

# **Influência de diferentes sistemas de adubação na composição nutricional do milho *Zea mays* L. (Poaceae) e seus efeitos no ataque de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) no produto armazenado**

## **Influence of different fertilization systems on nutritional composition of corn *Zea mays* L. (Poaceae) and the effects to attack of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) to storage product**

Alberto Luiz Marsaro Júnior<sup>1\*</sup>; Sonia Maria Noemberg Lazzari<sup>2</sup>;  
Jacimar Luís de Souza<sup>3</sup>; Flavio Antonio Lazzari<sup>4</sup>; Lys Mary Bileski Cândido<sup>5</sup>

### **Resumo**

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência da composição nutricional de grãos de diferentes cultivares de milho, cultivados em diferentes sistemas de adubação, sobre a resistência do grão seco ao gorgulho-do-milho *Sitophilus zeamais*. Foram plantadas cinco cultivares de milho (EMCAPA 201, EMCAPA 202, Composto 1, Composto 2 e AG 405), sob quatro sistemas de adubação: orgânica, mineral, orgânica e mineral combinadas, e em ausência de adubação. Durante o período do florescimento feminino avaliou-se os teores dos minerais foliares. Após a colheita, avaliou-se a produção de grãos, o teor de umidade, de cinzas, lipídios, proteínas e carboidratos. A resistência das cultivares foi avaliada através de parâmetros biológicos do inseto (ciclo biológico, número de insetos emergidos e peso dos adultos), índice de suscetibilidade e pela perda de peso da matéria seca dos grãos provocada pelos insetos. Em ausência de adubação todas as cultivares, de modo geral, apresentaram os menores teores foliares de minerais. A maior produtividade foi obtida nas parcelas com adubação combinada, e as menores sob ausência de adubação. Os teores de cinzas, lipídios e proteínas foram menores na ausência de adubação, enquanto o de carboidratos foi maior neste sistema. O teor de cinzas, que reflete o teor de minerais, foi maior nas adubações orgânica e combinada. O teor de proteínas foi maior na adubação combinada. Os resultados não indicaram a existência de um efeito significativo da composição nutricional dos grãos das diferentes cultivares sobre o desenvolvimento, reprodução e índice de suscetibilidade, provavelmente devido à base genética pouco distinta entre as cultivares testadas.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, resistência de plantas, nutrição de plantas, grãos armazenados, gorgulho-do-milho

<sup>1</sup> Embrapa Roraima, Boa Vista/RR. E-mail: alberto@cpafrr.embrapa.br.

<sup>2</sup> Depto. de Zoologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba/PR. E-mail: lazzari@ufpr.br.

<sup>3</sup> Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Venda Nova do Imigrante/ES. E-mail: jacimar@vicosa.ufv.br

<sup>4</sup> E-mail: lazzari@brturbo.com.

<sup>5</sup> Departamento de Nutrição, Universidade Federal do Paraná. Curitiba/PR. E-mail: lysmari@ufpr.br.

\* Autor para correspondência

## Abstract

The objective of this research was to evaluate the influence of nutritional composition of grains of different corn cultivars produced under different fertilization systems on resistance of dry kernel against the maize weevil *Sitophilus zeamais*. Five cultivars of corn were planted (EMCAPA 201, EMCAPA 202, Composto 1, Composto 2, and AG 405), under four fertilization systems: organic, mineral, organic and mineral combined, and in absence of fertilizer. The contents of minerals leaves were evaluated during the period of the feminine florescence. After harvesting, grain production, moisture content, ashes, lipids, proteins and carbohydrates were evaluated. The resistance level of the cultivars was evaluated based on biological parameters of the insect (biological cycle, number of emerged insects and adult weight), susceptibility index, and on grain weight loss caused by insect feeding. In absence of fertilization all the cultivars, in general, present a minor contents of leave minerals. The highest grain production was obtained from the plot with combined fertilization, and the lowest in the unfertilized plot. The content of ashes, lipids and proteins were lower in the kernels from the area without fertilizer, while the carbohydrate levels were higher in this system. The ash content, that reflects minerals levels in the grain, was higher in the organic and combined fertilization areas. The protein levels were higher under combined fertilization. The results did not indicate the existence of a significant effect of the nutritional composition of the grains of different cultivars on development, reproduction and susceptibility index, probably due to the narrow genetic bases of the cultivars tested here.

**Key words:** *Zea mays*, plant resistance, plant nutrition, storage grains, maize weevil

## Introdução

A “revolução verde”, na década de 1960, sem dúvida nenhuma, proporcionou um elevado aumento na produtividade vegetal, até então inimaginável, principalmente através da utilização dos fertilizantes químicos. Porém, o uso exagerado desses insumos, muitas vezes sem critérios, provoca desequilíbrios nutricionais nas plantas, tornando-as mais vulneráveis ao ataque das pragas.

Segundo a teoria da trofobiose (CHABOUSSOU, 1972), uma planta fica mais vulnerável ao ataque de pragas quando os teores de substâncias solúveis correspondem às exigências da praga na forma de aminoácidos livres, açúcares e minerais solúveis, condições que são favorecidas pela inibição na proteossíntese ou pelo excesso na produção de aminoácidos. Esse excesso pode ser devido ao uso intensivo de adubos nitrogenados, enquanto aquela inibição pode ser atribuída ao uso de agrotóxicos.

Após a publicação dessa teoria diversos estudos têm procurado associar o estado nutricional das plantas com o ataque dos insetos. Moreira et al. (1999) afirmam que a maior disponibilidade de minerais no solo, como potássio e fósforo, favorece a infestação do ácaro *Aculops lycopersici* (Masse) (Acari: Eriophyidae) em tomateiro. Boiça Júnior et al. (1996)

constataram que plantas de milho adubadas com fósforo são menos danificadas por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) quando comparadas com plantas adubadas sem fósforo. Estudando essa mesma praga, Carvalho et al. (1984) também observaram danos menos acentuados nas plantas de milho adubadas com potássio do que nas plantas adubadas sem potássio.

Barbosa et al. (1989) verificaram que lagartas de *S. frugiperda* que se alimentaram de folhas de milho adubadas com zinco apresentaram ciclo biológico mais longo e peso menor de larvas e pupas, quando comparados com a testemunha.

O nitrogênio é outro mineral que apresenta influência na relação inseto-planta. Bethker et al. (1987) observaram que altos níveis de nitrogênio proporcionam aumento no número de pupas e adultos de *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae), em tomateiro. Azeredo, Cassino e Lima (2002) constataram que o aumento da dose de nitrogênio elevou a infestação de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) na cultivar de batata Monalisa, porém, na cultivar Achat a infestação dessa praga diminuiu. Em ambas as cultivares o teor de aminoácidos livres reduziu com o aumento dos níveis de nitrogênio que foram

fornecidos no processo de adubação. Azeredo, Cassino e Lima (2002) constataram, ainda, que o aumento da dose de potássio aumentou a infestação de *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae) nas duas cultivares de batata, porém, enquanto o teor de aminoácidos livres aumentou na cultivar Monalisa esse teor foi reduzido na cultivar Achat. Esses resultados demonstram que diferentes cultivares e pragas podem responder de maneira diferenciada quando se alteram os níveis dos minerais.

Os teores de nitrogênio e fósforo também podem influenciar no desenvolvimento de uma importante praga, o gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), conforme demonstrado por Boiça Júnior et al. (1996). Os autores avaliando a infestação dessa praga, a campo, verificaram maior consumo de grãos de milho produzidos em solos que receberam adubação com nitrogênio e fósforo do que de grãos produzidos em solos na ausência desses minerais.

O teor do alumínio no solo também tem influência sobre os insetos. Oliveira, Parra e Cruz (1990a) constataram que larvas de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de milho, oriundas de solo com baixo teor de alumínio, apresentaram uma redução na duração da fase larval quando comparadas com os demais tratamentos. Além disso, Oliveira, Parra e Cruz (1990b) concluíram que as folhas de milho produzidas em solo com baixo teor de alumínio foram as mais adequadas para *S. frugiperda*, pois foram menos consumidas, melhor digeridas e apresentaram o menor custo metabólico, quando comparadas com os demais tratamentos.

Tão importante quanto os minerais na nutrição das plantas e na sua suscetibilidade aos insetos, são os diferentes meios pelos quais esses minerais são fornecidos às plantas. Nesse sentido, destacam-se a adubação convencional e a orgânica. Smith (1993) comparou os principais minerais de trigo, batata e milho verde, oriundos da agricultura convencional e orgânica, e constatou que, em média, os alimentos orgânicos apresentaram duas vezes mais minerais

que os convencionais.

Cunha et al. (2000), ao avaliarem a infestação de *Empoasca* sp. (Hemiptera: Cicadellidae) em feijoeiros, constataram que os tratamentos que receberam matéria orgânica apresentaram menor número de insetos por planta quando comparados ao tratamento que recebeu adubação mineral.

A disponibilidade de minerais no solo, além de influenciar a composição nutricional das folhas, pode também afetar a composição mineral dos grãos de milho, conforme verificou Ferreira et al. (2001). Os teores das proteínas e dos açúcares dos grãos de milho também podem ser influenciados quando fertilizantes químicos são combinados com compostos orgânicos (SINGARAM; KAMALAKUMARI, 1999).

Visto que, a disponibilidade de minerais no solo influencia na composição mineral das folhas e grãos, e que os insetos de campo respondem às diferenças na qualidade nutricional das plantas, foi proposta esta pesquisa com os objetivos de avaliar se cultivares de milho, plantados sob diferentes sistemas de adubação, afetam o desempenho biológico do gorgulho-do-milho, *S. zeamais*, no grão armazenado e, relacionar a maior ou menor resistência dos materiais ao ataque do inseto com a composição nutricional dos grãos.

## Material e Métodos

A pesquisa foi realizada na área experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), no município de Domingos Martins, Espírito Santo, com uma altitude de 950 m, a 20°20'S e 41°10'W, em 2001. Nessa área estuda-se, desde 1990, os efeitos das adubações orgânica e mineral sobre a produção de diversas culturas em rotação (SOUZA, 1998).

O experimento foi instalado em blocos ao acaso, em número de três, com parcelas subdivididas. Em cada parcela, de 100 m<sup>2</sup>, estudou-se cada um dos quatro sistemas de adubação: T1 = Testemunha (ausência de adubação); T2 = Adubo mineral (no plantio = 75 kg de sulfato de amônio/ha + 111 kg de

superfosfato simples/ha + 34 kg de cloreto de potássio/ha) e em cobertura = 300 kg de sulfato de amônio/ha após 30 dias da emergência das plantas de milho; T3 = Composto orgânico (10 t/ha no plantio e 5 t/ha em cobertura após 30 dias da emergência das plantas de milho) e T4 = T2 + T3. Antes da instalação do experimento realizou-se análise de solo de todas as parcelas. Após essa análise, definiu-se os fertilizantes químicos aplicados nos tratamentos 2 e 4 segundo recomendação de Prezotti (1992).

Em cada subparcela, de 20 m<sup>2</sup>, plantou-se cada uma das cinco cultivares de milho, EMCAPA 201, EMCAPA 202, Composto 1, Composto 2 e AG 405, que após o desbaste resultaram em populações de 50.000 plantas/ha. Os quatro primeiros materiais pertenciam ao INCAPER e o último a AGROCERES.

A amostragem das folhas para análise do teor de minerais foi realizada no período do florescimento feminino (MALAVOLTA, 1992). Foram coletadas 20 folhas de milho, ao acaso em cada subparcela, que foram lavadas e secas em estufa de ventilação forçada a 70°C por 72 horas. Após a moagem do material, avaliou-se o teor de nitrogênio pelo método de Kjeldahl e os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cobre, zinco, manganês e ferro foram obtidos após extração por digestão nítrico-perclórica (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999).

Após a maturação fisiológica dos grãos, as espigas foram colhidas e debulhadas manualmente. A seguir, os grãos foram secos na sombra até as amostras atingirem 13,5% de umidade, sendo esta determinada pelo método da estufa, a 105±5°C, durante 24h (BRASIL, 1992). Após a secagem, os grãos foram armazenados a -20°C, por 30 dias, a fim de eliminar os insetos provenientes do campo (FALEIRO et al., 1995).

Os adultos de *S. zeamais* utilizados nos bioensaios, obtidos da EMBRAPA Milho e Sorgo, foram criados em potes, contendo grãos de milho limpo e seco, e mantidos em temperatura ambiente no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal do Paraná.

Cada amostra de 100 g de grãos foi infestada com 15 fêmeas e 5 machos de *S. zeamais*, com idade entre 7 e 14 dias, por 10 dias, para a cópula e oviposição (DOBIE, 1977). Após esse período, os insetos adultos foram descartados. A identificação da espécie foi feita pelas características da genitália (HALSTEAD, 1963a) e a sexagem pelas características do rostro (HALSTEAD, 1963b). Trinta dias após a infestação avaliou-se, a cada dois dias, o número de adultos emergidos, os quais eram descartados após a contagem. Cada amostra foi armazenada em recipiente plástico de 500 mL com tampa telada, em BOD, a 27±2°C, 70±5% UR e 12 horas de fotofase.

A resistência das cultivares de milho foi avaliada pelo índice de suscetibilidade (IS) (DOBIE, 1977), que é baseado na análise do número de insetos emergidos por dia e no tempo médio de desenvolvimento, após infestação artificial de grãos por *S. zeamais*. Esse índice foi determinado pela equação  $IS = (\ln(\sum x)/T) \times 100$  onde IS = Índice de suscetibilidade, ln = logaritmo neperiano,  $\sum x$  = somatório do número de gorgulhos emergidos em cada cultivar e T = tempo médio gasto para os insetos completarem o ciclo biológico. Sendo esse último calculado pela equação  $T = \sum(xy)/\sum x$  onde x = número de insetos emergidos diariamente e y = número de dias da infestação à emergência.

Além do índice de suscetibilidade, também se avaliou o peso dos gorgulhos adultos e a perda de peso da matéria seca dos grãos provocada pelos adultos e sua progênie. A pesagem dos adultos foi realizada após 24 horas da emergência (TOSCANO et al., 1999). A perda de peso da matéria seca dos grãos foi determinada pela diferença entre o peso da matéria seca inicial e o peso da matéria seca final.

A análise bromatológica foi realizada no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Paraná. Amostras de 100 g de grãos de cada cultivar foram trituradas separadamente até à granulometria máxima de 48 mesh. A partir da farinha

obtida avaliou-se, segundo a metodologia proposta por Lane (2000), a umidade (através de estufa a 105°C), cinzas (pelo método da incineração em mufla a 550°C), lipídios (através do extrator de Soxlet), proteínas (pelo método do semi-micro Kjeldahl) e carboidratos (por diferença, 100% menos a soma dos compostos anteriores). Os resultados obtidos foram expressos em base seca.

As variáveis obtidas foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

## Resultados e Discussão

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados os resultados dos macronutrientes e dos micronutrientes, respectivamente, das folhas das diferentes cultivares de milho. Interpretando os valores dos nutrientes foliares, obtidos nesta pesquisa, de acordo com a classificação proposta por Malavolta (1992), concluiu-se que, para o nitrogênio, as cultivares apresentaram valores médios na ausência de adubação e na adubação orgânica e, nas demais adubações, os valores foram considerados adequados. O teor de fósforo é considerado baixo na ausência e adequado nos demais sistemas. O teor de potássio foi médio na ausência e adequado nos demais sistemas. Os teores de cálcio, magnésio, cobre, manganês e ferro foram adequados em todos os sistemas. Os teores de enxofre foram médios tendendo a baixos na ausência, médios na orgânica e combinada, e na mineral, adequados. Os teores de zinco foram médios tendendo a adequados na adubação mineral e médios nos demais sistemas.

Observa-se na Tabela 1 que os teores de nitrogênio e cálcio não diferiram estatisticamente nem entre os sistemas de adubação e nem entre as cultivares, enquanto o teor de fósforo foi menor na ausência de adubação. O teor de potássio não diferiu nas cultivares Composto 2 e EMCAPA 202 com relação aos sistemas de adubação. Na cultivar

Composto 1, o teor deste nutriente foi menor na ausência de adubação e maior na adubação orgânica, enquanto as cultivares AG 405 e EMCAPA 201 apresentaram menores valores na ausência e maiores nas adubações orgânica e combinada.

O teor de magnésio diferiu e foi menor somente nas cultivares AG 405 e Composto 1, na ausência de adubação e quando comparado com os demais sistemas. Os teores de enxofre das cultivares AG 405, EMCAPA 201 e EMCAPA 202 foram maiores na adubação mineral, provavelmente devido à utilização do sulfato de amônio como fonte de nitrogênio, e menores na ausência de adubação.

Observa-se na Tabela 2 que o teor de cobre não diferiu estatisticamente entre os sistemas de adubação e nem entre as cultivares. Com relação ao zinco, as maiores diferenças entre os sistemas de adubação ocorreram para as cultivares AG 405 e EMCAPA 201 que apresentaram as maiores médias na adubação mineral. As maiores médias nos teores de manganês, de maneira geral, ocorreram na adubação mineral. O teor de ferro não diferiu estatisticamente em relação aos sistemas de adubação, porém, houve diferenças entre cultivares, na ausência e na adubação combinada.

Todas as cultivares apresentaram os menores valores para produção, aproximadamente 3000 kg/ha, na ausência de adubação, e os maiores valores, aproximadamente 8000 kg/ha, na adubação combinada (Tabela 3). Nessa mesma tabela, observa-se que três das cinco cultivares, EMCAPA 202, Composto 1 e 2, apresentaram maiores médias de produção na adubação orgânica quando comparadas com a mineral, enquanto a cultivar AG 405 apresentou comportamento inverso. As cultivares que apresentaram as maiores médias na adubação mineral foram a AG 405, EMCAPA 201 e Composto 1; na adubação orgânica a EMCAPA 202, e na combinada, AG 405 e Composto 1. Na ausência de adubação não houve diferença entre cultivares.

**Tabela 1.** Teores médios (dag/kg) de macronutrientes presentes nas folhas de cultivares de milho submetidos a diferentes sistemas de adubação, em Domingos Martins (ES), 2001.

Cultivares	Sistemas de adubação			
	Ausência	Mineral	Orgânica	Combinada
Nitrogênio				
AG 405	2,86 Aa	3,13 Aa	2,70 Aa	2,90 Aa
EMCAPA 201	3,00 Aa	3,06 Aa	2,83 Aa	3,00 Aa
Composto 1	2,60 Aa	3,13 Aa	2,90 Aa	2,93 Aa
Composto 2	2,70 Aa	3,03 Aa	2,83 Aa	2,90 Aa
EMCAPA 202	2,66 Aa	3,13 Aa	2,80 Aa	3,06 Aa
C.V. (%)	7,12			
Fósforo				
AG 405	0,19 Ba	0,27 Aa	0,31 Aa	0,33 Aa
EMCAPA 201	0,19 Ba	0,29 Aa	0,29 Aa	0,31 Aa
Composto 1	0,21 Ba	0,27 ABa	0,32 Aa	0,31 Aa
Composto 2	0,19 Ba	0,28 Aa	0,32 Aa	0,34 Aa
EMCAPA 202	0,17 Ca	0,27 Ba	0,32 ABa	0,34 Aa
C.V. (%)	8,89			
Potássio				
AG 405	1,63 Ba	2,35 ABa	2,83 Aa	2,78 Aa
EMCAPA 201	1,71 Ba	2,28 ABa	2,53 Aa	2,68 Aa
Composto 1	1,93 Ba	2,18 ABa	2,70 Aa	2,50 ABa
Composto 2	1,76 Aa	2,18 Aa	2,40 Aa	2,45 Aa
EMCAPA 202	2,05 Aa	2,26 Aa	2,75 Aa	2,60 Aa
C.V. (%)	11,78			
Cálcio				
AG 405	0,57 Aa	0,74 Aa	0,59 Aa	0,57 Aa
EMCAPA 201	0,60 Aa	0,75 Aa	0,64 Aa	0,66 Aa
Composto 1	0,66 Aa	0,64 Aa	0,59 Aa	0,58 Aa
Composto 2	0,62 Aa	0,64 Aa	0,60 Aa	0,59 Aa
EMCAPA 202	0,52 Aa	0,70 Aa	0,59 Aa	0,66 Aa
C.V. (%)	13,02			
Magnésio				
AG 405	0,37 Aa	0,22 Ba	0,26 ABa	0,21 Ba
EMCAPA 201	0,28 Aa	0,24 Aa	0,28 Aa	0,25 Aa
Composto 1	0,38 Aa	0,23 Ba	0,23 Ba	0,24 Ba
Composto 2	0,29 Aa	0,25 Aa	0,27 Aa	0,28 Aa
EMCAPA 202	0,30 Aa	0,26 Aa	0,24 Aa	0,27 Aa
C.V. (%)	17,59			
Enxofre				
AG 405	0,9 Ba	0,18 Aa	0,12 Ba	0,13 ABa
EMCAPA 201	0,9 Ca	0,17 Aa	0,11 BCa	0,15 ABa
Composto 1	0,11 Aa	0,14 Aa	0,11 Aa	0,14 Aa
Composto 2	0,11 Aa	0,16 Aa	0,15 Aa	0,15 Aa
EMCAPA 202	0,11 Ba	0,17 Aa	0,13 ABa	0,13 ABa
C.V. (%)	15,79			

As médias de cada variável seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

**Tabela 2.** Teores médios (mg/kg) de micronutrientes presentes nas folhas de cultivares de milho, submetidos a diferentes sistemas de adubação, em Domingos Martins (ES), 2001.

Cultivares	Sistemas de adubação			
	Ausência	Mineral	Orgânica	Combinada
<b>Cobre</b>				
AG 405	8,33 Aa	13,00 Aa	11,66 Aa	10,00 Aa
EMCAPA 201	8,33 Aa	11,33 Aa	11,33 Aa	13,33 Aa
Composto 1	11,66 Aa	9,66 Aa	10,00 Aa	11,33 Aa
Composto 2	8,33 Aa	10,33 Aa	11,33 Aa	13,00 Aa
EMCAPA 202	11,66 Aa	12,33 Aa	12,33 Aa	12,33 Aa
C.V. (%)	17,80			
<b>Zinco</b>				
AG 405	13,33 Bab	21,00 Aa	13,66 Ba	13,00 Ba
EMCAPA 201	10,33 Bb	15,66 Ab	10,66 Ba	10,00 Ba
Composto 1	11,66 Ab	14,33 Ab	11,00 Aa	11,66 Aa
Composto 2	16,66 Aa	15,00 ABb	11,66 Ba	12,00 ABa
EMCAPA 202	13,33 Aab	14,00 Ab	13,33 Aa	11,00 Aa
C.V. (%)	13,30			
<b>Manganês</b>				
AG 405	59,00 Ba	104,00 Aa	50,00 Ba	46,00 Bb
EMCAPA 201	51,66 Ba	111,33 Aa	50,66 Ba	74,00 Ba
Composto 1	70,00 ABa	97,33 Aa	51,66 Ba	59,66 Bab
Composto 2	69,66 Ba	111,33 Aa	65,33 Ba	61,00 Bab
EMCAPA 202	54,00 Ba	87,00 Aa	55,33 Ba	60,66 ABab
C.V. (%)	15,23			
<b>Ferro</b>				
AG 405	126,33 Ab	130,33 Aa	120,66 Aa	132,66 Aab
EMCAPA 201	115,33 Ab	126,00 Aa	119,00 Aa	110,33 Ab
Composto 1	146,33 Aab	147,66 Aa	114,66 Aa	133,33 Aab
Composto 2	183,66 Aa	157,00 Aa	140,00 Aa	165,33 Aa
EMCAPA 202	125,66 Ab	128,33 Aa	115,00 Aa	141,66 Aab
C.V. (%)	15,21			

As médias de cada variável seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

**Tabela 3.** Produção de cultivares de milho (kg/ha) sob diferentes sistemas de adubação, em Domingos Martins (ES), 2001.

Cultivares	Sistemas de adubação			
	Ausência	Mineral	Orgânica	Combinada
AG 405	3258,85 Da	7072,43 Ba	6516,94 Cc	8150,37 Aa
EMCAPA 201	3085,50 Ca	7002,98 Ba	7292,19 Bb	7980,98 Aab
Composto 1	3228,05 Da	6980,78 Ca	7537,87 Bab	8197,90 Aa
Composto 2	2927,78 Ca	6050,55 Bb	7225,50 Ab	7303,05 Ac
EMCAPA 202	3158,82 Ca	6383,70 Bb	7892,09 Aa	7594,94 Abc
C.V. (%)	2,70			

As médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

As elevadas produções das cultivares no sistema de adubação orgânica são semelhantes aos valores encontrados por Souza (1998), que também menciona que os custos de produção do milho orgânico não diferem do convencional.

A umidade do grão não diferiu entre os sistemas de adubação nem entre as cultivares (Tabela 4). Nessa mesma tabela observa-se que os maiores

valores médios para a porcentagem de cinzas ocorreram nas adubações orgânica e combinada, indicando que nesses sistemas os grãos apresentaram um maior teor de minerais quando comparados aos grãos da adubação mineral e na ausência de adubação. Smith (1993), ao avaliar o teor de minerais de alimentos orgânicos e convencionais, verificou que aqueles apresentaram valores mais altos que estes.

**Tabela 4.** Componentes nutricionais (em porcentagem) dos grãos de cultivares de milho, produzidos sob diferentes sistemas de adubação, para a avaliação da resistência a *Sitophilus zeamais*, em Domingos Martins (ES), 2001.

Cultivares	Sistemas de adubação			
	Ausência	Mineral	Orgânica	Combinada
Umidade				
AG 405	13,45 Aa	13,42 Aa	13,54 Aa	13,51 Aa
EMCAPA 201	13,32 Aa	13,35 Aa	13,54 Aa	13,24 Aa
Composto 1	13,55 Aa	13,99 Aa	13,40 Aa	13,44 Aa
Composto 2	13,54 Aa	13,77 Aa	13,68 Aa	13,47 Aa
EMCAPA 202	13,96 Aa	13,67 Aa	13,37 Aa	13,30 Aa
C.V. (%)	2,59			
Cinzas (bs) <sup>1</sup>				
AG 405	1,08 Ba	1,13 Bb	1,23 Aa	1,22 Aa
EMCAPA 201	1,07 Ba	1,20 Aa	1,25 Aa	1,24 Aa
Composto 1	1,04 Ca	1,11 Bb	1,22 Aa	1,22 Aa
Composto 2	1,07 Ca	1,15 Bab	1,27 Aa	1,25 Aa
EMCAPA 202	1,03 Ca	1,14 Bb	1,24 Aa	1,25 Aa
C.V. (%)	2,00			
Lipídios (bs)				
AG 405	4,66 Cc	5,02 Bc	4,67 Cd	5,62 Ab
EMCAPA 201	5,16 Ab	5,23 Ab	4,87 Bc	5,33 Ac
Composto 1	4,31 Cd	5,16 Bbc	5,82 Aa	5,21 Bcd
Composto 2	5,77 Ba	5,41 Ca	4,92 Dc	6,14 Aa
EMCAPA 202	3,81 Be	5,09 Abc	5,17 Ab	5,12 Ad
C.V. (%)	1,34			
Proteínas (bs)				
AG 405	8,76 Ca	9,97 Bc	9,69 Be	10,67 Ac
EMCAPA 201	7,88 Cc	11,68 Aa	11,23 Bb	11,56 ABa
Composto 1	8,24 Cb	10,59 Bb	10,56 Bc	11,33 Aab
Composto 2	8,31 Db	9,52 Cd	10,18 Bd	10,67 Ac
EMCAPA 202	7,17 Dd	10,24 Cc	11,62 Aa	11,12 Bb
C.V. (%)	1,46			
Carboidratos (bs)				
AG 405	72,03 Abc	70,44 Ba	70,85 Ba	68,96 Ca
EMCAPA 201	72,55 Ab	68,52 Bc	69,10 Bbc	68,61 Ba
Composto 1	72,84 Ab	69,14 Bbc	68,98 Bc	68,78 Ba
Composto 2	71,30 Ac	70,13 Ba	69,92 Bb	68,45 Ca
EMCAPA 202	74,01 Aa	69,85 Bab	68,59 Cc	69,19 BCa
C.V. (%)	0,55			

As médias de cada variável seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5%. <sup>1</sup> base seca

As menores porcentagens de cinzas, e provavelmente de minerais, ocorreram na ausência de adubação, devido à menor disponibilidade de minerais no solo, pois, segundo Ferreira et al. (2001), a disponibilidade de minerais no solo influencia a composição mineral foliar e esta, por sua vez, a composição mineral dos grãos de milho.

Três das cinco cultivares, AG 405, Composto 1 e EMCAPA 202, apresentaram as menores médias para porcentagem de lipídios na ausência de adubação (Tabela 4), indicando que a disponibilidade de minerais no solo pode influenciar na produção de lipídios.

As cinco cultivares apresentaram as menores porcentagens de proteínas na ausência de adubação (Tabela 4). Com exceção da cultivar EMCAPA 202, todas as outras cultivares apresentaram as maiores médias para proteínas na adubação combinada, semelhante aos resultados encontrados por Singaram e Kamalakumari (1999). Esses autores estudaram o efeito de diversas formas de adubações sobre as qualidades nutricionais de grãos de milho, e verificaram que o tratamento que combinou NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) com composto orgânico proporcionou os maiores teores de proteínas e açúcares totais.

As cinco cultivares apresentaram as maiores porcentagens de carboidratos na ausência de adubação (Tabela 4). As menores médias para carboidratos foram nas cultivares AG 405 e Composto 2, na adubação combinada.

Os parâmetros biológicos de *S. zeamais* usados como referência para analisar a resistência das cultivares são apresentados na Tabela 5. Observa-se que não houve diferença estatística entre os sistemas de adubação e nem entre as cultivares para a variável ciclo biológico. Isso indica que em nenhuma das cultivares as larvas tiveram seu desenvolvimento afetado por características intrínsecas do grão.

Com relação ao número de *S. zeamais* emergidos, verifica-se que as principais diferenças significativas ocorreram para a cultivar EMCAPA 201 que

apresentou um número médio de 164 insetos na ausência e 104,6 na adubação mineral e para a cultivar Composto 1, 169,6 insetos na mineral e 112,6 na ausência de adubação (Tabela 5). Visto que somente essas duas cultivares, nesses dois sistemas, apresentaram diferenças significativas, conclui-se, que de maneira geral, o número de insetos emergidos das cultivares não foi influenciado pelos sistemas de adubação.

Boiça Júnior et al. (1996) estudaram o efeito de diferentes associações de adubação NPK, em diferentes genótipos de milho, com relação aos danos provocados por *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) em espigas e com a infestação dos grãos por *S. zeamais*, a campo. Os autores observaram que o comprimento da galeria provocada por *H. zea* não foi influenciado pelos sistemas de adubação e nem pelos genótipos. Além disso, verificaram maior infestação de *S. zeamais* nos tratamentos com aplicação de fósforo quando comparados com a ausência de aplicação, porém, esse resultado foi observado em apenas um dos genótipos estudados.

Osuna et al. (1989), ao avaliarem os danos provocados em espigas por *H. zea* em genótipos de milho submetidos a adubação orgânica e convencional, não encontraram diferença entre os genótipos e nem entre os sistemas de adubação. Zucato Filho et al. (1986) avaliaram a infestação de *Caliothrips brasiliensis* (Morgan) (Thysanoptera: Thripidae), *Empoasca* sp. (Hemiptera: Cicadellidae) e *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) em feijoeiros submetidos a adubação orgânica e mineral, e também não encontraram qualquer diferença na infestação dessas pragas com relação aos sistemas de adubação.

Creamer et al. (1996), ao avaliarem a infestação de insetos pragas em quatro sistemas de produção de tomate, convencional, plantio direto, orgânico e ausência de adubação, concluíram que não houve diferença entre os tratamentos.

**Tabela 5.** Ciclo biológico de *Sitophilus zeamais*, adultos emergidos, índice de suscetibilidade, peso dos adultos e perda de peso da matéria seca dos grãos, obtidos nos cultivares de milho, a 27±1°C, 75±5% UR e 12 horas de fotofase.

Cultivares	Sistemas de adubação			
	Ausência	Mineral	Orgânica	Combinada
Ciclo biológico (dias)				
AG 405	50,76 Aa	52,97 Aa	54,90 Aa	52,23 Aa
EMCAPA 201	49,73 Aa	51,03 Aa	52,86 Aa	52,50 Aa
Composto 1	49,75 Aa	51,41 Aa	53,93 Aa	52,16 Aa
Composto 2	51,58 Aa	50,02 Aa	53,23 Aa	51,40 Aa
EMCAPA 202	50,57 Aa	51,89 Aa	51,43 Aa	50,73 Aa
C.V. (%)	3,07			
Adultos emergidos				
AG 405	130,00 Aab	119,66 Ab	103,66 Aa	119,33 Aa
EMCAPA 201	164,00 Aa	104,66 Bb	118,00 ABa	123,00 ABa
Composto 1	112,66 Bb	169,66 Aa	129,00 ABa	137,00 ABa
Composto 2	148,66 Aab	145,33 Aab	113,66 Aa	126,00 Aa
EMCAPA 202	146,66 Aab	100,33 Ab	108,66 Aa	120,33 Aa
C.V. (%)	15,62			
Índice de suscetibilidade				
AG 405	9,57 Aa	9,02 Aab	8,45 Aa	9,14 Aa
EMCAPA 201	10,23 Aa	9,12 ABab	9,02 Ba	9,15 ABa
Composto 1	9,48 Aa	9,97 Aa	9,01 Aa	9,42 Aa
Composto 2	9,70 Aa	9,96 Aa	8,87 Aa	9,40 Aa
EMCAPA 202	9,85 Aa	8,90 Ab	9,09 Aa	9,43 Aa
C.V. (%)	4,82			
Peso dos adultos (mg)				
AG 405	2,98 Aa	3,01 Aa	2,96 Aa	3,08 Aa
EMCAPA 201	3,09 Aa	2,95 Aa	3,08 Aa	2,94 Aa
Composto 1	3,01 Aa	3,01 Aa	3,04 Aa	2,98 Aa
Composto 2	2,78 Aa	2,96 Aa	2,98 Aa	2,98 Aa
EMCAPA 202	2,97 Aa	2,95 Aa	3,04 Aa	2,98 Aa
C.V. (%)	3,33			
Perda de peso da matéria seca dos grãos (g)				
AG 405	5,18 Aa	4,49 Ab	4,60 Aa	4,87 Aa
EMCAPA 201	5,51 Aa	4,41 Ab	4,69 Aa	4,82 Aa
Composto 1	4,50 Aa	5,59 Aa	5,24 Aa	5,10 Aa
Composto 2	4,63 Aa	5,34 Aab	5,09 Aa	4,76 Aa
EMCAPA 202	5,13 Aa	4,55 Aab	4,79 Aa	4,77 Aa
C.V. (%)	9,16			

As médias de cada variável seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Observando-se os índices de suscetibilidade apresentados na Tabela 5, verifica-se que, de maneira geral, a resistência das cultivares a *S. zeamais* não foi influenciada pelos sistemas de adubação. A principal diferença foi observada para a cultivar EMCAPA 201 que se mostrou mais suscetível na ausência de adubação e mais resistente na adubação orgânica.

Singaram e Kamalakumari (1999) mostraram que a aplicação de matéria orgânica aumentou o teor de fenólicos em grãos de milho. Os fenólicos são compostos de defesa das plantas contra o ataque de insetos, e diversos estudos já demonstraram que esses compostos têm um papel importante na resistência de grãos de milho ao ataque de *S. zeamais* (SERRATOS et al., 1993; ARNASON et al., 1994;

RAMPUTH et al., 1999). Nesse sentido, existe a possibilidade da cultivar EMCAPA 201 ter produzido maior teor de fenólicos na adubação orgânica do que na ausência e, dessa forma, manifestar uma maior resistência com relação ao *S. zeamais*. Porém, para validar essa hipótese, estudos mais profundos devem ser realizados, com diversas cultivares, no sentido de avaliar a influência da adubação orgânica na produção de fenólicos e na resistência dos grãos ao ataque de *S. zeamais*.

Com relação ao peso dos adultos, observa-se que não houve qualquer diferença estatística, nem entre os sistemas de adubação e nem entre as cultivares (Tabela 5). É provável que, mesmo na ausência de adubação, os grãos apresentem os requisitos nutricionais básicos e essenciais para o desenvolvimento de *S. zeamais*. Toscano et al. (1999) verificaram diferenças entre o peso de adultos de *S. zeamais* emergidos em genótipos de milho, porém, nesse estudo, os autores possuíam materiais de diferentes empresas, com bases genéticas mais amplas, o que permitiu a detecção de diferenças nas variáveis avaliadas e, conseqüentemente, na resistência.

Com relação à perda de peso de matéria seca dos grãos, as únicas diferenças estatísticas ocorreram na adubação mineral e, particularmente, entre a cultivar Composto 1 (5,59 g) e as cultivares AG 405 (4,49 g) e EMCAPA 201 (4,41 g) (Tabela 5). Essas diferenças ocorreram, provavelmente, devido ao número de insetos emergidos que foi maior na cultivar Composto 1 e menor nas outras duas cultivares.

Apesar das diferenças nutricionais apresentadas pelas cultivares nos sistemas de adubação não terem influenciado na resistência dos grãos secos ao ataque de *S. zeamais*, futuros estudos poderiam incluir cultivares com bases genéticas mais distintas das que foram utilizadas no presente estudo, para que se possa compreender melhor a relação entre a nutrição da cultura do milho e sua resistência ao ataque por *S. zeamais*.

## Conclusões

Os índices de suscetibilidade evidenciam que os sistemas de adubação não influenciam na resistência ao ataque de *S. zeamais*.

A biologia de *S. zeamais* não é afetada pelas características nutricionais das cultivares avaliadas, evidenciando que a composição nutricional dos grãos não tem influência na resistência do grão a esta espécie de inseto de milho armazenado.

Os sistemas de adubação influenciam na produção das cultivares de milho, sendo que, a ausência de adubação resulta em baixa produção, enquanto que a adubação combinada apresenta maior produção de grãos.

Os sistemas de adubação influenciam na composição nutricional dos grãos, com os teores de cinzas, lipídios e proteínas maiores no sistema de adubação combinada, enquanto que o teor de carboidratos é menor nesse sistema.

## Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo para o primeiro autor.

Este estudo é a contribuição número 1519 do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná.

## Referências

- ARNASON, J. T.; BAUM, B.; GALE, J.; LAMBERT, J. D. H.; BERGVINSON, D.; PHILOGENE, B. J. R.; SERRATOS, J. A.; MIHM, J.; JEWELL, D. C. Variation in resistance of Mexican landraces of maize to maize weevil *Sitophilus zeamais*, in relation to taxonomic and biochemical parameters. *Euphytica*, Wageningen, v.74, p.227-236, 1994.
- AZEREDO, E. H.; CASSINO, P. C. R.; LIMA, E. Avaliação da infestação de insetos-praga associados à batata (*Solanum tuberosum* L.) sob efeito de nutrientes nitrogenados e potássicos e teores acumulados de aminoácidos livres nos cultivares Achat e Monalisa. *Revista Brasileira de Entomologia*, Curitiba, v.46, n.1, p.7-14, 2002.

- BARBOSA, L. J.; ROSSI, C. E.; CALAFIORI, M. H.; TEIXEIRA, N. T. Efeito de zinco, em milho (*Zea mays* L.) sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797). *Ecosistema*, Espírito Santo do Pinhal, v.14, p.142-149, 1989.
- BETHKER, J. A.; PARRELA, M. P.; TRUMBLE, J. T.; TOSCANO, N. C. Effect of tomato cultivar and fertilizer regime on survival of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v.30, p.200-203, 1987.
- BOIÇA JÚNIOR, A. L.; LARA, F. M.; LUCCIN, L. M.; COSTA, G. M. Avaliação dos efeitos da adubação em genótipos de milho sobre a incidência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) e *Sitophilus zeamais* Mots., 1855. *Cultura Agrônômica*, Ilha Solteira, v.5, n.1, p.39-50, 1996.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, 1992.
- 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). *Ecosistema*, Espírito Santo do Pinhal, v.9, p.95-100, 1984.
- CHABOUSSOU, F. La trophobiose et la protection de la plante. *Revue des Questions Scientifiques*, Bruxelas, v.143, p.175-208, 1972.
- CREAMER, N. G.; BENNETT, M. A.; STINNER, B. R.; CARDINA, J. A comparison of four processing tomato production systems differing in cover crop and chemical inputs. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.121, n.3, p.559-568, 1996.
- CUNHA, A. O.; SILVA, V. F.; SILVA, A. P.; ALMEIDA, F. A.; ARAÚJO, E.; BRUNO, G. B. Intensidade de pragas e doenças em feijão massacar cultivado em sistemas orgânicos e convencionais. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.18, p.440-442, 2000.
- DOBIE, P. The contribution of the tropical stored products centre to the study of insect resistance in stored maize. *Tropical Stored Products Information Great Britain*, Berkshire, v.34, p.7-22, 1977.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: EMBRAPA, 1999.
- FALEIRO, F. G.; PIKANÇO, M.; MIRANDA, M. M. M.; ARAÚJO, J. M.; SARAIVA, L. S. Resistência de 49 populações de milho a *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, v.20, p.17-21, 1995.
- FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A. Características agrônômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.58, n.1, p.131-138, 2001.
- HALSTEAD, D. G. H. The separation of *Sitophilus oryzae* (L.) and *S. zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), with a summary of their distribution. *Entomologist's Monthly Magazine*, London, v.99, p.72-74, 1963a.
- HALSTEAD, D. G. H. External sex differences in stored products Coleoptera. *Bulletin of Entomological Research*, London, v.54, p.119-134, 1963b.
- LANE, R. H. Cereal foods. In: HORWITZ, W. (Ed.). *Official methods of analysis of AOAC international*. Gaithersburg: AOAC INTERNATIONAL, 2000. p.1-58.
- MALAVOLTA, E. *ABC da análise de solos e folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992.
- MOREIRA, A. N.; OLIVEIRA, J. V.; HAJI, F. N. P.; PEREIRA, J. R. Efeito de diferentes níveis de NPK na infestação de *Aculops lycopersici* (Masse) (Acari: Eriophyidae), em tomateiro no Submédio do Vale do São Francisco. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v.28, n.2, p.275-284, 1999.
- OLIVEIRA, L. J.; PARRA, J. R. P.; CRUZ, I. Biologia da lagarta-do-cartucho em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.2, p.157-166, 1990a.
- OLIVEIRA, L. J.; PARRA, J. R. P.; CRUZ, I. Nutrição quantitativa de lagarta-do-cartucho em milho cultivado para três níveis de alumínio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.2, p.235-241, 1990b.
- OSUNA, J. A.; ARAÚJO, J. A. C.; ARAÚJO, S. M. C.; BORTOLI, S. A.; BANZATTO, D. A.; MACEDO, E. C. Danos de *Heliothis zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) sob efeito de adubos orgânico e mineral, em três genótipos de milho. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v.18, p.131-138, 1989.
- PREZOTTI, L. C. *Recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo (3ª aproximação)*. Vitória: EMCAPA, 1992.
- RAMPUTH, A.; TESHOME, A.; BERGVINSON, D. J.; NOZZOLILLO, C.; ARNASON, J. T. Soluble phenolic content as an indicator of sorghum grain resistance to *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*, Oxon, v.35, p.57-64, 1999.

- SERRATOS, J. A.; BLANCO-LABRA, A.; MIHM, J. A.; PIETRZAK, L.; ARNASON, J. T. Generation means analysis of phenolic compounds in maize grain and susceptibility to maize weevil *Sitophilus zeamais* infestation. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.71, p.1176-1181, 1993.
- SINGARAM, P.; KAMALAKUMARI, K. Effect of continuous manuring and fertilization on maize grain quality and nutrient soil enzyme relationship. *Madras Agricultural Journal*, Coimbatore, v.86, n.1-3, p.51-54, 1999.
- SMITH, B. L. Organic foods vs supermarket foods: element levels. *Journal of Applied Nutrition*, Asheville, v.45, n.1, p.35-39, 1993.
- SOUZA, J. L. *Agricultura orgânica: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis*. Domingos Martins: EMCAPA, 1998.
- TOSCANO, L. C.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; LARA, F. M.; WAQUIL, J. M. Resistência e mecanismos envolvidos em genótipos de milho em relação ao ataque do gorgulho, *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v.28, n.1, p.141-146, 1999.
- ZUCATO FILHO, R.; FONSECA, M.; CALAFIORI, M. H.; TEIXEIRA, N. T. Influência de adubação orgânica e mineral sobre a população de pragas do feijão, *Phaseolus vulgaris* L. (Fase II). *Ecossistema*, Espírito Santo do Pinhal, v.11, p.110-115, 1986.