aos usados para a criação da lagarta. Após a eclosão, os copos eram armazenados em freezer (para evitar canibalismo e facilitar a contagem) e posteriormente era feita a contagem de lagartas e ovos restantes com auxílio de um contador manual e papel quadriculado colocado sob uma placa de Petri de maneira a delimitar campos de contagem.

Quando não era possível determinar o sexo dos adultos mortos na gaiola de oviposição apenas por observação externa, procedeu-se a um exame da genitália, separando-se os sexos de acordo com a descrição de TOOD & POOLE (1980).

Os parâmetros biológicos observados foram os seguintes:

a) Fase de ovo

- . duração
- . viabilidade

b) Fase de lagarta

- . duração
- . viabilidade
- . número e duração dos instares

c) Fase de pré-pupa

- . duração
- . viabilidade

d) Fase de pupa

- . duração
- . viabilidade
- . razão sexual ($rs = \frac{\text{♀}}{\text{♀} + \text{♂}}$)
- . peso de pupas

e) Fase de adulto

- . longevidade
- . período de pré-oviposição
- . período de oviposição
- . período de pós-oviposição
- . número de dias de postura por fêmea
- . número de ovos por dia por fêmea
- . número total de ovos por fêmea
- . porcentagem de adultos com defeitos

f) Duração do ciclo ovo-adulto

Como adultos deformados foram considerados aqueles com anormalidades na asa ou que não completavam a emergência.

Com dados de longevidade de adultos de

S. frugiperda foi feita aplicação do modelo de distribuição de Weibull, a fim de se obter a longevidade média e o modelo de sobrevivência do inseto adulto (SGRILLO, 1982).

3.2.2. TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE

A partir dos dados obtidos foi elaborada uma tabela de vida de fertilidade segundo SILVEIRA NETO et alii (1976). Foram calculados os seguintes índices:

a) Taxa líquida de reprodução (R_0)

$$R_0 = \sum m_x \cdot l_x$$

b) Duração média de uma geração (T)

$$T = \frac{\sum m_x \cdot l_x \cdot x}{R_0}$$

c) Capacidade de aumentar em número (r_m)

$$r_m = \frac{\ln R_0}{T}$$

d) Razão finita de aumento (λ)

$$\lambda = e^{r_m}$$

onde:

x = intervalo de tempo no qual foi tomada a amostra;

m_x = fertilidade específica - número de descendentes produzidos no estágio x por fêmea e que darão fêmeas. Calculado em função da razão sexual;

l_x = taxa de sobrevivência - probabilidade do inseto nascido estar vivo na idade x .

3.3.3. NUTRIÇÃO QUANTITATIVA

No primeiro ano da pesquisa (1983/84) utilizou-se a totalidade dos insetos do ensaio (50 lagartas/tratamento), mas no segundo ano (1984/85) apenas 40 lagartas por tratamento foram estudadas do ponto de vista nutricional. O estudo do consumo e utilização de alimento foi feito para toda fase larval.

As folhas de milho proveniente do solo com três teores de alumínio (baixo, médio e alto) do ensaio de campo, foram fornecidas na forma de discos obtidos com auxílio de um vazador com diâmetro de 3 cm. Diariamente, os discos foliares eram trocados, obtendo-se a área e o peso das sobras. Também foram avaliados o peso das lagartas e das fezes produzidas.

Todas as pesagens foram realizadas com uma balança eletrônica com precisão de 0,0001 g. A área foliar foi medida com um aparelho LI-COR[®] Modelo LI-3000.

3.3.3.1. Análise quantitativa

A quantidade de alimento ingerido foi avaliada em função da área e peso de folhas consumidas, medindo-se o alimento fornecido e as sobras após o período de consumo.

Considerando que o peso fresco das sobras não pode ser calculado diretamente, devido à perda de água e acúmulo de outros resíduos durante o tempo que fica

exposto às larvas (CROCOMO & PARRA, 1979), optou-se pela obtenção dos dados em peso seco para reduzir os erros.

Para determinação do alimento fornecido baseou-se no método usado por GARNER & LYNCH (1981), utilizando-se, como testemunha, dez copos sem lagartas por tratamento, contendo, porém, o mesmo número de discos oferecidos às lagartas no período.

A área e o peso dos discos testemunha eram obtidos antes e depois do período de alimentação. Posteriormente, estes discos eram secos em estufa a 65°C e novamente pesados. Dessa maneira foi possível obter a diferença de área e peso devido à perda de água.

O peso e a área do alimento fornecido foram obtidos multiplicando-se o número de discos foliares fornecidos pelo peso ou área médios dos discos da testemunha.

O peso seco das sobras foi obtido diretamente, secando-se as mesmas em estufa. A área das sobras era obtida ao fim do período de consumo. O peso seco do alimento ingerido (I) foi determinado subtraindo-se o peso seco das sobras do peso seco fornecido.

A área foliar ingerida (AI) foi obtida pela seguinte fórmula:

$$AI = [AF - (f \cdot AF) - S] \quad \text{onde:}$$

AI = área do alimento ingerido;

AF = área do alimento fornecido;

S = área da sobra de alimento;

f = fator de correção, calculado em função da variação percentual de área no tempo correspondente ao período de consumo em função da perda de água.

As fezes produzidas eram recolhidas em um recipiente correspondente a cada lagarta, secas em estufa e pesadas. O recolhimento diário das fezes produzidas iniciou-se a partir do segundo ínstar, pois a quantidade produzida no primeiro era muito pequena e difícil de ser medida com os equipamentos utilizados na presente pesquisa.

Após a sexta ecdise as lagartas eram pesadas diariamente até atingirem a fase de pré-pupa, obtendo-se assim o peso vivo da lagarta no máximo desenvolvimento (PVL).

O peso seco das lagartas foi determinado através de uma criação paralela, nas mesmas condições, cujos espécimes foram pesados diariamente após a sexta ecdise (obtendo-se o peso fresco), mortos por congelamento e postos para secar em estufa até peso constante (peso da matéria seca). A partir desses dados foi obtido um fator de correção para peso fresco das lagartas (SOO HOO & FRAENKEL, 1966).

O ganho de peso (B) foi obtido subtraindo-se o peso no período inicial (t_0) do peso no período desejado (t_x). O peso inicial foi obtido retirando-se uma amostra de 50 lagartas recém eclodidas, e pesando-se em conjunto, após terem sido secas em estufa (65°C).

3.3.3.2. Índices nutricionais

Os índices nutricionais foram calculados a partir dos dados obtidos, conforme WALDBAUER (1968), com alterações propostas por SCRIBER & SLANSKY Jr. (1981):

- . Taxa de consumo relativo (RCR)

$$RCR = \frac{I}{\bar{B} \times T}$$

- . Taxa metabólica relativa (RMR)

$$RMR = \frac{M}{\bar{B} \times T}$$

- . Taxa de crescimento relativo (RGR)

$$RGR = \frac{B}{\bar{B} \times T}$$

- . Eficiência de conversão do alimento ingerido (ECI)

$$ECI = \frac{B}{I - F} \times 100$$

- . Eficiência de conversão do alimento digerido (ECD)

$$ECD = \frac{B}{I} \times 100$$

- . Digestibilidade aproximada (AD)

$$AD = \frac{I - F}{I} \times 100$$

onde:

T = tempo de duração do período de alimentação;

I = peso do alimento ingerido $\underline{T}$;

B = alimento utilizado para o crescimento, durante $\underline{T}$ (ganho de peso pelas lagartas);

$\bar{B}$ = peso médio das lagartas durante $\underline{T}$;

F = alimento não digerido + produtos de excreção durante T ;

$M = (I - F) - B$ = alimento metabolizado durante $\underline{T}$;

$(I - F)$ = alimento assimilado durante $\underline{T}$.

3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Quando não havia repetições, recorreu-se a análise não paramétrica, utilizando-se o teste de Qui-quadrado para comparação de médias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. EFEITO DO TEOR DE ALUMÍNIO DO SOLO SOBRE OS DANOS CAUSADOS POR *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) EM MILHO EM CONDIÇÕES DE CAMPO

4.1.1. NÍVEIS DE INFESTAÇÃO DA CULTURA POR *S. frugiperda*

No primeiro ano (safra 83/84) não se conseguiu obter a testemunha sem dano (0% de infestação), que mostraria o comportamento da cultura em relação ao teor de alumínio sem a interferência do inseto; optou-se então, por reduzir a subparcela de quarenta para trinta plantas (sem contudo arrancar as plantas) obtendo-se dessa maneira o gradiente de infestação necessário. No segundo ano (84/85), o gradiente obtido foi satisfatório, sendo consideradas as quarenta plantas por subparcela (Tabela 6).

Para verificar se as diferenças entre a infestação esperada e a obtida representavam alguma influência do teor de alumínio do solo, realizou-se uma aná

TABELA 6. Porcentagem de plantas de milho infestadas por *S. frugiperda* em solo corrigido para três níveis de alumínio.

		% plantas com notas 4 e 5 ¹		
Teor de alumínio do solo	Esperada	Observada ²		
		Safrs 83/84		Safrs 84/85
		em 40 plantas	em 30 plantas	em 40 plantas
baixo	0	6,8	0	0,0
	20	31,8	20	20,0
	40	41,8	40	38,3
	60	62,5	60	60,0
	80	82,5	80	78,3
	100	84,2	100	96,7
médio	0	12,5	0	0,0
	20	33,2	20	20,0
	40	52,5	40	40,0
	60	65,8	60	58,2
	80	79,3	80	80,0
	100	99,2	100	99,2
alto	0	7,5	0	0,0
	20	25,0	20	20,0
	40	42,5	40	40,0
	60	63,2	60	60,0
	80	75,8	80	79,2
	100	93,2	100	97,5

¹ Segundo escala de notas de CARVALHO (1970) modificada por CRUZ (1980).

² Não houve diferença significativa pelo teste Qui-quadrado ao nível de 5% de probabilidade.

lise dos dados, que mostrou que em nenhum dos anos estudados, o estabelecimento da praga, em função da porcentagem de infestação efetiva da cultura ou intensidade de dano nas folhas, foi influenciada pelo teor de alumínio do solo (Tabela 6).

4.1.2. EFEITO DE *S. frugiperda* SOBRE PLANTAS DE MILHO EM SOLO CORRIGIDO PARA TRÊS NÍVEIS DE ALUMÍNIO

4.1.2.1. Altura da planta

Esse parâmetro só foi avaliado no primeiro ano e verificou-se que as plantas eram nitidamente mais baixas no solo com maior teor de alumínio não havendo, entretanto, nenhuma influência ou interação com a porcentagem de infestação da cultura pelo inseto (Tabela 7).

4.1.2.2. Comprimento das espigas

No primeiro ano o comprimento médio das espigas não foi influenciado nem pelo teor de alumínio do solo, nem pela infestação da cultura por *S. frugiperda* (Tabela 8), mas na safra seguinte as espigas foram menores no solo com alto teor de alumínio (Tabela 9).

4.1.2.3. Peso de 100 grãos

O peso dos grãos não foi influenciado pelo inseto em nenhum dos anos. O teor de alumínio do so-

TABELA 7. Altura de plantas de milho (cm) em solo corrigido para três níveis de alumínio, sob diversos níveis de infestação por *S. frugiperda*. Safra 83/84.

% de infestação da cultura	Altura da planta (cm) ¹			$\bar{x}$
	Baixo teor de alumínio	Médio teor de alumínio	Alto teor de alumínio	
0	158,19	141,62	116,56	138,79a
20	162,33	152,90	136,78	150,67a
40	167,25	138,24	128,70	144,73a
60	155,80	140,57	119,30	138,56a
80	149,73	141,19	121,72	137,49a
100	138,38	150,42	117,42	135,41a
$\bar{x}$	155,28A	144,16A	123,41B	

CV (teor de alumínio do solo) = 8,01%

CV (infestação) = 7,72%

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 8. Comprimento médio (mm) de espigas de milho produzidas em solo corrigido para três níveis de alumínio sob diversos níveis de infestação por *S. frugiperda*. Safra 83/84

% de infestação da cultura	Comprimento de espiga (mm) ¹			$\bar{x}$
	Baixo teor de alumínio	Médio teor de alumínio	Alto teor de alumínio	
0	150,95	152,74	160,25	154,65a
20	154,92	162,18	166,67	161,26a
40	156,28	154,68	157,66	156,21a
60	153,79	154,32	154,05	154,05a
80	147,24	158,26	157,50	154,33a
100	148,39	146,92	154,31	149,87a
$\bar{x}$	151,93A	154,85A	158,41A	

CV (teor de alumínio do solo) = 5,43%

CV (infestação) = 7,32%

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 9. Comprimento médio (mm) de espigas de milho produzidas em solo corrigido para três níveis de alumínio sob diversos níveis de infestação por *S. frugiperda*. Safra 84/85.

% de infestação da cultura	Comprimento da espiga (mm) ¹			$\bar{x}$
	Baixo teor de alumínio	Médio teor de alumínio	Alto teor de alumínio	
0,0	135,95	127,55	112,92	125,47a
20,0	145,08	128,09	116,39	129,85a
39,4	144,61	126,50	109,63	126,91a
59,4	142,24	134,02	122,88	133,05a
79,2	140,27	131,96	106,68	126,27a
97,8	138,58	136,37	108,42	127,79a
$\bar{x}$	141,12A	130,74AB	112,80B	

CV (teor de alumínio do solo) = 7,32%

CV (infestação) = 8,15%

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

lo, entretanto, afetou significativamente o peso dos grãos. Na primeira safra (83/84), o peso de 100 grãos, contrariando o esperado, diminuiu com o teor de alumínio do solo. Na safra 84/85, o peso de 100 grãos esteve inversamente relacionado com teor de alumínio do solo, resultados estes coincidentes com os de CICERO (1977), que verificou que as sementes de milho eram mais pesadas nas condições de solo mais favoráveis à planta, embora os nutrientes estudados por esse autor não tenham sido os mesmos do presente trabalho (Tabelas 10 e 11).

4.1.2.4. Produção de grãos

No primeiro ano, a produção em grãos não foi afetada pelo teor de alumínio do solo ou pela porcentagem de infestação da cultura (Tabela 12).

Entretanto, quando a produção foi avaliada em termos globais por parcela, comparando-se plantas infestadas e plantas sem infestação, verificou-se que embora não houvesse influência do teor de alumínio do solo na produção, no solo com menor teor as plantas sem infestadas produziram cerca de 42,3% a menos do que aquela sem infestação pela praga. Nos outros níveis de alumínio, a diferença de produção entre plantas infestadas e não infestadas, não foi significativa (Tabela 13). A interação entre danos causados pelo inseto e teor de alumínio do solo não foi significativa.

Cabe ressaltar, que no primeiro ano (safra 83/84) a produção foi baixa em todos os níveis de alu

TABELA 10. Peso de 100 grãos (g) de milho produzido em solo corrigido para três níveis de alumínio, sob diversos níveis de infestação por *S. frugiperda*. Safra 83/84.

% de infestação da cultura	Produção de 100 grãos (g) ¹			$\bar{x}$
	Baixo teor de alumínio	Médio teor de alumínio	Alto teor de alumínio	
0	25,28	28,33	28,55	27,49 a
20	26,59	26,95	28,58	27,37 a
40	25,71	27,17	28,78	27,22 a
60	25,52	27,95	28,69	27,39 a
80	25,72	27,47	28,21	27,13 a
100	28,53	28,10	28,88	28,51 a
$\bar{x}$	26,28C	27,66B	28,61A	

CV (teor de alumínio do solo) = 2,74%

CV (infestação) = 5,67%

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 11. Peso de 100 grãos (g) de milho produzido em solo corrigido para três níveis de alumínio, sob diversos níveis de infestação por *S. frugiperda*. Safra 84/85.

% de infestação da cultura	Peso de 100 grãos (g) ¹			$\bar{x}$
	Baixo teor de alumínio	Médio teor de alumínio	Alto teor de alumínio	
0,0	23,55	23,22	22,03	22,93a
20,0	25,41	23,38	21,43	23,41a
39,4	24,74	23,07	20,72	22,84a
59,4	25,70	23,75	22,45	23,97a
79,2	24,72	24,21	20,94	23,29a
97,8	24,28	25,10	20,36	23,25a
$\bar{x}$	24,37A	23,79B	21,32C	

CV (teor de alumínio do solo) = 2,3%

CV (infestação) = 6,33%

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 12. Produção de grãos (g) de milho em solo corrigido para três níveis de alumínio, sob diferentes porcentagens de infestação por *S. frugiperda*. Safra 83/84.

% de infestação da cultura	Produção de grãos (g)/30 plantas ¹			$\bar{x}$
	Baixo teor de alumínio	Médio teor de alumínio	Alto teor de alumínio	
0	1481,67	1385,67	1209,33	1358,89a
20	1774,00	1308,00	1362,00	1481,33a
40	1426,00	1621,33	1205,33	1417,55a
60	1471,33	1473,67	1438,00	1461,00a
80	1153,00	1243,00	1070,33	1155,40a
100	784,50	1117,33	1415,67	1105,83a
$\bar{x}$	1348,42A	1358,17A	1283,44A	

CV (teor de alumínio do solo) = 53,10%

CV (infestação) = 27,88%

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 13. Produção de grãos (g) de milho por plantas infestadas e não infestadas por *S. frugiperda* em solo corrigido para três níveis de alumínio. Safra 83/84.

Teor de alumínio do solo	Produção (g) de grãos de milho/90 plantas ¹		$\bar{x}$
	Não infestadas ²	Infestadas ²	
baixo	5107,67Aa	2949,50Ba	4028,58a
médio	3964,33Aa	3585,60Aa	3775,00a
alto	4065,33Aa	3635,30Aa	3850,31a
$\bar{x}$	4379,11A	3390,17B	

CV (teor de alumínio do solo) = 30,14%

CV (infestação) = 13,81%

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

² Não infestada: planta sem dano ou com folhas raspadas; infestada: planta com cartucho atacado.

mínio do solo, devido principalmente a um veranico ocorrido na época do florescimento (fevereiro de 1984) (Tabela 14), pois embora a cultura fosse irrigada, a água disponível não foi suficiente para satisfazer as necessidades da planta.

No segundo ano, o nível de infestação da cultura não teve qualquer influência na produção total de grãos, que no entanto foi inversamente relacionada com o teor de alumínio do solo (Tabela 15).

Porém, ocorreu interação entre teor de alumínio do solo e infestação da planta (significativa pelo teste de Tukey ao nível de 6,64%), quando a produção foi analisada em termos globais, comparando-se plantas infestadas e sem infestação.

Nos solos com teor de alumínio baixo e médio, a produção das plantas não infestadas foi significativamente superior que as infestadas; no solo com alto teor de alumínio, a produção das plantas com e sem infestação foi semelhante. Observou-se que a produção das plantas sem infestação foi maior conforme se diminuía o teor de alumínio do solo; já em relação às plantas infestadas, a produção nos solos com baixo e médio teor de alumínio foi semelhante, diferindo, entretanto, do solo com alto teor onde a produção foi significativamente menor (Tabela 16).

TABELA 14. Condições médias de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluvial no local da pesquisa. Sete Lagoas, MG.

Mês	Temperatura (°C)			Umidade relativa (%)	Precipitação pluvial (mm)	
	Máx.	Mín.	Média		Total	Máx.
Safrá 83/84 (1º ano)						
Nov/83	28,0	17,9	21,9	81	235,6	37,9
Dez/83	27,5	18,3	21,9	82	284,6	48,3
Jan/84	31,3	17,2	23,5	68	191,5	102,2
Fev/84	31,8	18,4	24,3	68	5,5	2,2
Mar/84	30,2	18,6	23,2	75	113,1	32,4
Abr/84	28,1	16,3	21,4	75	54,3	28,6
Safrá 84/85 (2º ano)						
Nov/84	29,6	17,3	22,5	67	107,7	52,2
Dez/84	28,7	18,7	22,5	81	341,7	53,0
Jan/85	27,2	19,0	22,1	86	646,2	68,9
Fev/85	30,8	18,0	23,3	72	169,6	78,0
Mar/85	29,4	18,8	23,0	79	428,1	127,2
Abr/85	28,6	16,1	21,3	74	19,7	8,3

TABELA 15. Produção de grãos (g) de milho em solo corrigido para três níveis de alumínio, sob diferentes porcentagens de infestação por *S. frugiperda*. Safra 84/85.

% de infestação da cultura	Produção de grãos (g)/40 plantas ¹			$\bar{x}$
	Baixo teor de alumínio	Médio teor de alumínio	Alto teor de alumínio	
0,0	2371,33	2230,00	1048,67	1883,33a
20,0	2850,00	1840,67	1025,07	1905,44a
39,4	2474,67	1838,00	1230,67	1847,78a
59,4	2537,00	1966,67	681,33	1728,33a
79,2	2196,33	1780,00	1050,00	1678,44a
97,8	2123,00	1714,33	810,33	1549,22a
$\bar{x}$	2425,35A	1894,94B	975,94C	

CV (teor de alumínio do solo) = 9,71%
CV (infestação) = 21,64%

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 16. Produção (g) de grãos de milho por plantas infestadas e não infestadas por *S. frugiperda* em solo corrigido para três níveis de alumínio. Safra 84/85.

Teor de alumínio do solo	Produção (g) de grãos de milho/120 plantas ¹		$\bar{x}$
	Não infestadas ²	Infestadas ²	
baixo	7647,00Aa	6955,00Ba	7301,00a
médio	5938,67Ab	5444,33Ba	5691,50b
alto	2913,33Ac	2959,33Ab	2936,33c
$\bar{x}$	5499,67A	5111,90B	

CV (teor de alumínio do solo) = 9,86%

CV (infestação) = 4,20%

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

² Não infestada: planta sem dano ou com folhas raspadas; infestadas: planta com cartucho atacado.

4.1.3. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O EFEITO DA INTERAÇÃO "DANOS CAUSADOS PELO INSETO — TEOR DE ALUMÍNIO" SOBRE A PLANTA

Uma análise geral dos dados, mostra que houve alguma influência do teor de alumínio do solo sobre os danos causados por *S. frugiperda*, mas esta só pôde ser avaliada quando se compararam plantas atacadas e não atacadas pelo inseto, não sendo a porcentagem de plantas infestadas na cultura um bom parâmetro de avaliação para esse estudo.

CLAVIJO (1984) também verificou que a porcentagem de infestação não afetou a produção de milho em vários níveis de adubação nitrogenada.

A intensidade do efeito prejudicial de *S. frugiperda* sobre a produção de grãos de milho, também não foi constante, sendo bem maior quando o ano foi seco, confirmando as observações de LEIDERMAN & SAUER (1953) e MENSCHOY (1956), embora nesse caso, somente no solo com baixo teor de alumínio, a influência do inseto tenha sido constatada. No segundo ano, quando as condições climáticas foram mais favoráveis às plantas, somente no solo com alto teor de alumínio o ataque do inseto não afetou a produção.

Estes dados refletem apenas uma tendência, sendo necessários novos estudos, onde outros parâmetros sejam incluídos com o objetivo de verificar a influência do inseto sobre a planta, isolando-se fatores ambientais, tais como temperatura e umidade, através de ensaios em casa de vegetação.

4.2. EFEITO DO TEOR DE ALUMÍNIO DO SOLO SOBRE A SELEÇÃO DO MILHO COMO HOSPEDEIRO

POR *S. frugiperda*

Não houve influência do teor de alumínio do solo na seleção das folhas de milho pelas lagartas. Entretanto, o coeficiente de variação foi muito alto (68,14%), o que pode ser atribuído à variação individual das lagartas. Com intuito de minimizar essa variação individual, calculou-se um índice de preferência relativa (área foliar consumida em cada tratamento em relação ao total ingerido por placa), mas mesmo assim a variação foi alta (65,66%) não havendo diferenças entre os tratamentos (Tabela 17).

Devido à grande variação registrada, sugerem-se estudos com lagartas recém-eclodidas ou lagartas de diferentes instares para se calibrar a metodologia deste tipo de estudo. Desta forma, a tendência observada das lagartas consumirem maior área foliar nos solos com altos teores de alumínio (Tabela 17) talvez possa ser detectada, desde que haja um menor coeficiente de variação (CV).

4.3. EFEITO DO TEOR DE ALUMÍNIO DO SOLO SOBRE A BIOLOGIA E NUTRIÇÃO QUANTITATIVA DE *S. frugiperda* EM MILHO E EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO

As condições ambientais médias durante es

se estudo foram de $26,1 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$ e $70 \pm 5,4\%$ de umidade relativa no primeiro ano e de $27,5 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$ e $77 \pm 4,2\%$ de umidade relativa no segundo ano. A fotofase foi de catorze horas em ambos os anos.

4.3.1. BIOLOGIA COMPARADA

4.3.1.1. Fase de ovo

A fase de ovo só foi observada na safra 84/85. Essa fase não foi afetada pelo teor de alumínio do solo, durando cerca de três dias em todos os níveis. A viabilidade foi sempre superior a 80%, não sofrendo também influência do teor de alumínio do solo (Tabela 18).

4.3.1.2. Fase de lagarta

A fase larval durou em média 13,70 a 14,26 dias e foi afetada pelo teor de alumínio do solo. Assim, foi mais curta quando as lagartas foram alimentadas com folhas procedentes do solo com menor teor de alumínio. Entretanto, no primeiro ano, houve diferença significativa apenas entre os solos com teor de alumínio baixo e médio e no segundo ano, essa diferença ocorreu entre os solos com baixo e alto teor de alumínio. A viabilidade larval

TABELA 17. Preferência de lagartas de *S. frugiperda* por folhas de milho produzidas em solo corrigido para três níveis de alumínio, através da área foliar consumida (2º ano). Temperatura: $27,5 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$. Umidade relativa: $77 \pm 4,2\%$. Fotofase: 14 horas.

Teor de alumínio do solo	Área foliar consumida 1	
	cm ²	Índice de preferência relativo ²
baixo	7,67a	24,88a
médio	8,63a	38,35a
alto	10,72a	35,67a
CV %	68,84	65,66

1 Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

2 Porcentagem em relação ao total ingerido na placa.

TABELA 18. Duração e viabilidade da fase de ovo de *S. frugiperda* criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório (2º ano). Temperatura média de $27,5 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$. Umidade Relativa de $77 \pm 4,2\%$. Fotofase de 14 horas.

Teor de alumínio do solo	Fase de ovo ¹	
	Duração (dias)	Viabilidade (%)
baixo	3,07	85,18
médio	3,07	87,30
alto	3,10	80,37
CV %	8,83	15,65

¹ Não houve diferença significativa pela análise de variância.

não foi afetada pelo teor de alumínio do solo, sendo sempre superior a 90% em todos os níveis de alumínio (Tabela 19).

O número de ínstares não foi afetado pelo teor de alumínio do solo. No solo com alto e baixo teor de alumínio, 100% das lagartas apresentaram sete ínstares e no solo com teor de alumínio médio, cerca de 85% apresentaram sete e 15% apresentaram seis ínstares, sendo nesse caso o último ínstar mais longo. Em todos os tratamentos, a razão de crescimento obedeceu a regra de DYAR (1890), ou seja, foi em média 1,4 (Tabela 20).

O quarto ínstar foi significativamente mais longo nos solos com teor de alumínio médio e alto, sendo portanto, aparentemente o ínstar mais sensível às variações nos teores dos elementos minerais do solo analisados e que poderá servir, então, como padrão para esse tipo de estudo (Tabela 20).

4.3.1.3. Fase de pré-pupa

A duração e viabilidade da fase de pré-pupa não foram afetadas pelo teor de alumínio do solo. Essa fase durou em média de 1,27 a 2,00 dias. No primeiro ano, a viabilidade foi baixa (menor que 72%) em relação ao segundo (100%) em todos os níveis (Tabela 21). Todas as pré-pupas mortas apresentavam um sintoma característico de endurecimento e pigmentação castanha do tegumento; entretanto a causa dessa mortalidade não pôde ser determinada.

TABELA 19. Duração e viabilidade da fase de lagarta de *S. frugiperda* criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório.^{1/}

Teor de alumínio do solo	Fase de lagarta			
	Duração (dias) ²		Viabilidade (%) ³	
	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano
baixo	13,70b	13,95b	94,0a	96,0a
médio	14,26a	14,07ab	98,0a	97,0a
alto	13,78ab	14,36a	94,0a	93,0a
CV %	8,83	8,95		

¹ Condições médias: 1º ano = 26,1 ± 1,3°C e 70 ± 5,4% UR; 2º ano = 27,5 ± 1,4°C e 77 ± 4,2% UR. Fotofase = 14 horas.

² Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% segundo o teste de Tukey.

³ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% pelo teste de Qui-Quadrado.

TABELA 20. Razão de crescimento e duração média dos insetos de *S. frugiperda* criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio em condições de laboratório (2º ano). Temperatura média de $27,5 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$. Umidade Relativa de $77,4 \pm 4,2\%$. Fotofase de 14 horas.

Teor de alumínio do solo	Razão de crescimento	Duração do Ínstar (dias) ¹				
		1º	2º	3º	4º	5º 6º 7º
baixo	1,454ab	2,95a	1,40ab	1,90a	1,37b	1,84a 1,84a 2,21a
médio	1,470a	2,95a	1,20b	1,81a	1,75a	1,90a 2,20a 2,35a
alto	1,445b	3,00a	1,70a	1,80a	1,75a	1,80a 2,05a 2,15a
CV %	2,11	6,15	50,78	35,21	28,36	22,32 29,87 22,68

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

TABELA 21. Duração e viabilidade da fase de pré-pupa de *S. frugiperda* criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório¹

Teor de alumínio do solo	Fase de pré-pupa			
	Duração (dias) ²		Viabilidade (%) ³	
	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano
baixo	1,27a	2,00a	57,4a	100a
médio	1,43a	2,00a	71,4a	100a
alto	1,27a	1,98a	63,8a	100a
CV %	33,45	4,26		

¹ Condições médias: 1º ano = 26,1 ± 1,3°C e 70 ± 5,4% UR; 2º ano = 27,5 ± 1,4°C e 77 ± 4,2% UR. Fotofase = 14 horas.

² Não houve diferença significativa pela análise de variância.

³ Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Qui-quadrado.

4.3.1.4. Fase de pupa

No primeiro ano, a duração da fase pupal não sofreu nenhuma influência do alumínio do solo, variando de 8,87 a 9,06 dias para fêmeas e de 9,78 a 10,29 dias para machos. No segundo ano, observou-se que houve efeito do teor de alumínio do solo sobre essa fase e tanto para machos como para fêmeas a duração foi menor no solo com teor médio, embora no caso das fêmeas essa diferença só tenha sido significativa entre os teores de alumínio médio e alto (Tabela 22).

O peso das pupas também não foi afetado pelo teor de alumínio do solo no primeiro ano, e no seguinte só houve efeito do solo para as pupas de machos que foram mais leves no solo com teor de alumínio médio em relação aos demais (Tabela 23). Em termos gerais poder-se-ia dizer que o alumínio não afetou a fase pupal de *S. frugiperda*.

A viabilidade média dessa fase foi igual ou superior a 90% em todos os níveis estudados. A razão sexual foi 0,64; 0,60; e 0,66 no primeiro ano e 0,54; 0,52 e 0,46 no segundo ano, nos solos com teor de alumínio baixo, médio e alto respectivamente (Tabela 24), mostrando que ambos os sexos foram igualmente afetados pelos teores de alumínio.

TABELA 22. Duração da fase de pupa de *S. frugiperda* criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório.¹

Teor de alumínio do solo	Duração da fase de pupa (dias) ²				
	1º ano		2º ano		
	fêmea	macho	média	fêmea	macho
baixo	8,87a	9,78a	9,20a	8,31ab	9,45a
médio	9,06a	10,15a	9,52a	8,17b	9,18b
alto	9,05a	10,29a	9,37a	8,40a	9,42a
CV %	6,53	8,42	9,08	5,96	5,48
					8,28

¹ Condições médias: 1º ano = $26,1 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$ e $70 \pm 5,4\%$ UR; 2º ano = $27,5 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$ e $77 \pm 4,2\%$ UR. Fotofase = 14 horas.

² Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

TABELA 23. Peso de pupas de *S. frugiperda* criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório.¹

Teor de alumínio do solo	Peso de pupa com 24 h (mg) ²				
	1º ano		2º ano		
	fêmea	macho	média	fêmea	macho
baixo	198,00a	187,00a	193,80a	240,48a	238,62a
médio	206,20a	201,10a	201,70a	236,25a	228,22b
alto	190,20a	190,00a	188,80a	235,93a	231,37a
CV %	14,87	15,43	14,90	8,93	8,64
					9,22

¹ Condições médias: 1º ano = $26,1 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$ e $70 \pm 5,4\%$ UR; 2º ano = $27,5 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$ e $77 \pm 4,2\%$ UR. Fotofase = 14 horas.

² Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

TABELA 24. Razão sexual e viabilidade da fase de pupa de *S. frugiperda* criada em milho cultivado em solo corrogido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório.¹

Teor de alumínio do solo	Razão sexual		Viabilidade média (%) ²	
	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano
baixo	0,64	0,54	92,9a	95,8a
médio	0,60	0,52	91,4a	96,9a
alto	0,66	0,46	90,0a	100,0a

¹ Condições médias: 1º ano = 26,1 ± 1,3°C e 70 ± 5,4% UR; 2º ano = 27,5 ± 1,4°C e 77 ± 4,2% UR. Fotofase = 14 horas.

² Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Qui-quadrado.

4.3.1.5. Fase de adulto

Não houve influência do teor de alumínio do solo na longevidade de adultos não alimentados no primeiro ano de estudo (Tabela 25). No segundo ano, quando foi observada a longevidade de adultos alimentados e não alimentados, constatou-se que embora o teor de alumínio do solo não tivesse influência sobre os primeiros, os adultos não alimentados viveram mais tempo no solo com baixo teor de alumínio em relação aos demais. O efeito do teor de alumínio do solo foi diferente para os dois sexos (Tabela 26).

Somente os adultos não alimentados seguiram o modelo de distribuição de Weibull (Figura 1) e segundo este modelo, a longevidade média da população foi 4,11; 3,66 e 3,62 dias nos solos com teor de alumínio baixo, médio e alto, respectivamente. A curva de sobrevivência diária dos adultos alimentados mostrou que a tendência foi semelhante em todos os tratamentos (Figura 2).

A porcentagem de adultos portadores de algum tipo de anormalidade não foi afetada pelo teor de alumínio do solo (Tabela 27).

A reprodução só foi estudada no segundo ano e observou-se que não houve nenhum efeito do alumínio nos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição (Tabela 28). O número de dias de postura por fêmea variou de 5 a 6 dias e o número total de ovos por fêmea foi de 1678 em média, não havendo influência do teor de alumínio do solo sobre esses parâmetros (Tabela 29).

TABELA 25. Longevidade de adultos não alimentados de *S. frugiperda* criada em milho cultivado em solo com três níveis de alumínio, em condições de laboratório (1º ano). Temperatura média: $26,1 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$. Umidade relativa: $70 \pm 5,4\%$. Fotofase de 14 horas.

Teor de alumínio do solo	Longevidade de adulto (dias) ¹		
	Fêmea	Macho	Média
baixo	6,23 a	5,71 a	6,05 a
médio	5,84 a	5,37 a	5,78 a
alto	6,00 a	5,40 a	5,85 a
CV %	29,74	28,75	29,52

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

TABELA 26. Longevidade média de adultos alimentados (com solução de sacarose 10% e ácido ascórbico 1%) não alimentados de *S. frugiperda* criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório (2º ano). Temperatura média = $27,5 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$. Umidade relativa = $77 \pm 4,2\%$. Fotofase = 14 horas.

Teor de alumínio do solo	Longevidade de adulto (dias) ¹				
	Sem alimento		Alimentado		
	fêmea	macho	média	fêmea	macho
baixo	6,78a	4,69a	5,92a	12,71a	14,93a
médio	5,86b	4,50a	5,16a	14,87a	15,13a
alto	6,29a	3,96b	4,82b	13,20a	13,73a
CV %	20,42	15,40	26,59	24,90	22,34
					23,63

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

FIGURA 1. Curva de sobrevivência e de longevidade média de adultos de *S. frugiperda* não alimentados, segundo o modelo de distribuição de Weibull.

FIGURA 2. Curva de sobrevivência de adultos de *S. frugiperda* alimentados com solução de sacarose 10% e ácido ascórbico.

TABELA 27. Porcentagem de adultos anormais de *S. frugiperda* criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório.¹

Teor de alumínio do solo	% de adultos anormais ²	
	1º ano	2º ano
baixo	4,0	1,1
médio	9,4	3,2
alto	3,7	1,1

¹ Condições médias: 1º ano = 26,1 ± 1,3°C e 70 ± 5,4% UR; 2º ano = 27,5 ± 1,4°C e 77 ± 4,2% UR. Fotofase = 14 horas.

² Não houve diferença significativa pelo teste de Qui-quadrado.

TABELA 28. Duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição de *S. frugiperda* criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório (2º ano). Temperatura: $27,5 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$. Umidade Relativa: $77 \pm 4,2\%$. Fotofase: 14 horas.

Teor de alumínio do solo	Duração (dias) ¹		
	Pré-oviposição	Oviposição	Pós-oviposição
baixo	3,8	6,2	2,7
médio	4,4	6,9	3,6
alto	4,3	6,7	2,2
CV %	35,92	37,11	87,07

¹ Não houve diferença significativa pela análise de variância.

TABELA 29. Número de dias de postura e número de ovos por fêmea de *S. frugiperda* criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório (2º ano). Temperatura: $27,5 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$. Umidade relativa: $77 \pm 4,2\%$. Fotofase: 14 horas.

Teor de alumínio do solo	Nº dias de postura/fêmea	Nº ovos/ fêmea
baixo	5,43	1632,2
médio	5,87	1621,9
alto	6,13	1733,1
CV %	29,59	37,09

1 Não houve diferença significativa pela análise de variância.

O comportamento das fêmeas em relação à oviposição diária foi semelhante nos três níveis de alumínio. Assim, para os três casos, entre o quinto e sétimo dias após a emergência, a postura e a viabilidade começaram a decrescer de forma marcante (Figura 3).

4.2.1.6. Ciclo ovo-adulto

O ciclo ovo-adulto, no primeiro ano, durou em média 26,94 a 27,56 dias para fêmeas e 28,12 a 28,87 dias para machos, não sofrendo nenhum efeito do teor de alumínio do solo. No segundo ano a duração do ciclo das fêmeas (27,35 a 27,62 dias) não foi afetado, mas para os machos o ciclo ovo-adulto foi mais curto (27,93 dias) no solo com teor de alumínio médio em relação ao alto (28,62 dias) embora não tenha diferido significativamente do baixo teor de alumínio (28,33 dias). Em termos médios, os teores baixo e médio de alumínio reduziram a duração do período ovo-adulto (Tabela 30).

4.3.1.7. Tabela de vida de fertilidade

Pela tabela de vida de fertilidade observa-se que a taxa líquida de reprodução (R_0), a capacidade de aumentar em número (r_m) e a razão finita de aumento (λ) decresceram do menor para o maior nível de alumínio, sendo o intervalo de variação maior no solo com mais alumínio, onde inclusive o tempo de duração média de uma geração (T) foi maior (Tabela 31).

FIGURA 3. Número e viabilidade de ovos por fêmea, sobrevivência e porcentagem de fêmeas que realizaram posturas de uma população inicial de quinze fêmeas por tratamento.

TABELA 30. Duração do ciclo ovo-adulto de *S. frugiperda* criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório.¹

Teor de alumínio do solo	Duração ciclo ovo-adulto (dias) ²				
	1º ano ^{3/}		2º ano		
	fêmea	macho	média	fêmea	macho
baixo	26,94a	28,12a	27,33a	27,35a	28,33ab
médio	27,56a	28,69a	28,03a	27,40a	27,93b
alto	26,72a	28,87a	27,38a	27,62a	28,62a
CV %	5,61	8,07	7,03	5,89	4,65

¹ Condições médias: 1º ano = 26,1 ± 1,3°C e 70 ± 5,4% UR; 2º ano = 27,5 ± 1,4°C e 77 ± 4,2% UR. Fotofase = 14 horas.

² Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

³ Neste ano o período de incubação foi calculado em função de alguns ovos obtidos, independente de delineamento estatístico.

TABELA 31. Tabela de vida de fertilidade de *S. frugiperda* criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio, em condições de laboratório (2º ano).
Temperatura: $27,5 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$. Umidade relativa: $77 \pm 4,2\%$. Fotofase: 14 horas.

Teor de alumínio do solo	Ro	T	rm	λ
baixo	710,93	35,22	0,1864	1,2049
médio	615,64	34,90	0,1857	1,2040
alto	560,56	36,17	0,1750	1,1912

Esses resultados evidenciam que as folhas de milho produzidas no solo com alto teor de alumínio são menos adequadas ao inseto que aquelas produzidas nos solos com médio e baixo teor de alumínio.

4.3.1.8. Considerações gerais sobre o efeito do teor de alumínio do solo no desenvolvimento do inseto

De maneira geral o teor de alumínio do solo exerceu influência sobre a biologia de *S. frugiperda*, principalmente no segundo ano de estudo. Embora não se tenha obtido um gradiente que permita afirmar que quanto menor o teor de alumínio do solo melhor o desenvolvimento do inseto, pode-se notar que no geral as folhas provenientes do solo com menor teor de alumínio favoreceram o inseto. Esse efeito pode ser melhor visualizado pela tabela de vida, que mostrou que as folhas de milho procedentes do solo com alto teor de alumínio foram menos adequadas que aquelas de solos com médio e baixo teor que não apresentaram grandes diferenças entre si, embora no solo com baixo teor de alumínio, as folhas se mostrassem mais adequadas.

Como esse estudo foi conduzido apenas por uma geração, sugerem-se estudos por gerações sucessivas de *S. frugiperda*, no sentido de se avaliar o efeito dos teores de alumínio na descendência deste inseto.

4.3.2. NUTRIÇÃO QUANTITATIVA

4.3.2.1. Alimento ingerido

Quando o alimento ingerido foi medido em função da área das folhas, não se observou a influência do teor de alumínio do solo em nenhum dos anos de estudo. Porém, quando a quantidade de alimento ingerido foi avaliada em termos de mg de matéria seca, observou-se que no primeiro ano o consumo foi afetado pelo alumínio do solo, sendo menor no baixo teor de alumínio em relação ao médio, não havendo, entretanto, diferença significativa quanto ao solo com alto teor de alumínio (Tabela 32). No segundo ano, novamente o consumo em função da matéria seca foi significativamente menor no solo com baixo teor de alumínio em relação aos demais, os quais não diferiram entre si (Tabela 33).

4.3.2.2. Alimento assimilado

O alimento assimilado foi influenciado pelo alumínio do solo. Nos dois anos de estudo, o alimento utilizado para metabolismo e conversão em biomassa foi significativamente menor quando as folhas foram produzidas no solo com baixo teor de alumínio. Entre os solos com baixo e médio teor de alumínio não houve diferença significativa no primeiro ano, mas no segundo ano, a quantidade de alimento assimilado foi maior quando as folhas vie-

TABELA 32. Relação peso seco/área foliar de milho e consumo em área foliar e peso seco por lagartas de *S. frugiperda* em solo corrigido para três níveis de alumínio (1º ano). Temperatura: $26,1 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$. Umidade Relativa: $70 \pm 5,4\%$. Fotofase: 14 horas

Teor de alumínio do solo ¹	Peso seco (mg/cm ²)	Área foliar ingerida (cm ²)	Peso foliar ingerido (mg)
baixo	3,54a	156,57a	545,94a
médio	3,80a	156,87a	591,77a
alto	3,91a	148,72a	584,04ab
CV %	9,39	17,35	18,21

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 33. Relação peso seco/área foliar de milho e consumo em área foliar e peso seco por lagarta de *S. frugiperda* em solo corrigido para três níveis de alumínio (2º ano).
Temperatura: $27,5 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$. Unidade Relativa: $77 \pm 4,2\%$. Fotofase: 14 horas.

Teor de alumínio do solo ¹	Peso seco (mg/cm ²)	Área foliar ingerida (cm ²)	Peso foliar ingerido (mg)
baixo	2,71a	178,32a	458,80b
médio	3,07a	183,66a	561,74a
alto	2,96a	181,15a	528,93a
CV %	17,55	9,43	12,32

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

ram do solo com teor de alumínio médio, em relação às provenientes de solo com teor de alumínio alto (Tabela 34).

4.3.2.3. Alimento metabolizado (M)

O alimento metabolizado, que segundo SCRIBER & SLANSKY JR. (1981), representa a parte do alimento assimilado que foi utilizado na forma de energia para o metabolismo do inseto, foi afetado pelo teor de alumínio do solo, notadamente no segundo ano. A quantidade de alimento metabolizado foi sempre menor quando as folhas foram produzidas nos solos com baixo teor de alumínio (Tabela 35).

4.3.2.4. Ganho de biomassa (B)

A biomassa ganha durante toda a fase larval foi semelhante em todos os níveis de alumínio do solo, nos dois anos de estudo, variando de 80,73 a 85,61 mg de matéria seca (Tabela 36).

Esse fato sugere que as diferenças na quantidade de alimento assimilado se devem ao gasto de energia no metabolismo e não à conversão em biomassa.

4.3.2.5. Índices nutricionais

4.3.2.5.1. Taxa de consumo relativo (RCR)

Esse índice representa a quantidade do alimento ingerido por unidade de peso corpóreo do inseto por dia.

TABELA 34. Alimento assimilado por lagartas de *S. frugiperda* criadas em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio.¹

Teor de alumínio do solo	Alimento assimilado ²	
	1º ano	2º ano
baixo	234,74b	146,10c
médio	274,75a	269,13a
alto	296,60a	235,74b
CV %	33,14	26,41

¹ Condições médias: 1º ano = $26,1 \pm 1,3\%$ e $70 \pm 5,4\%$ UR; 2º ano = $27,5 \pm 1,4\%$ e $77 \pm 4,2\%$ UR. Fotofase: 14 horas.

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

TABELA 35. Alimento metabolizado por lagartas de *S. frugiperda* criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio.¹

Teor de alumínio do solo	Alimento metabolizado ²	
	1º ano	2º ano
baixo	149,13b	68,42c
médio	184,39ab	197,40a
alto	216,08a	154,71b
CV %	46,40	40,87

¹ Condições médias: 1º ano = $26,1 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$ e $70 \pm 5,4\%$ UR; 2º ano = $27,5 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$ e $77 \pm 4,2\%$ UR. Fotofase = 1,4 horas.

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

TABELA 36. Ganho de biomassa (em mg de matéria seca) por lagarta de *S. frugiperda* em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio.¹

Teor de alumínio do solo	Ganho de biomassa (mg) ²	
	1º ano	2º ano
baixo	85,61 a	84,12 a
médio	84,43 a	81,37 a
alto	80,73 a	81,02 a
CV %	17,47	8,62

¹ Condições médias: 1º ano = $26,1 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$ e $70 \pm 5,4\%$ UR; 2º ano = $27,5 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$ e $77 \pm 4,2\%$ UR. Fotofase = 14 horas.

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

No primeiro ano, o valor de RCR foi significativamente menor quanto mais baixo o teor de alumínio do solo (Tabela 37). No segundo ano, essa taxa (RCR) também foi menor no solo com baixo teor de alumínio (Tabela 38).

4.3.2.5.2. Taxa metabólica relativa (RMR)

A taxa metabólica relativa representa a quantidade de alimento gasto em metabolismo por unidade de biomassa do inseto por dia.

Essa taxa, no primeiro ano, foi maior quando o teor de alumínio do solo era alto em relação aos outros, não havendo diferença significativa entre os solos com teores de alumínio médio e baixo (Tabela 37). No ano seguinte, o maior valor do RMR ocorreu no solo com médio teor e o menor no solo com baixo teor de alumínio (Tabela 38). Em termos gerais, foi maior nos solos com médio e alto teor de alumínio.

4.3.2.5.3. Taxa de crescimento relativo (RGR)

O ganho de biomassa pelo inseto em relação a seu peso (RGR) foi afetado pelo teor de alumínio do solo, sendo que, no primeiro ano, foi menor no solo com teor médio e no seguinte, o menor valor de RGR ocorreu no solo de alto teor de alumínio, não havendo diferença significativa entre os demais níveis de alumínio do solo (Ta^{belas} 37 e 38).

TABELA 37. Índices nutricionais (RCR, RMR, RGR, ECI, AD e ECD) para a fase larval de *S. frugiperda* em milho cultivado em solo com três níveis de alumínio (1º ano). Temperatura: $26,1 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$. Umidade relativa: $70 \pm 5,4\%$. Fotofase: 14 horas.

Teor de alumínio do solo ¹	mg/mm dia			%		
	RCR	RMR	RGR	ECI	AD	ECD
baixo	0,9020c	0,2685b	0,1432a	15,72a	43,32b	39,07a
médio	0,9782b	0,3044b	0,1384b	14,71b	44,70b	33,91ab
alto	1,0586a	0,3953a	0,1450a	14,00b	48,95a	30,29b
CV %	17,46	51,47	7,11	15,64	22,09	34,71

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 38. Índices nutricionais (RCR, RMR, RGR, ECI, AD e ECD) para a fase larval de *S. frugiperda*, em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio (2º ano). Temperatura: $27,5 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$. Umidade Relativa: $77 \pm 4,2\%$. Fotofase: 14 horas.

Teor de alumínio do solo ¹	mm/mg dia			%		
	RCR	RMR	RGR	ECL	AD	ECD
baixo	0,7978c	0,1281c	0,1477a	18,50a	31,61b	60,86a
médio	1,0224a	0,3730a	0,1501a	14,64b	47,60a	32,55b
alto	0,9218b	0,2691b	0,1417b	15,43b	43,82a	37,30b
CV %	12,84	39,11	5,55	10,70	19,30	29,77

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.3.2.5.4. Eficiência de conversão do alimento ingerido (ECI)

A ECI (porcentagem do alimento ingerido pelo inseto, que é transformada em biomassa) foi sempre maior no solo com baixo teor de alumínio em relação aos teores de alumínio médio e alto que apresentaram uma ECI semelhante (Tabelas 37 e 38).

4.3.2.5.5. Digestibilidade aproximada (AD)

A porcentagem do alimento ingerido efetivamente assimilado pelo inseto (AD) foi sempre menor no solo com baixo teor de alumínio (Tabelas 37 e 38).

4.3.2.5.6. Eficiência de conversão do alimento digerido (ECD)

No primeiro ano, só houve diferença significativa na ECD (porcentagem do alimento digerido convertida em biomassa do inseto) entre os solos com baixo e alto teor de alumínio, sendo o valor de ECD maior no primeiro caso (Tabela 37). No segundo ano, novamente o valor de ECD foi maior no solo com baixo teor de alumínio, não havendo diferença significativa entre os solos com médio e alto teor de alumínio (Tabela 38).

4.3.2.5.7. Custo metabólico

A porcentagem do alimento metabolizado em energia (custo metabólico) para a manutenção da vida, foi sempre mais baixa no solo com baixo teor de alumínio, não havendo diferença significativa entre os outros dois ní-

veis de alumínio do solo (Tabela 39), indicando ser o solo com baixo teor de alumínio mais adequado ao inseto.

4.3.2.6. Considerações gerais sobre o efeito do teor de alumínio do solo na nutrição quantitativa do inseto

A performance de crescimento das lagartas foi semelhante nas três situações estudadas, entretanto, o consumo e a eficiência de utilização do alimento foi diferente conforme o teor de alumínio do solo onde as folhas de milho foram produzidas.

As folhas de milho produzidas no solo com baixo teor de alumínio, podem ser consideradas como o alimento mais adequado, pois foram menos consumidas e melhor digeridas, apresentando ainda o menor custo metabólico. Para as folhas produzidas nos solos com teor de alumínio médio e alto, a performance das lagartas foi semelhante e inferior àquele encontrado no solo com baixo teor de alumínio.

Uma análise geral dos resultados mostra que, seguindo o conceito de ecologia nutricional proposto por SLANSKY & SCRIBER (1985), houve uma resposta compensatória, onde a lagarta mudou seu comportamento em relação à tomada de alimento procurando compensar as dificuldades na digestão e aproveitamento de alimento, variando a ingestão de folha sem alterar o desenvolvimento global, às custas, entretanto, de um maior gasto de energia no metabolismo.

TABELA 39. Custo metabólico (100 - ECD) para lagartas de *S. frugiperda* criadas em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio. ¹

Teor de alumínio do solo	Custo metabólico ²	
	1º ano	2º ano
baixo	60,56 b	41,21 b
médio	66,82 a	67,44 a
alto	69,59 a	62,82 a
CV %	18,13	23,40

¹ Condições médias: 1º ano = 26,1 ± 1,3°C e 70 ± 5,4% UR; 2º ano = 27,5 ± 1,4°C e 77 ± 4,2% UR. Fotofase = 14 horas.

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

4.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos mostram que o teor de alumínio do solo onde o milho foi produzido, afeta tanto a biologia, como a nutrição de *S. frugiperda*.

As lagartas de *S. frugiperda*, de acordo com o que havia sido observado por CROCOMO & PARRA (1985), apresentaram capacidade de compensar as dificuldades na utilização de alimento e manter até certo ponto, a performance de desenvolvimento. No presente trabalho, embora o peso final das lagartas e pupas tenha sido semelhante, independentemente do teor de alumínio do solo onde as folhas foram produzidas, a duração da fase larval foi menor, quando estas foram provenientes do solo com baixo teor de alumínio. Embora o ciclo ovo-adulto não tenha apresentado grandes variações em função do teor de alumínio do solo, uma fase larval mais curta e um menor tempo de alimentação, possibilita um menor tempo de exposição do inseto aos inimigos naturais e outros fatores adversos.

Embora o desenvolvimento e sobrevivência do inseto não tenham sido afetados de maneira marcante, a tabela de vida de fertilidade sugere que as gerações subsequentes podem ser afetadas. Assim, em estudos futuros seria interessante que fossem realizadas pesquisas por mais de uma geração.

Mesmo que o consumo de alimento, em termos de área foliar tenha sido semelhante em todos os níveis de alumínio do solo, as plantas no solo com alto teor

de alumínio certamente foram mais injuriadas, uma vez que além do porte menor, tinham folhas nitidamente mais estreitas que as plantas no solo com baixo teor de alumínio, assim a relação entre a área foliar ingerida pelo inseto e a área total da planta foi maior no solo com alto teor de alumínio. Entretanto, nesse nível de alumínio do solo, o inseto não afetou a produção final, sugerindo que neste caso a fertilidade do solo foi o fator dominante.

Nos outros dois níveis de alumínio do solo o inseto afetou negativamente a produção no segundo ano, mas no ano mais seco, isso só ocorreu no solo com teor de alumínio baixo, não sendo o efeito do inseto detectado nos solos com teor de alumínio médio e alto.

Do ponto de vista agronômico considera-se que o solo com baixo teor de alumínio (e alto teor de cálcio + magnésio), é mais adequado para a produção do milho. No entanto, não se deve desprezar o fato de que o inseto também é favorecido e que portanto devem ser feitos estudos mais prolongados do efeito do teor de alumínio do solo na sua dinâmica populacional. De qualquer maneira, embora a perda de produção das plantas infestadas por *S. frugiperda* em relação às não infestadas produzidas no solo com baixo teor de alumínio seja igual ou maior que a perda de produção relativa das plantas provenientes do solo com teor de alumínio alto, em termos absolutos a produção de grãos sempre foi maior no solo com baixo teor de alumínio. Esses resultados sugerem que o controle de *S. frugiperda* em milho só seria economicamente compensador no solo com baixo teor de alumínio, apoi-

ando as considerações de CHIANG (1978) de que o manejo de pragas deve ser feito dentro do manejo da cultura como um todo. Em função dos resultados obtidos, compensa controlar *S. frugiperda*, apenas quando o solo de cerrado tiver o alumínio suficientemente corrigido, desde que nestas condições a praga causou reduções de 42,25% e 9,05% no primeiro (ano mais seco) e segundo anos respectivamente, enquanto que nos solos com altos teores de alumínio a influência da praga não foi constatada.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho, permitem concluir:

a) O teor de alumínio e cálcio + magnésio do solo onde o milho foi produzido afeta a biologia e a nutrição quantitativa de *S. frugiperda*.

b) As folhas de milho produzidas no solo com baixo teor de alumínio e alto teor de cálcio + magnésio, são as mais adequadas para o inseto.

c) O quarto ínstar larval é o mais sensível às variações no teor de elementos minerais (Al, Ca e Mg) do solo, podendo ser utilizado como padrão neste tipo de estudo.

d) Os parâmetros nutricionais são mais adequados para analisar a influência do teor de alumínio e cálcio + magnésio do solo sobre *S. frugiperda* em relação aos parâmetros biológicos.

e) A tabela de vida de fertilidade é, dentre os parâmetros biológicos estudados, o mais adequado para este tipo de estudo.

f) Deve-se realizar o controle de *S. frugiperda* em solos de cerrado apenas quando o teor de alumínio não for alto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-ZUBAIDI, F.S. & CAPINEIRA, J.L. Application of different nitrogen levels to the host plant and cannibalistic behavior of Beet Armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Environ. Entomol., College Park, 12(6): 1687-9, 1983.
- ARCHER, T.L.; ONKEN, A.B.; MATHESON, R.L. & BYNUM JR., E.D. Nitrogen fertilizer influence on Greenbug (Homoptera: Aphididae) dynamics and damage to sorghum. J. Econ. Entomol., College Park, 75(4): 695-98, 1982.
- AUERBACH, M.J. & STRONG, D.R. Nutritional ecology of *Heliconia herbivores*: experiments with plant fertilization and alternate hosts. Ecol. Monogr. Djarham, 51: 63-83, 1983.
- BAKER, J.S. & TAUBER, O.E. Fecundity of the pea aphid on garden under various combinations of light, moisture and nutrients. J. Econ. Entomol., College Park, 47: 113-117, 1954.
- BERTELS, A. & ROCHA, M.A.B. Observações preliminares sobre pragas do milho. Agros. Pelotas, 3(3): 160-83, 1950.

- BHAT, N.S. & BHATTACHARYA, A.K. Consumption and utilization of soybean by *Spodoptera litura* (Fabricius) at different temperatures. Indian J. Ent., New Delhi, 40(1): 16-25, 1978.
- BOWLING, C.C. Rearing of two lepidopterous pests of rice on a common artificial diet. Ann. Entomol. Soc. Amer. College Park, 60(6): 1215-6, 1967.
- BREWER, J.W.; CAPINERA, J.L.; DESHON Jr., R.E. & WASMSLEY, M. L. Influence of foliar nitrogen levels on survival, development and reproduction of Western Spruce Budworm, *Choristoneura occidentalis* (Lepidoptera : Tortricidae). Can. Entomol., Ottawa, 117: 23-32, 1985.
- BURTON, R.L. & PERKINS, W.D. WSB, a new laboratory diet for the corn earworm and the fall armyworm. J. Econ. Entomol., Baltimore, 65(2): 385-6, 1972.
- BUTT, B.A. & CANTU, E. Sex determination of lepidopterous pupae. ARS, U.S.D.A., Washington, n? 33-75, 1962. 7p.
- CARVALHO, R.B.; TRISTÃO, M.M.; GIACON, E.; CALAFIORI, M.H.; TEIXEIRA, N.T. & BUENO, B.F. Estudo de diferentes dosagens de potássio em milho (*Zea mays* L.) influenciando sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797). Ecossistema. Pí-nhal, 9: 95-100, 1984.
- CARVALHO, R.P.L. Danos, flutuação de população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) susceptibilidade de diferentes genótipos de milho em condições de campo. Piracicaba, 1970. 170p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- CICERO, S.M. Efeitos da fertilidade do solo sobre a produção e a qualidade das sementes de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1979. 85p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

- CHIANG, H.C. Pest management in corn. Ann. Rev. Entomol., Palo Alto, 23: 101-23, 1978.
- CLAVIJO, S. Effects of nitrogen fertilization and different levels of infestation by *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) on the yields of maize. Rev. Fac. Agron. Maracay, 13(1-4): 43-48, 1984.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 3ª aproximação. Belo Horizonte, EPAMIG, 1978.
- CROCOMO, W.B. & PARRA, J.R.P. Biologia e nutrição de *Eacles imperialis magnifica* Walker, 1856 (Lepidoptera: Attacidae) em cafeeiro. Rev. Bras. Entomol. São Paulo, 23(2): 51-76, 1979.
- CROCOMO, W.B. & PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de milho, trigo e sorgo por *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, 1797 (Lepidoptera, Noctuidae). Rev. Bras. Entomol. São Paulo, 29(2): 225-60, 1985.
- CRUZ, I. Impact of Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Smith and Abbot, 1797), on Grain Yield in Field Corn. West Lafayette, 1980. 162p. (Master of Science Thesis - Purdue University).
- CRUZ, I. Resistência de milho a lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Rel. Téc. Anu. CNPMS 1980-1984. Sete Lagoas, 3: 73-4, 1986.
- CRUZ, I. & TURPIN, F.T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura do milho. Pesq. Agropec. Bras. Brasília, 17(3): 355-59, 1982.
- CRUZ, I.; SANTOS, J.P. & OLIVEIRA, A.C. Competição de inseticidas visando o controle químico de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) em milho. An. Soc. Entomol. Brasil., Jaboticabal, 12(2): 235-42, 1983.

- CRUZ, I. & SANTOS, J.P. Diferentes bicos do tipo leque no controle da lagarta - do - cartucho em milho. Pesq. Agropec. Brasil. Brasília, 19 (1): 1-7, 1984.
- DEW, J.A. Fall armyworm *Laphygma frugiperda* (S. & A.). J. Econ. Ent.. Baltimore, 6(4): 361-6, 1913.
- DYAR, H.G. The number of molts of lepidopterous larvae. Psyche. Massachussets, 5: 420-2, 1890.
- EDWARDS, P.J. & WRATTEN, S.D. Ecology of Insect Plant Interactions, London, Edward Arnold Publishers, 1980. 71p.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Recomendações Técnicas para o cultivo do milho. Circular Técnica. Sete Lagoas, n.4, 1982. 49p.
- ETCHEVERRY, M. *Laphygma frugiperda* (Abbot & Smith) in Chile (Lepidoptera: Noctuidae). Rev. Chil. Ent.. Santiago, 5: 183-192, 1957.
- EVANS, A.C. Physiological relationships between insects and their host plants. Ann. Appl. Biology. Cambridge, 25(3): 558-72, 1938.
- 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. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- FOX, L.R. & MAGAULEY, B.J. Insect grazing on *Eucalyptus* in response to variation in Real tannis and nitrogen. Oecologia. Berlin, 29: 145-62, 1977.

- GARCIA, L.R. & HABIB, M.E.M. Ocorrência do fungo entomógeno *Aspergillus parasiticus* Speare em adultos de *Spodoptera frugiperda* (Abbot e Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), mantidos em laboratório. An. Soc. Entomol. Brasil.. Itabuna, 7(1): 15-16, 1978.
- GARNER, J.W. & LYNCH, R.E. Fall Armyworm Leaf Consumption and development on florunner peanuts. J. Econ. Entomol. College Park, 74(2): 191-3, 1981.
- HARREWIJN, P. Reproduction of the aphid *Myzus persicae* related to the mineral nutrition of potato plants. Ent. exp. & appl., Amsterdam, 13: 307-19, 1970.
- ISHII, S. Nutritional studies of the rice stem borer *Chilo suppressalis* (Walker). In: The major insects pests of the rice plant. Baltimore, John Hopkins Press, 1967. p.229-39.
- ISRAEL, P. Varietal resistance to rice stem borer in India. In: The major insects pests of the rice plant. Baltimore. John Hopkins Press, 1967. p.391-403.
- JANSSON, R.K. & SMILOWITZ, Z. Influence of nitrogen on population parameters of potato insects: abundance, development, and damage of the Colocado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). Environ. Entomol.. College Park, 14(4): 500-6, 1985.
- JANSSON, R.K. & SMILOWITZ, Z. Influence of nitrogen on population parameters of potato insects: abundance, population growth, and within - plant distribution of the Green Peach Aphid, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). Environ. Entomol.. College Park, 15(1): 49-55, 1986.

KASTEN JR, P.; PRECETTI, A.A.C.M. & PARRA, J.R.P. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) em duas dietas artificiais e substrato natural. Rev. Agric.. Piracicaba, 53(1-2): 68-78, 1978.

KOGAN, M. The role of chemical factors in insect/plant relationship. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 15, Washington, 1976. Proceddings, Washington, 1976. p.211-27.

KOGAN, M. & PARRA, J.R.P. Techniques and applications of measurements of consumption and utilization of food by phytophagous insects. In: BHASKARAN, G.; FRIDMAN, S. & RODRIGUEZ, J.G. eds. Current topics in insect endocrinology and nutrition. New York, Plenum Publishing Corporation, 1981. p.377-52.

LABRADOR, S.J.R. Estudio de biologia y combate del gusano cogollero del maiz *Laphygma frugiperda* S&A. Maracaibo, Secc. Ent. Univ. Zulia, Venezuela, 1967. 83p.

LARA, F.M. Princípios de Resistência de Plantas a Insetos. Piracicaba, Livroceres, 1979. p.105-43.

LEIDERMAN, L. & SAUER, H.F.G. A lagarta dos milharais *Laphygma frugiperda* (Abbot e Smith, 1797). Biológico, São Paulo, 19(6): 105-13, 1953.

LEUCK, D.B. Induced fall armyworm resistance in pearl millet. J. Econ. Entomol. College Park, 65(6): 1608-11, 1972.

LEUCK, D.B. & HAMMONS, R.P. Nutrients and growth media: influence on expression of resistance to the Fall Armyworm in the peanut. J. Econ. Entomol. College Park, 67(4): 564, 1974a.

- LEUCK, D.B. & HAMMONS, R.O. Nutrient foliar sprays. Effect on insect resistance by the peanut. J. Econ. Entomol. College Park, 67(4): 565, 1974b.
- LEUCK, D.B.; WISEMAN, B.R. & McMILLIAN, W. W. Nutritional plant sprays: Effect on fall armyworm feeding preferences. J. Econ. Entomol. College Park, 67(1): 58-60, 1974.
- LUBUS, C.A.F.; MENDES, E.; CALAFIORI, M.H. & TEIXEIRA, N.T. Influência do nível de molibdênio e enxofre na população de tripes em amendoim (*Arachis hypogaea*, L.). Ecossistema. Pinhal, 9: 75-83, 1984.
- LUCCHINI, F. Biologia da *Spodoptera frugiperda* (Smith e Abbot, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). Níveis de prejuízos e avaliação toxicológica de inseticidas para seu combate em milho. Curitiba, 1977. 114p. (Mestrado - Universidade Federal do Paraná).
- LUGINBILL, P. The fall armyworm. USDA. Tech. Bull., Washington, n. 34, 1928. 92p.
- LYNCH, R.E. Effects of 'Coastal' Bermudagrass fertilization levels and age of regrowth on Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae): Larval biology and adult fecundity. J. Econ. Entomol. College Park, 77(4): 948-53, 1984.
- MARTINS, J.F.S.; PINHEIRO, B.S. & LOWE, J.A. Nitrogênio e infestação da broca-do-colmo em arroz irrigado. Pesq. Agropec. Bras. Brasília, 13(3): 23-5, 1978.
- MATTSON JR, W.J. Spruce budworm (*Choristoneura fumiferana*) performance in relation to foliar chemistry of host plants. Proceedings forest defoliator - host interactions: a comparison between gypsy moth and spruce budworms. U.S. Dept. Agric. for Serv. Tech. Rep. NE-85, Saint Paul, 1983.

MAXWELL, F.G. Host plant resistance to insects - nutritional and pest management relationships. In: RODRIGUEZ, J.G. Insect and mite nutrition. Netherlands, North Holland Publ. Comp., 1972. p.599-609.

MENSCHOY, A.B. Pragas do milho, métodos de defesa. Bol. Téc. Inst. Agron. Sul. Pelotas, 16: 1-8, 1956.

METCALF, C.L.; FLINT, W.P. & METCALF, R.L. Destructive and useful insects - their habits and control. 4.ed. New York McGraw-Hill, 1962. 1087p.

McNEILL, S. & SOUTHWOOD, T.R.E. The role of nitrogen in the development of insect/plant relationships. In: HARBONE, J.B., ed. Biochemical aspects of plant and animal coevolution. New York, Academic Press, 1978. p.77-98.

NAKANO, O. & ZUCCHI, R.A. Novos métodos de controle a *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) em cultura de milho. O Solo, Piracicaba, 62(2): 23-6, 1970.

PARRA, J.R.P. Biologia dos insetos. Piracicaba, ESALQ, 1979. 383p. (mimeo).

PARRA, J.R.P. Métodos para medir consumo e utilização de alimentos por insetos. In: RAMIRO, Z.A.; GRACIA, J. & LARA, F.M. eds. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 6, Campinas, 1980. Anais. Campinas, Fund. Cargill, 1980. p.77-102.

PARRA, J.R.P. & CARVALHO, S.M. de. Biologia e nutrição quantitativa de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) em meios artificiais compostos de diferentes variedades de feijão. An. Soc. Entomol. Brasil. Porto Alegre, 12 (2) : 305-319, 1984.

- PATEL, P.N. & HABIB, M.G.M. Ocorrência natural de *Aspergillus parasiticus* em populações de *Spodoptera frugiperda* (Abbot & Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e sua transmissão por insetos parasitos. Rev. Agric. Piracicaba, 57 (4): 223-32, 1982.
- PEDRASI, T.C. & PARRA, J.R.P. Técnicas de criação e determinação das exigências térmicas de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera, Scelionidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10, Rio de Janeiro, 1986. Resumos. Rio de Janeiro, 1986. p.207.
- PEREYRA, E.M.M. de A. Aspecto da biologia de *Archytas incertus* (Mac Quart, 1851) (Diptera - Tachinidae) e suas inter-relações com *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera - Noctuidae). Piracicaba, 1986. 144p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- PERKINS, W.D.; JONES, R.L.; SPARKS, A.N.; WISEMAN, D.R.; SNOW, J.W. & McMILLIAN, W.W. Artificial diet for mass rearing of corn earworm (*Heliothis zea*). ARS-USDA, Prod. Res. Report n.154, 1973. 7p.
- PFEIFFER, D.G. & BURTS, E.C. Effect of tree fertilization on numbers and development of Pear Psylla (Homoptera: Psyllidae) and on fruit damage. Environ. Entomol. College Park, 12(3): 895-901, 1983.
- PRATT, J.J.; HOUSE, H.L. & MANSINGH, A. Insect control strategies based on nutritional principles: a prospectus. In: RODRIGUEZ, J.G. ed. Insect and Mite Nutrition, Netherlands, North-Holland Publ. Comp., 1972. p.651-68.

- RAIJ, B. van; SILVA, N.M. da; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI Jr.; R. DECHEN, A.R. & TRANI, P.E. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Boletim Técnico, Campinas, n. 100, 1985. 107p.
- REIS, L.L.; OLIVEIRA, L.J. & CRUZ, I. Biologia e potencial de *Doru luteipes* (Scudder, 1794) no controle de *Spodoptera frugiperda*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 14, Maceió, 1984. Resumos. Maceió, 1984. p.113.
- SCHOONHOVEN, L.M. Some aspects of host selection and feeding in phytophagous insects. In: RODRIGUEZ, J.G., ed. Insect and mite nutrition. Netherlands, North-Holland Publs. Comp., 1972. p.557-66.
- SCRIBER, J.M. Sequential diets, metabolic costs, and growth of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera, Noctuidae) feeding upon Dill, Lima Bean and Cabbage. Oecologia, Berlin, 51: 175-180, 1981.
- SCRIBER, J.M. & SLANSKY JR., F. The nutritional ecology of immature insects. Ann. Rev. Entomol., Stanford, 26: 183-211, 1981.
- SCRIBER, J.M. The behavior and nutritional physiology of southern armyworm larvae as a function of plant species consumed in earlier instar. Ent. Exp. & Appl. Amsterdam, 31: 359-69, 1982.
- SELL, D.K. & BODZNICK, D.A. Effects of dietary $ZnSO_4$ on the growth and feeding of the Tobacco Budworm, *Heliothis virescens*. Ann. Entomol. Soc. Amer. College Park, 64 (4): 850-5, 1971.
- SGRILLO, R.B. A distribuição de Weibull como modelo de sobrevivência de insetos. Ecossistema. Pinhal, 7: 9-13, 1982.
- SHARMA, M.L. Réponse des insectes phytophages aux traitements d'azote, potasse et phosphore appliqués aux plants. Ann. Soc. Entomol., 15(2): 88-95, 1970.

- SHAW, G.G. & LITTLE, C.H.A. Effect of high urea fertilization of balsam fir trees on spruce budworm development. *In: RODRIGUEZ, J.G., ed. Insect and mite nutrition. North-Holland Publ. Comp., Netherlands, 1972. p.589-97.*
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D. & VILLA NOVA, N.A. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Ceres, 1976. 419p.
- SLANSKY JR., F. Insect nutrition: An adaptationist's perspective. Fla. Entomol. Gainesville, 65(1): 45-71, 1982.
- SLANSKY JR., F. & SCRIBER, J.M. Food consumption and utilization. *In: KERKUT, G.A. & GILBERT, L.I. eds. Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology. New York, Pergamon Press, 1985. p.87-163.*
- SMITH, J.E. *Phalaena frugiperda*. *In: ABBOT, J. & SMITH, J. E. The natural history of the rarer lepidopterous insects of Georgia. London, 1797. p.191-2.*
- SMITH, R.C. Observations on the fall armyworm (*Laphygma frugiperda* S&A) and some control experiments. J. Econ. Entomol. College Park, 14: 300-5, 1921.
- SOU HOO, C.F. & FRAENKEL, G. The consumption, digestion and utilization of food plants by a polyphagous insect *Prodenia eridania* (Cramer). J. Ins. Physiol. London, 12: 711-730, 1966.
- SPARKS, A.N. A review of the biology of the fall armyworm. Fla. Entomol. Gainesville, 62(2): 82-7, 1979.
- TANDON, H.L.S. The crop nutrition-pest incidence complex in India. PANS. London, 19(3): 372-80, 1973.

TAYLOR, L.F.; APPLE, J.W. & BERGER, K.C. Response of certain insects to plants grown on varying fertility levels. J. Econ. Entomol. College Park, 45(5): 843-8, 1952.

TINGEY, W.M. & SINGH, S.R. Environmental factors influencing the magnitude and expression of resistance. In: MAXWELL, F.G. & JENNINGS, P.R. Breeding plants resistant to insects. New York, Wiley-Interscience, 1980- p.87-113.

TOOD, E.L. & POOLE, R.W. Keys and illustrations for the armyworm moths of the noctuid genus *Spodoptera* Guenée from the Western Hemisphere. Ann. Entomol. Soc. Am. College Park, 73: 722-38, 1980.

VALICENTE, F.H. Coleta e identificação dos parasitas das principais pragas de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10, Rio de Janeiro, 1986. Resumos. Rio de Janeiro, 1986a. p.237.

VALICENTE, F.H. Ocorrência de nematóides mermitídeos em lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em Sete Lagoas, MG. An. Soc. Entomol. Brasil. Porto Alegre, 15(2): 393-5, 1986b.

VALICENTE, F.H.; PEIXOTO, M.J.V.V.D.; PAIVA, E. & KITAJIMA, E.W. Identificação e purificação de um vírus de granulose em *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 15, Belo Horizonte, 1986. Resumos. Belo Horizonte, 1986. p.47-48.

VELEZ, C.M. & SIFUENTES, J.A. El gusano cogollero de maiz; su combate con insecticidas granulados en el valle Apátzingan, Míd. Agríc. Tec. Mex. Chapingo, 2(7): 315-7, 1967.

VETTORI, L. Métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, Boletim Técnico n. 7., 1969. 34p.

- VICKERY, R.A. Studies on the fall armyworm in the gulf coast district of Texas. Tech. Bull. Texas, n. 138, 1929. 63p.
- WALDBAUER, G.P. The consumption and utilization of food on insects. Advances in insect physiology. London, 5: 229-88, 1968.
- WAQUIL, J.M.; VIANA, P.A.; LORDELLO, A.T.; CRUZ, I. & OLIVEIRA, A.C. Controle da lagarta-do-cartucho do milho com inseticidas químicos e biológicos. Pesq. Agropec. Bras. Brasília, 17(2): 163-6, 1982.
- WHITE, T.C.R. The importance of a relative shortage of food in animal ecology. Oecologia. Berlin, 33: 71-86, 1978.
- WHITTAKER, R.H. & FEENEY, P.P. Allelochemicals: chemical interactions between species. Science. Lancaster, 171: 757-70, 1971.
- WISEMAN, B.R.; LEUCK, D.B. & McMILLIAN, W.W. Effect of crop fertilizer on feeding of larvae of fall armyworm on excised leaf sections of corn foliage. J. Ga. Entomol. Soc., 8(2): 136-41, 1973a.
- WISEMAN, B.R.; LEUCK, D.B. & McMILLIAN, W.W. Increasing susceptibility and resistance of and intermediate resistant Antiqua corn to fall armyworm and corn earworm larval by fertilizer treatments. Fla. Entomol. Gainesville, 56: 1-7, 1973b.
- WISEMAN, B.R.; PAINTER, R.A. & WASSON, C.E. Detecting corn seedling differences in the greenhouse by visual classification of damage by the fall armyworm. J. Econ. Entomol. College Park, 59(5): 1211-14, 1966.