

NUTRIÇÃO QUANTITATIVA DE LAGARTA-DO-CARTUCHO EM MILHO CULTIVADO PARA TRÊS NÍVEIS DE ALUMÍNIO¹

LENITA J. OLIVEIRA², JOSÉ ROBERTO P. PARRA³ e IVAN CRUZ⁴

RESUMO - O experimento foi conduzido em laboratório, com larvas de lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. As lagartas foram alimentadas com folhas de milho procedentes de um solo corrigido para três níveis de alumínio através de calagem com calcário dolomítico. O consumo foliar foi medido em função da área e peso, sendo também calculados os índices de consumo e utilização. Os resultados mostraram que houve resposta compensatória, onde a lagarta mudou seu comportamento em relação à tomada de alimento, procurando compensar as dificuldades na digestão e aproveitamento do alimento, variando a ingestão de folhas sem alterar o desenvolvimento larval, às custas, entretanto, de um maior gasto de energia. As folhas de milho produzidas no solo com teor de Al baixo foram as mais adequadas para o inseto, pois foram menos consumidas e melhor digeridas, apresentando o menor custo metabólico.

Termos para indexação: biologia, calagem, pragas.

QUANTITATIVE NUTRITION OF FALL ARMYWORM IN CORN CULTIVATED IN SOIL CORRECTED FOR THREE LEVELS OF ALUMINUM

ABSTRACT - The experiment was conducted in laboratory, in a complete randomized design using newly-hatched larvae. These larvae were fed on excised leaves of a susceptible corn hybrid cultivated in a soil previously corrected for three levels of aluminium using dolomitic lime. Leaf consumption was measured in terms of area and weight. Consumption indexes were also calculated. The results indicated that there was a compensatory response, where the larvae changed the food uptake behavior trying to compensate the ingestion and utilization difficulties by differentiating the ingestion rate. The larval development does not change so much, although there is a higher consumption of energy. The corn leaves produced in the soil with low aluminium content were the most suitable to the larvae due to lower consumption, better digestion and lower metabolic cost compared with the other treatments.

Index terms: biology, lime, pest.

INTRODUÇÃO

A nutrição de plantas pode afetar o desenvolvimento e níveis populacionais dos insetos, bem como influenciar o consumo e utilização do alimento (Scriber & Slansky Junior 1981).

Pratt et al. (1972) citaram muitos exemplos na literatura, nos quais produtos 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 literatura registra trabalhos contraditórios e não se pode chegar a conclusões generalizadas sobre o efeito de fertilizantes sobre insetos, pois a importância de cada nutriente varia com a espécie, planta hospedeira e tipo de solo (Maxwell 1972 e Tandon 1973). No Brasil, são poucos os trabalhos que relacionam adubação com insetos-pragas, sendo que para a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith 1797)), o único trabalho encontrado foi o de Carvalho et al. (1984). Trabalhos

¹ Aceito para publicação em 11 de outubro de 1989.

² Enga. - Agra., M.Sc., Inst. Biol. de São Paulo, Caixa Postal 7119, CEP 01051 São Paulo, SP.

³ Eng. - Agr., Ph.D., Dep. de Entomol., ESALQ/Univ. de São Paulo, CEP 13400 Piracicaba, SP.

⁴ Eng. - Agr., Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Caixa Postal 151, CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

conduzidos com esse inseto no Exterior mostraram que sua resposta varia em função do nutriente e cultura estudados (Wiseman et al. 1973a, 1973b, Leuck 1972, Leuck & Hammons 1974, Leuck et al. 1974, Clavijo 1984 e Lynch 1984).

Em função desta escassez de dados, o objetivo deste trabalho foi avaliar a nutrição quantitativa de *S. frugiperda* em milho cultivado em solo de cerrado corrigido para três níveis de Al.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em Sete Lagoas, MG, no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo-CNPMS -, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA -, com *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), em milho híbrido duplo Cargill 111, por duas safras consecutivas.

As lagartas utilizadas nos ensaios foram provenientes de uma criação de laboratório mantida, em dieta artificial modificada de Perkins et al. (1973).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 50 e 40 lagartas por tratamento no primeiro ano (safra 83/84) e segundo ano (safra 84/85), respectivamente.

Lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* de uma mesma postura foram individualizadas em copos de plástico de 50 ml (do tipo usado para tomar café), fechados com tampa de acrílico transparente (segundo o método de criação normalmente utilizado no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo/EMBRAPA), e alimentadas com pedaços de folha de milho.

Essas folhas foram provenientes de milho cultivado em solo corrigido para três níveis de Al: baixo (0,15 meq/100 cm³), médio (0,8 meq/100 cm³) e alto (1,4 meq/100 cm³) através de calagem com calcário dolomítico (assim, o teor de cálcio e magnésio também foi variável). A cultura foi adubada normalmente na sementeira, recebendo também uma adubação nitrogenada por cobertura, aos 45 dias. O ensaio de laboratório foi iniciado quando as plantas atingiram o estágio de oito a dez folhas, cerca de 40 dias após o plantio. Foi realizada

a análise química do solo da área experimental corrigida (Tabelas 1 e 2).

As folhas que serviram como fonte de alimento foram lavadas em água destilada e secadas, antes de serem cortadas e oferecidas às lagartas; as extremidades de cada folha foram desprezadas. O alimento foi fornecido na forma de discos obtidos com auxílio de um vazador com diâmetro de 3 cm. Diariamente, os discos foliares foram trocados, obtendo-se a área e o peso seco das sobras. Também foi avaliado o peso seco 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^R, modelo LI-3000.

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

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

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

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.

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 peso inicial foi obtido a partir de uma amostra de 50 lagartas recém-eclodidas e pesadas em conjunto, após terem sido secadas em estufa (65°C).

Os índices nutricionais foram calculados a partir dos dados obtidos, conforme Waldbauer (1968), com alterações propostas por Scriber & Slansky Júnior (1981).

TABELA 1. Análise química do solo da área experimental antes da semeadura do segundo ano (safra 84/85).

Teor de Al do solo	Calcário aplicado na safra 83/84	pH em água	meq/100 cm ³			ppm		Matéria orgânica (%)
			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 2. Análise química do solo da área experimental na época da infestação artificial do segundo ano (safra 84/85).

Teor de Al do solo	Calcário aplicado na safra 83/84	pH em água	meq/100 cm ³			ppm		Matéria orgânica (%)
			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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando o alimento ingerido foi medido em função da área das folhas, não se observou a influência do teor de Al 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 teor de Al do solo, sendo menor no baixo teor em relação ao médio, não havendo, entretanto, diferença significativa quanto ao solo com alto teor de Al (Tabela 3). No segundo ano, novamente o consumo em função da matéria seca foi significativamente menor no solo com baixo teor de Al em relação aos demais, os quais não diferiram entre si (Tabela 4).

O alimento assimilado foi influenciado pelo Al 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 Al (Tabela 5).

TABELA 3. 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 Al (1º ano). Temperatura: 26,1 ± 1,3°C. Umidade relativa: 70 ± 5,4%. Fotofase: 14 horas.

Teor de Al do solo ¹	Peso seco (mg/cm ²)	Área foliar ingerida (cm ²)	Peso foliar ingerido (mg)
Baixo	3,54 a	156,57 a	545,94 a
Médio	3,80 a	156,87 a	591,77 a
Alto	3,91 a	148,72 a	584,04 ab
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 4. 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 Al (2º ano). Temperatura: $27,5 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$. Umidade relativa: $77 \pm 4,2\%$. Fotofase: 14 horas.

Teor de Al do solo ¹	Peso seco (mg/cm ²)	Área foliar ingerida (cm ²)	Peso foliar ingerido (mg)
Baixo	2,71 a	178,32 a	458,80 b
Médio	3,07 a	183,66 a	561,74 a
Alto	2,96 a	181,15 a	528,93 a
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.

TABELA 5. Alimento assimilado por lagarta de *S. frugiperda* criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de Al¹.

Teor de Al do solo	Alimento assimilado ²	
	1º ano	2º ano
Baixo	234,74 b	146,10 c
Médio	274,75 a	269,13 a
Alto	296,60 a	235,74 b
CV%	33,14	26,41

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.

O alimento metabolizado, que, segundo Scriber & Slansky Júnior (1981), representa a parte do alimento assimilado que foi utilizado na forma de energia para o metabolismo do inseto, foi afetado pelo teor de Al do solo, nota-

mente no segundo ano. A quantidade de alimento metabolizado foi sempre menor quando as folhas foram produzidas nos solos com baixo teor de Al (Tabela 6).

A biomassa ganha durante toda a fase larval foi semelhante em todos os níveis de Al do solo, nos dois anos de estudo, variando de 80,73 a 85,61 mg de matéria seca (Tabela 7).

TABELA 6. Alimento metabolizado por lagarta de *S. frugiperda* criada em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de Al¹.

Teor de Al do solo	Alimento assimilado ²	
	1º ano	2º ano
Baixo	149,13 b	68,42 c
Médio	184,39 ab	197,40 a
Alto	216,08 a	154,71 b
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 = 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 7. Ganho de biomassa (em mg de matéria seca) por lagarta de *S. frugiperda* em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de Al¹.

Teor de Al 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.

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.

De maneira geral, todos os índices nutricionais foram afetados pelo teor de Al do solo.

No primeiro ano, o valor da taxa de consumo relativo (RCR) foi significativamente menor quanto mais baixo o teor de Al do solo (Tabela 8). No segundo ano, essa taxa (RCR) também foi menor no solo com baixo teor de Al (Tabela 9).

A taxa metabólica relativa (RMR), que representa a quantidade de alimento gasto em metabolismo por unidade de biomassa de in-

seto por dia, em termos gerais, foi maior nos solos com médio e alto teor de Al (Tabelas 8 e 9).

O ganho de biomassa pelo inseto em relação ao seu peso (RGR - taxa de crescimento relativo) foi afetado pelo teor de Al 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 Al, não havendo diferença significativa entre os demais níveis de Al do solo (Tabelas 8 e 9).

A eficiência de conversão do alimento ingerido (ECI) (percentagem do alimento ingerido pelo inseto, que é transformada em biomassa) foi sempre maior no solo com baixo teor de Al

TABELA 8. Índices nutricionais (RCR, RMR, RGR, ECI, AD e ECD)¹ para a fase larval de *S. frugiperda* em milho cultivado em solo com três níveis de Al (1^o ano). Temperatura: 26,1 ± 1,3°C. Umidade relativa: 70 ± 5,4%. Fotofase: 14 horas.

Teor de Al do solo ¹	mg/mm dia			Porcentagem		
	RCR	RMR	RGR	ECI	AD	ECD
Baixo	0,9020 c	0,2685 b	0,1432 a	15,72 a	43,32 b	39,07 a
Médio	0,9782 b	0,3044 b	0,1384 b	14,71 b	44,70 b	33,91 ab
Alto	1,0586 a	0,3953 a	0,1450 a	14,00 b	48,95 a	30,29 b
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 9. 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 Al (2^o ano). Temperatura: 27,5 ± 1,4°C. Umidade relativa: 77 ± 4,2%. Fotofase: 14 horas.

Teor de Al do solo ¹	mg/mm dia			Porcentagem		
	RCR	RMR	RGR	ECI	AD	ECD
Baixo	0,7978 c	0,1281 c	0,1477 a	18,50 a	31,61 b	60,86 a
Médio	1,0224 a	0,3730 a	0,1501 a	14,64 b	47,60 a	32,55 b
Alto	0,9218 b	0,2691 b	0,1417 b	15,43 b	43,82 a	37,30 b
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.

em relação aos teores de Al médio e alto, que apresentaram uma ECI semelhante (Tabelas 8 e 9).

A percentagem do alimento ingerido efetivamente assimilado pelo inseto (AD - digestibilidade aproximada) foi sempre menor no solo com baixo teor de Al (Tabelas 8 e 9).

A eficiência de conversão do alimento digerido (ECD), que representa a percentagem do alimento digerido convertida em biomassa do inseto, foi maior no solo com baixo teor de Al, tanto no primeiro como no segundo ano (Tabelas 8 e 9).

A percentagem do alimento metabolizado em energia (custo metabólico) para a manutenção da vida foi sempre mais baixa no solo com baixo teor de Al, não havendo diferença significativa entre os outros dois níveis de Al do solo (Tabela 10), indicando ser o solo com baixo teor de Al mais adequado ao inseto.

As folhas de milho produzidas no solo com baixo teor de Al podem ser consideradas como o alimento mais adequado, pois foram menos consumidas (Tabela 4) e melhor digeridas (Tabelas 5 e 8), apresentando ainda o menor custo metabólico. Para as folhas produzidas nos so-

los com teor de Al médio e alto, o desempenho das lagartas foi semelhante e inferior ao encontrado no solo com baixo teor de Al.

Uma análise geral dos resultados mostra que, seguindo o conceito de ecologia nutricional proposto por Slansky Júnior & Scriber (1985), houve uma tentativa de 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.

Essa capacidade de manter até certo ponto o desempenho de desenvolvimento, compensando a dificuldade de utilização do alimento, já havia sido observada por Crocomo & Parra (1985) para *S. frugiperda*. Entretanto, no presente trabalho isso se deu às custas de um maior gasto de energia no metabolismo (custo metabólico).

Esses dados confirmam os obtidos por Oliveira (1987), que verificou que o teor de Al do solo afeta a biologia do inseto, sendo que as folhas de milho procedentes de solo com alto teor de Al foram as menos adequadas para *S. frugiperda*.

TABELA 10. Custo metabólico (100 - ECD) para lagartas de *S. frugiperda* criadas em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de Al¹.

Teor de Al 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.

CONCLUSÕES

1. O teor de Al (e conseqüentemente cálcio + magnésio) do solo onde o milho é produzido afeta a nutrição quantitativa de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith 1797).

2. As folhas de milho produzidas no solo com baixo teor de Al são as mais adequadas para o inseto, levando-se em consideração os índices nutricionais ECI, AD e ECD e o custo metabólico.

REFERÊNCIAS

- 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*, Pinhal, 9:95-100, 1984.

- CLAVIJO, S. Effects of nitrogen fertilization and different levels of infestation by *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) on the yields of maize. **R. Fac. Agron.**, Maracay, 13(1-4):43-8, 1984.
- CROCOMO, W.B. & PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de milho, trigo e sorgo por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **R. bras. Entomol.**, São Paulo, 29(2):225-60, 1985.
- 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.
- 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, 1974.
- 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.
- LYNCH, R.E. Effect 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.
- 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.
- OLIVEIRA, L.J. **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**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1987. 125p. Dissertação Mestrado.
- 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*) s.l.**, USDA, 1973. (USDA - ARS. Prod. Res. Report., 154). 7p.
- 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.
- SCRIBER, J.M. & SLANSKY JÚNIOR, F. The nutritional ecology of immature insects. **Ann. Rev. Entomol.**, Stanford, 26: 183-211, 1981.
- SLANSKY JÚNIOR, F. & SCRIBER, J.M. Food consumption and utilization. In: KERKUT, G.A. & GILBERT, K.I. eds. **Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology**. New York, Perjamon Press, 1985. p.87-163.
- SOO HOO, C.F. & FRAENKEL, G. The consumption, digestion and utilization of food plants by a polyphagous insect *Prodenia eridania* (Cramer). **J. Insect. Physiol.**, London, 12:711-30, 1966.
- TANDON, H.L.S. The crop nutrition-pest incidence complex in India. **PANS**, London, 19(3):372-80, 1973.
- WALDBAUER, G.P. The consumption and utilization of food on insects. **Adv. Insect Physiol.**, London, 5:229-88, 1968.
- 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 an intermediate resistant Antiqua corn to fall armyworm and corn earworm larval by fertilizer treatments. **Fla. Entomol.**, Gainesville, 56:1-7, 1973b.