

FONTES DE RESISTÊNCIA EM GENÓTIPOS DE MILHO À LAGARTA DA ESPIGA, *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lep.: Noctuidae)*.

*Sources of resistance in corn genotypes to the earworm (*Helicoverpa zea*)*

João Ferreira Antero Neto**
Francisco Valter Vieira***
Francisco Célio Guedes Almeida***
José Ferreira Alves***

RESUMO

*A pesquisa foi desenvolvida em Maracanaú, Ceará, Brasil, objetivando a identificação de fontes de resistência à lagarta da espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lep.: Noctuidae), em dez genótipos de milho: Centralmex, Dentado Composto, Flint Composto, CMS 04, Amarillo del Bajío, Azteca, BA-II-Cristal, Crioulo de Roraima, PE-I-Moroti e CE-I-Cateto. Para estudo da interação genótipos/lagarta da espiga, aproveitou-se da infestação natural de *H. zea* e procedeu-se à mensuração dos danos causados às espigas, por meio de uma escala centimétrica de notas, baseada na ocorrência ou não de áreas desprovidas de grãos. Os graus de infestação de lagartas de *H. zea* foram correlacionados com altura da espiga, comprimento da espiga, diâmetro da espiga e produção de grãos. Alguns resultados revelaram que os genótipos Dentado Composto, Centralmex, CMS 04, Flint Composto e Azteca superaram os demais em produtividade, não se correlacionando, porém, este parâmetro com o resultado da interação genótipos/lagarta da espiga. Dentre os genótipos menos danificados, relativamente, por *H. zea*, o milho Dentado Composto, inclusive por haver sido mais produtivo, manifestou uma tendência de maior resistência a essa espécie, não diferindo significativamente dos outros genótipos. Ainda no tocante ao ataque de *H. zea*, as plantas de milho comportaram-se de maneira semelhante, inclusive o Flint Composto, que apresentou, no entanto, dano médio relativamente menor. Constatou-se correlação negativa e significativa entre danos de *H. zea* e diâmetro da espiga, porém, não significativa entre os danos dessa praga e produção de grãos, mostrando uma tendência a serem mais produtivos os genótipos menos danificados por essa praga.*

PALAVRAS CHAVE: *Milho, *Helicoverpa zea*, resistência a pragas.*

SUMMARY

*This research was carried out in Maracanaú, Ceara, Brazil, in order to identify the sources of resistance to the corn earworm, *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850), in ten corn genotypes, e.g., "Centralmex", "Dentado Composto", "Flint Composto", "CMS 04", "Amarillo del Bajío", "Azteca", "BA-II-Cristal", "Crioulo de Roraima", "PE-I-Moroti" and "CE-I-Cateto". Natural infestations of the insect supraferrered were used to estimate the interaction among plant genotypes and this insect pest. *Helicoverpa zea* damage was measured on a centimeter scale based on the extension of the kernel losses at the tip of the cob. The degree of infestation on corn plant by *H. zea* larvae was correlated to ear height, ear length, ear diameter, and productivity. It was observed that the genotypes "Dentado Composto", "Centralmex", "CMS 04", "Flint Composto" and "Azteca" were more productive than the other ones. However, the yield parameter was not related to the interaction among plant genotypes and the corn pest. The "Dentado Composto" exhibited the highest productivity and tended to show more resistance to this insect pest. In respect to the *H. zea* damage, the corn plants behaved similarly, however the "Flint Composto" produced the smallest insect injury average. The relationship of *H. zea* injury and ear diameter was significantly negative, but no significant effects were detected on yield. Corn genotypes less damaged by the corn earworm displayed a tendence to give the highest productivity.*

KEY-WORDS: *maize, *Helicoverpa zea*, pest resistance.*

* Extraído da Dissertação de Mestrado em Agronomia, apresentada pelo primeiro autor, ao Centro de Ciências Agrárias da UFC

** Eng. Agr., M.S., Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE) - Av. Rui Barbosa, 1246. CEP 60115-221, Fortaleza-CE.

*** Professores do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará e Pesquisadores do CNPq.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho, *Zea mays L.*, a despeito de sua importância como fonte energética na dieta alimentar da população rural nordestina, especialmente do Ceará, não tem recebido, por parte dos agricultores, o tratamento adequado no controle de insetos-pragas, que atacam a gramínea em condições de campo.

Dentre as pragas nocivas ao milho, a lagarta da espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850), é uma das mais importantes, cuja infestação, consoante ROSSETO¹⁹, além do prejuízo direto à formação da espiga e qualidade dos grãos, favorece, de modo geral, o dano de outras pragas, tais como, o gorgulho e a traça, depreciando o grão em condições de armazenamento.

KANIUKA¹⁰ considera *H. zea* uma das mais relevantes pragas do milho nos Estados Unidos, uma vez que os prejuízos causados por essa espécie atingem até 14% em milho doce. No Brasil, CARVALHO⁴ verificou danos de 8,30% nas espigas, sendo 2,09% devidos a grãos comidos, 1,99% a grãos podres e 4,30% a falhas, por causa da alimentação nos estilos-estigmas. Ainda, segundo CARVALHO⁵, os danos de *H. zea* à espiga de milho diminuem a produção de grãos, pois ao alimentar-se dos estilos-estigmas a lagarta pode impedir a fertilização, surgindo, em consequência, falhas nas espigas. De conformidade com BASTOS³, a lagarta da espiga, *H. zea*, se apresenta atacando a espiga no estágio de milho verde e alimentando-se dos grãos leitosos.

ROSSETO¹⁹ encontrou ganhos de resistência nas populações de Azteca e Maya para *Sitophilus zeamais* e *Sitotroga cerealella*, mas não constatou ganhos aparentes em relação à *H. zea* e não houve ganhos na população de Cateto para nenhuma das 3 pragas estudadas. WISEMAN *et alii*²³ descobriram que as linhas de milho, classificadas como resistentes ao dano de espiga, possuem a tolerância como um mecanismo de resistência a *H. zea*, tendo os híbridos resistentes suportado níveis de infestação que danificam seriamente híbridos suscetíveis.

No estudo dos caracteres das plantas e das espigas de milho, relacionados direta ou indiretamente com *H. zea*, PAINTER¹⁶ admitiu a existência de 12 caracteres, sendo que 10, dentre tais características, eram de pouca importância e atribuídas mais às condições ambientais. FERREIRA⁹ considerou 13 características das plantas, encontrando, no entanto, apenas cinco das variáveis estudadas que influenciaram o dano de *H. zea*, de modo significativo, embora não tivessem relação direta com a injúria.

Face ao elevado custo do emprego de inseticida para o controle de pragas, faz-se necessária a identificação de cultivares resistentes ou que apresentem um razoável grau de tolerância a *H. zea*, pois, além de ser uma prática de baixo custo para o agricultor, não onera o custo de produção, não

cria resíduos tóxicos e não prejudica o balanço entre os insetos e seus inimigos naturais.

O objetivo deste trabalho traduz-se no estudo da influência de *H. zea* sobre a produtividade da gramínea, entre dez genótipos de milho, e na identificação de possíveis fontes de resistência à lagarta da espiga do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio, instalado no município de Maracanaú, Ceará, em área experimental pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE), em solos aluviais eutróficos, constou de 10 tratamentos representados pelos seguintes genótipos: “Centralmex”, “Dentado Composto”, “Flint Composto”, “CMS 04”, “Amarillo del Bajío”, “Azteca”, “BA-II-Cristal”, “Crioulo de Roraima”, “PE-I-Moroti” e “CE-I-Cateto”. O preparo da área e plantio foram efetuados, coincidindo com a estação invernal no Estado do Ceará, em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, cujas parcelas constaram de 60 plantas, distribuídas no espaçamento de 1,0 m x 0,5 m em três fileiras de cinco metros, sendo que apenas a fileira central compunha a área útil. Logo após a semeadura, procedeu-se à adubação, de acordo com as quantidades indicadas pela análise do solo. Como tratamentos culturais, a área experimental recebeu três capinas e desbaste aos 20 dias de germinação da gramínea, ficando 2 plantas por cova e 16 plantas por área útil. O estudo da interação genótipo/lagarta da espiga efetuou-se através da infestação natural da praga.

Levantamento dos dados do milho

Em função dos parâmetros relacionados com os danos de *H. zea*, efetuou-se a coleta dos dados do milho, inicialmente, em condições de campo, abrangendo a altura da espiga e cor do estilo-estigma. A altura da espiga foi medida do solo às extremidades das brácteas da espiga, cuja altura média foi conseguida pela média aritmética das medições efetuadas nas cinco plantas por parcela, previamente etiquetadas ao acaso, aos 14 dias após a germinação. A cor do estilo-estigma foi registrada pelas colorações vermelha, rósea e verde, com respaldo em FERREIRA⁹. As cores verde e vermelha foram bem definidas, enquanto a cor rósea abrangeu uma série de tonalidades intermediárias. A relação da cor dos estilos-estigmas com o dano das lagartas de *H. zea* nas espigas foi estudada pela comparação média de dano causado às espigas que tinham estilos-estigmas verdes, róseos e vermelhos. Utilizaram-se 200 espigas, nas quais a coloração dos estilos-estigmas havia sido observada no dia do seu aparecimento.

Efetuada a colheita das cinco plantas de cada parcela, as espigas foram despalhadas e avaliadas em laboratório, no total

de 200 (duzentas) espigas. Quando as espigas ainda se encontravam no estágio de milho verde, fez-se uma coleta de amostras (uma espiga por parcela), no total de 40 espigas, com vistas à identificação do complexo da lagarta, *Spodoptera frugiperda* e *H. zea*. No material coletado e examinado, apenas 10% se apresentaram atacados por lagartas de *S. frugiperda*, alimentando-se dos grãos leitosos, e cuja identidade específica, inclusive de *H. zea*, foi confirmada com base no trabalho de BASTOS³. Tendo em vista a predominância ou mesmo a grande superioridade da incidência de *H. zea* nas espigas dos genótipos avaliados, o estudo se restringiu ao ataque desta praga.

Para efeito de avaliação dos danos causados à espiga pelas lagartas de *H. zea*, usou-se uma escala centimétrica de notas revisada por WIDSTROM²⁰, com adaptações de CARVALHO⁴, a seguir discriminada: **nota 1** - dano até 1 cm abaixo da ponta da espiga; **nota 2** - dano até 2 cm abaixo da ponta da espiga; **nota n** - dano até n cm abaixo da ponta da espiga. O nível médio da injúria causada à espiga foi obtido pela média aritmética das avaliações realizadas nas cinco espigas de cada parcela.

Comprimento da espiga: obtido pela mensuração dos grãos da base aos grãos da extremidade superior da espiga.

Diâmetro da espiga: medido sobre os grãos, abaixo 5 cm da ponta da espiga.

Número de grãos por espiga: obtido através da contagem de grãos sadios e danificados, provenientes das cinco espigas de cada parcela.

Peso de grãos: estabeleceu-se a estimativa da produção total, em função da área ocupada pelas cinco plantas por parcela (2,5m²) e no cálculo da média aritmética de peso de grãos das cinco espigas de cada parcela.

Porcentagem dos grãos danificados: determinada através de uma contagem dos grãos danificados em relação ao número total de grãos da espiga.

A estimativa média desses caracteres foi calculada através da média aritmética das observações efetuadas nas espigas.

Análise estatística dos dados obtidos

As variáveis oriundas de contagem foram transformadas em V_x , e as originárias de porcentagem, em $\arcsen \sqrt{\%}$, a fim de possibilitar melhor exame estatístico, através da análise de variância, consoante orientação de PIMENTEL GOMES¹⁷. O grau de associação dentre as variáveis foi medido pelo coeficiente de correlação, sem estabelecer-se, contudo, as relações de causa e efeito entre elas. O referido coeficiente é expresso por:

$$r = \frac{\text{Cov.}(X, Y)}{\sqrt{V(X) \cdot V(Y)}} \quad \text{ou} \quad r = \text{Cov.}(X, Y) / \sqrt{V(X) \cdot V(Y)}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dano causado pela lagarta da espiga, *H. zea*

Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se os resultados da análise de variância, danos médios das lagartas de *H. zea* e as médias de alguns caracteres da espiga, referentes aos dez genótipos de milho estudados sob a influência da lagarta da espiga.

Apesar de os resultados obtidos não apresentarem significância estatística, é possível admitir que o genótipo Flint Composto expressou uma tendência a ser menos danificado pela lagarta da espiga. CARVALHO⁴ apontou-o como um genótipo de resistência moderada. O genótipo Dentado Composto revelou também um dano médio dos mais baixos, juntamente com o Amarillo del Bajío e Azteca, sendo considerado, ainda pelo mesmo autor, como o terceiro mais resistente, dentre 36 genótipos testados. O milho Centralmex, em que pese às suas qualidades de material resistente, conforme CARVALHO⁴, LEMOS¹⁴ e LEMOS *et alii*¹⁵, nas condições do presente estudo, não foi um dos melhores, talvez devido ao estado em que se encontravam várias espigas, com muitos grãos mofados, o que pode ter mascarado os resultados. LEMOS *et alii*¹⁵ apontaram os genótipos Dentado Composto e Azteca como alguns dos mais resistentes a lagartas de *H. zea*. Relativamente ao milho Cateto, as observações são até certo ponto coerentes, uma vez que ROSSETO¹⁹ não encontrou ganhos de resistência na população de Cateto para *H. zea*, *S. zeamais* e *S. cerealella*. LEIDERMAN¹³ apontou, entre as variedades mais suscetíveis a *H. zea* e *Diatraea sp.*, o milho doce e Cateto e, entre as mais resistentes, a variedade Cristal, que contrariamente, no presente trabalho, revelou uma das maiores médias de danos (Tabela 2) relativamente à média geral (2,27), o que pode ser atribuído ou às condições ambientais em que foram conduzidos os experimentos ou à imprecisão no uso da escala de notas, não permitindo distinguir até onde a influência de fatores não controlados foi responsável pela ausência de significância estatística revelada pelo teste "F", e que explicaria, por certo, as diferenças entre os danos médios observados e a média geral.

Comparando os danos médios sofridos pelos genótipos Flint Composto (1,75), Dentado Composto (2,00), Amarillo del Bajío (2,00), Azteca (2,00), Centralmex (2,25), CMS 04 (2,25) e CE-I-Cateto (2,25) com o dano médio geral (2,27), constante na Tabela 2, pode-se admitir, de acordo com LARA¹¹, que estes genótipos são considerados como moderadamente resistentes, porque sofreram um dano um pouco menor que o dano médio sofrido pelas variedades em geral. Uma avaliação subjetiva dos genótipos mais resistentes leva à conclusão que estes foram os menos preferidos para alimentação pelas lagartas de *H. zea*, caracterizando-se a

natureza do dano às espigas de milho como do tipo não-preferência, de conformidade com WISEMAN *et alii*²² e WISEMAN *et alii*²⁴. Esses autores evidenciaram ainda, a antibiose como outro mecanismo de resistência à lagarta da espiga, devido à inibição de crescimento neste instar, causada pelos efeitos biológicos dos estilos-estigmas do milho “Zapolote Chico” sobre a lagarta de *H. zea*. WISEMAN *et alii*²³ relataram a tolerância como outro mecanismo de resistência em milho a *H. zea*.

Os coeficientes de correlação linear (Tabela 3) indicaram que os danos de *H. zea* se relacionaram, negativa e significativamente, com produção de grãos ($r=-0,411^*$). LEMOS *et alii*¹⁵ encontraram resultados semelhantes. Verificaram também correlações negativas e significativas do dano da praga com o diâmetro da espiga ($r=-0,388^*$) e correlações negativas, mas não significativas, com o comprimento da espiga ($r=-0,209$). FERREIRA⁹ constatou relação direta do ataque de *H. zea* com a circunferência da espiga e relação inversa do dano da lagarta com o comprimento da mesma.

Influência de alguns caracteres fenológicos de milho sobre a incidência de *H. zea*

A Tabela 1 mostra que os quadrados médios da análise de variância, referentes à altura das espigas nas plantas, foram significativos ao nível de 1% de probabilidade, cujas diferenças entre as médias pelo teste de Tuckey a 5% (Tabela 2) evidenciaram que o genótipo Crioulo de Roraima e Dentado Composto se destacaram significativamente dos genótipos CMS 04, PE-I-Moroti e Amarillo del Bajío, não diferindo, porém, dos demais. O genótipo Centralmex, que esteve também entre os melhores, diferiu significativamente do CMS 04 e Amarillo del Bajío.

A estimativa dos coeficientes de correlação linear simples entre alguns caracteres da espiga de milho está representada na Tabela 3, mostrando que a altura da espiga sobre a planta não revelou correlação significativa ($r = 0,096$) com danos da lagarta da espiga, resultado discordante das conclusões de FERREIRA⁹, AYALA OSUÑA & LARA² e LARA *et alii*¹². Segundo estes autores, há uma tendência de as espigas serem menos danificadas, à medida que se encontram a altura mais elevada. LARA¹¹ admitiu que a posição dos órgãos da planta é fator que pode conferir resistência a *H. zea*. LEMOS¹⁴ encontrou correlação positiva ao estudar a associação dos danos de *H. zea* com a altura da espiga na planta. O valor de correlação, próximo a zero ($r=0,096$), permite afirmar que não foi detectada associação entre tais caracteres, possivelmente devido a não significância estatística entre os genótipos estudados para danos de *H. zea*, o que deve ter contribuído para os resultados discrepantes com a maioria dos autores.

Pelos dados da Tabela 1, observa-se que o teste “F” da análise de variância, relativo ao comprimento e diâmetro das espigas, mostrou diferenças significativas para cultivares, ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. A Tabela 2 apresenta as médias destas características, cujos dados evidenciam, pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade, que o Dentado Composto esteve entre os melhores, tanto em comprimento, como no diâmetro da espiga, destacando-se, em comprimento, do Amarillo del Bajío e, em circunferência, juntamente com o CMS 04, dos genótipos Azteca, BA-II-Cristal, Crioulo de Roraima, PE-I-Moroti e CE-I-Cateto, estando os demais em situação intermediária. Os genótipos Centralmex e Flint Composto estiveram, também, entre os melhores, no que tange a essas características.

De conformidade com COLLINS & KEMPTON⁶, o número de carreiras de grãos nas espigas é considerado como indicador da circunferência da espiga. Ao se comparar o número médio de grãos por espiga, entre os diversos genótipos, com o diâmetro da espiga (Tabela 2), verifica-se que os genótipos com maior número de grãos na espiga são, de modo geral, os que possuem maiores diâmetros de espiga, sobressaindo-se, entre os demais, o Dentado Composto, Centralmex, CMS 04 e Flint Composto.

Comparando-se o comprimento da espiga e os danos das lagartas de *H. zea*, é possível observar que os genótipos menos atacados por esta praga apresentaram um comprimento da espiga relativamente maior, destacando-se os genótipos Dentado Composto e Flint Composto, embora não hajam diferido estatisticamente dos demais genótipos.

A estimativa dos coeficientes de correlação linear, relativa às características em referência (Tabela 3), indica que o comprimento da espiga se correlacionou significativamente com o diâmetro da espiga ($r=0,324^*$), ficando evidenciada, porém, uma relação negativa e significativa entre os danos de *H. zea* e o diâmetro da espiga ($r=-0,388^*$), sugerindo que quanto maior a circunferência da espiga, menores são os danos da praga. Essas observações estão em concordância com estudos anteriores realizados por AYALA OSUÑA & LARA².

Parâmetros relacionados com o comportamento de lagartas de *H. zea* no milho

O número de espigas de milho com estilos-estigmas de cores rósea, verde e vermelha e o dano médio de *H. zea* nas espigas incluídas em cada uma dessas cores, bem como o intervalo de confiança e o coeficiente de variação das médias de dano da lagarta constam na Tabela 4. Os dados mostram que o dano médio das larvas de *H. zea* às espigas de milho com estilos-estigmas de cor vermelha tende a ser menor do que o dano médio cometido às espigas com estilos-estigmas

de cor rósea ou verde. Este resultado está em desacordo com as observações de FERREIRA⁹, segundo o qual, plantas, cujas espigas possuem estilos-estigmas verdes apresentam uma tendência de serem menos danificadas. O autor sugere que a cor verde dos estilos-estigmas é um dado a ser considerado em estudos pertinentes às características associadas com a resistência à lagarta da espiga. No entanto, é importante considerar que, pelo menos em um ponto, os resultados são concordantes: de que as espigas com estilos-estigmas de cor rósea tendem a ser mais preferidas para alimentação pelas lagartas de *H. zea*.

As plantas possuidoras de espigas com estilos-estigmas de coloração verde sofreram os maiores danos cometidos pela *H. zea*, devido, possivelmente, ao número mais reduzido de espigas das plantas, previamente marcadas, para avaliação deste parâmetro. Estudos posteriores, envolvendo a coloração dos estilos-estigmas e a relação com danos de *H. zea*, precisam ser desenvolvidos e discutidos, pois dizem respeito a uma questão polêmica. Autores, a exemplo de WIDSTROM et alii²¹, constataram que a intensidade da cor dos estilos-estigmas não estava relacionada com o dano da lagarta da espiga.

Uma avaliação dos dados experimentais (Tabela 2) referentes à porcentagem de grãos danificados não indicou diferença significativa entre cultivares. O ataque de pássaros ao material no campo, danificando, inclusive, espigas de milho já completamente maduras, apressou a colheita do experimento, sem que as espigas tivessem atingido a umidade ideal, ocasionando o desenvolvimento de fungos e injúrias, com o consequente surgimento de grãos defeituosos. O coeficiente de variância de 42,67% evidenciou um grau de variação bastante elevado, revelando a imprecisão destes resultados, para uma interpretação mais confiável dos mesmos. Ao se compararem os percentuais de grãos danificados e danos de lagartas, verificou-se que os resultados foram discordantes, pois, genótipos com médias baixas na escala de danos mostraram percentagens altas de grãos injuriados. CRUZ & TURPIN⁷ e CRUZ & TURPIN⁸ não encontraram nenhuma diferença significativa para o número médio de grãos danificados obtidos entre tratamentos, nem correlação deste caráter com os diferentes níveis de infestação das espigas. Pelo que é possível inferir, este caráter não se revelou eficiente para discriminar os genótipos, no que tange ao comportamento de *H. zea*.

Pelos dados da Tabela 1, observa-se que o teste "F" da análise de variância indicou diferenças significativas para número de grãos por espiga, ao nível de 1% de probabilidade. A comparação das médias para este caráter (Tabela 2) evidenciou que o genótipo Dentado Composto se destacou com relação aos genótipos BA-II Cristal e PE-I-Moroti, mas não diferiu dos demais, que se situaram em posição intermediária. Os genótipos Centralmex, Azteca, CMS 04 e

Flint Composto vieram em seguida, assumindo também uma posição de destaque em comparação com os últimos colocados. Em que pese à relação dos danos de pragas com este caráter, constatou-se que os genótipos Dentado Composto e Flint Composto indicaram uma das menores médias na escala de danos de lagartas, o que vem confirmar as observações de CRUZ & TURPIN⁷, de que a infestação das espigas contribuiu para a ocorrência de menor número de grãos por espiga e de que perdas de produção estiveram diretamente relacionadas com a redução em número de grãos nas espigas das plantas infestadas. CRUZ & TURPIN⁸, COLLINS & KEMPTON⁶ consideraram o número de grãos nas espigas como um indicador da circunferência da espiga. Desta maneira, é possível notar, com o auxílio da Tabela 2, que, de modo geral, houve correspondência entre as médias, caracterizando a interdependência desses parâmetros.

Os quadrados médios da análise de variância e os valores médios de 10 genótipos de milho sob a influência de lagartas de *H. zea* para produção de grãos, em kg/ha, estão relacionadas nas Tabelas 1 e 2. Verificou-se diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, mostrando que houve uma discriminação entre os 10 genótipos, com o coeficiente de variação de 19,36%. O teste de Tuckey, ao nível de 5% de probabilidade, revelou que o genótipo Dentado Composto esteve entre os mais produtivos, destacando-se dos genótipos Amarillo del Bajío, Crioulo de Roraima, BA-II-Cristal, CE-I-Cateto e PE-I-Moroti, todos materiais nativos, a exceção do primeiro genótipo. Essas observações confirmaram os resultados de LEMOS¹⁴, LEMOS et alii¹⁵ e RAMALHO NETO¹⁸, de que o genótipo Dentado Composto alcançou a maior média, em termos de produtividade, e os menores danos de *H. zea*, seguido pelo Centralmex. O genótipo CMS 04, embora não tenha expressado os menores danos, apresentou uma das melhores produtividades, despontando como material bastante promissor.

Uma correlação negativa e significativa foi evidenciada entre danos da lagarta da espiga e produção de grãos, sugerindo que, quanto maiores os danos da praga, menor a produção de grãos, fato confirmado por CARVALHO⁴ e LEMOS et alii¹⁵. LEMOS¹⁴ e AYALA OSUÑA & LARA² não encontraram nenhum grau de associação entre o ataque de lagartas de *H. zea* e produtividade. No que concerne a relação da produção com as demais características, constatou-se que este caráter revelou correlação positiva ($r=0,694^*$) com comprimento da espiga, diâmetro da espiga ($r=0,823^*$), resultado também já observado por AYALA OSUÑA & LARA², mas não se relacionou com a altura da espiga sobre a planta ($r=0,236$). Conclusões semelhantes foram apontadas por AYALA OSUÑA & LARA² e LARA et alii¹².

TABELA 1 - Quadrados médios, coeficientes de variação, diferenças mínimas significativas (d.m.s.) relativos às características estudadas em 10 genótipos de milho, *Zea mays* L, sob a influência da lagarta da espiga, *Helicoverpa zea*. Maracanaú, CE, 1987.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS						
		Altura da espiga (cm)	Comprimento da espiga (cm)	Diâmetro da espiga (cm)	Danos de <i>H. zea</i> (notas)	Porcentagem de grãos danificados ¹	Números de grãos por espiga ²	Produção de grãos (kg/ha)
Blocos	3	642,56**	1,1116ns	0,0461ns	0,225ns	27,9337ns	3,8389ns	79612,36ns
Cultivares	9	632,30**	4,0175*	0,5699**	0,5806ns	21,7589ns	7,6419**	895206,11*
Resíduos	27	60,21	1,6936	0,0332	0,3731	17,0883	1,8343	91310,29
TOTAL	39							
Valor de F		10,50**	2,37**	17,16**	1,56ns	1,27ns	4,17**	9,80**
Coeficiente de variação (%)		9,27	10,73	5,07	26,85	42,67	7,75	19,36
Tuckey - d.m.s. (P>5)		18,89	3,17	0,44	-	-	3,2979	735,7985

¹ Dados transformados em $\text{Arcsen } \sqrt{\%}$

² Dados transformados em $\sqrt{\bar{x}}$

*Significativo ao nível de 5%

**Significativo ao nível de 1%

ns Não significativo

TABELA 2 - Valores médios relativos às características fenológicas de 10 genótipos de milho, *Zea mays* L, frente a incidência de *Helicoverpa zea* e a produção. Maracanaú, CE, 1987

Genótipos	Altura da espiga (cm)	Comprimento da espiga (cm)	Diâmetro da espiga (cm)	Danos de <i>H. zea</i> (notas)	% de grãos danificados ¹	Número de grãos por espiga ²	Produção de grãos (kg/ha)
Centralmex	93,75ab		3,89ab	2,25	1,55	337,70ab	2188,63ab
Dentado							
Composto	97,00a	13,92a	4,04a	2,00	3,65	377,45a	2314,32a
Flint Composto	82,50abc	12,60ab	3,83ab	1,75	2,30	328,05ab	1670,34abc
CMS 04	68,50cd	12,32ab	3,97a	2,25	4,39	332,35ab	2008,38ab
Amarillo del							
Bajío	60,50 d	10,47b	3,87ab	2,00	4,12	289,70abc	1510,27bc
Azteca	86,50abc	12,17ab	3,47bc	2,00	1,16	333,50ab	1633,32abc
BR-II-Cristal	84,75abc	10,97ab	3,38cd	2,50	4,22	256,60bc	1085,64c
Crioulo de							
Roraima	101,25a	11,97ab	3,27cd	3,00	4,01	315,65abc	1178,96c
PE-I-Moroti	76,50bcd	12,05ab	3,22cd	2,75	5,70	211,35c	988,28c
CE-I-Cateto	86,00abc	11,57ab	2,95d	2,25	2,48	304,85abc	1096,31c
Média geral	83,72	12,13	3,59	2,27	3,36	308,72	1560,44

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

¹ Dados originais

² As letras colocadas ao lado dos dados originais servem apenas para indicar as diferenças observadas, quando da comparação dos dados transformados para $\sqrt{\bar{x}}$, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3 - Estimativa dos coeficientes de correlação linear entre alguns caracteres da espiga e danos de *Helicoverpa zea*, em 10 genótipos de milho, *Zea mays* L., Maracanaú, CE, 1987.

CARACTERE	(X ₂)	(X ₃)	(X ₄)	(X ₅)
Produção de grãos(kg/ha) (X ₁)	-0,411*	0,694*	0,823*	0,236
Danos de <i>H. zea</i> (X ₂)		-0,209	-0,388	0,096
Comp. da espiga (X ₃)			0,324	0,560
Diâm. da espiga (X ₄)				-0,089
Altura da espiga (X ₅)				

GRAU DE LIBERDADE 38

TABELA 4 - Número de espigas de milho relacionadas pela cor dos estilos-estigmas; dano médio de lagarta de *Helicoverpa zea* nas espigas, em função da cor dos estilos-estigmas; intervalo de confiança e coeficiente de variação das médias. Maracanaú, CE, 1987.

Cor dos estilos-estigmas	Número de espigas relacionadas pela cor dos estilos-estigmas	Dano médio de <i>H. zea</i> ao milho, conforme a cor dos estilos-estigmas da espiga	Coeficiente de variação (%) ^v
Rósea	86	1,712 ± 0,101	54,64
Verde	63	2,157 ± 0,174	64,04
Vermelha	33	1,676 ± 0,227	77,85

Teste das hipóteses

Hipótese I

Dentre os genótipos de milho estudados, o genótipo Dentado Composto é o que apresenta maior fonte de resistência ao ataque da lagarta da espiga *H. zea*.

Examinando-se as características fenológicas do milho Dentado Composto, verificou-se que o referido genótipo, conquanto possua atributos de natureza morfológica, como altura da planta e da espiga, comprimento e diâmetro da espiga, número de grãos por espiga, que o qualificam como material altamente promissor, não foi significativamente diferente dos demais genótipos testados, quanto a danos de *H. zea*. Muitos autores expressaram, também, as qualidades para resistência à lagarta da espiga do milho Dentado Composto, cujo caráter de resistência, porém, não diferiu dos genótipos incluídos no grupo dos resistentes.

Com base nestas considerações, confirmou-se falsa a hipótese, em questão, de que o genótipo Dentado Composto, dentre os demais testados, é o que apresenta maior fonte de resistência aos danos de *H. zea*.

Hipótese II

A altura de inserção da espiga na planta não tem influência sobre o ataque de lagarta da espiga, *H. zea*, à cultura do milho.

A estimativa dos coeficientes de correlação expressou que os danos de *H. zea* não se correlacionaram com a altura de inserção da espiga na planta ($r=0,096$). Todavia, correlações negativas foram apontadas por diversos pesquisadores, revelando que plantas de maior crescimento e com altura de inserção da espiga mais elevada tenderam a ser menos atacadas pela lagarta da espiga, *H. zea*, à cultura do milho.

A estimativa dos coeficientes de correlação expressou que os danos de *H. zea* não se correlacionaram com a altura de inserção da espiga na planta ($r=0,096$). Todavia, correlações negativas foram apontadas por diversos pesquisadores, revelando que plantas de maior crescimento e com altura de inserção da espiga mais elevada tenderam a ser menos atacadas pela lagarta da espiga. Tais resultados discordaram das conclusões da presente pesquisa, pois o baixo valor do coeficiente de correlação ($r=0,096$), muito próximo de zero, sugere que não se evidenciou associação dos danos de *H. zea* com altura de inserção da espiga, possivelmente devido a não significância estatística entre os genótipos estudados para danos deste noctuídeo. Deste modo, ficou confirmada a hipótese de que não há associação da altura de inserção da espiga na planta/ataque de *H. zea*.

Hipótese III

Os genótipos cujas espigas possuem estilos-estigmas predominantemente vermelhos são os mais preferidos pela lagarta da espiga, *H. zea*. Por sua vez, os genótipos cujas espigas possuem estilos-estigmas predominantemente verdes são os menos preferidos pela lagarta da espiga, estando a cor rósea em posição intermediária.

Entre os fatores de resistência que condicionam os mecanismos de proteção das plantas ao ataque de insetos, a coloração é citada como uma das causas físicas de resistência. Os resultados experimentais mostraram que os genótipos possuidores de espigas com estilos-estigmas de coloração vermelha tenderam a sofrer danos menores de *H. zea* que os genótipos cujas espigas possuem estilos-estigmas de cor rósea ou verde. As espigas com estilos-estigmas de cor verde indicaram uma tendência de serem as mais preferidas para alimentação e postura de *H. zea*, ficando os genótipos com estilos-estigmas de cor rósea em posição intermediária, relativamente às plantas possuidoras de espigas com estilos-estigmas de cor verde ou vermelha. Portanto, considerou-se rejeitada a hipótese, em questão, de que os genótipos possuidores de espigas com estilos-estigmas predominantemente vermelhos são os mais danificados pela lagarta da espiga, *H. zea*, e os genótipos, cujas espigas possuem estilos-estigmas predominantemente verdes são os menos preferidos para alimentação e postura.

Hipótese IV

Os genótipos de milho menos atacados por *H. zea* são os mais produtivos.

Comparando-se os danos de *H. zea* e a produtividade dos genótipos envolvidos nesta pesquisa, notou-se, de um modo geral, que houve uma correspondência entre estes

parâmetros, porém, em termos de tendência, uma vez que o teste “F” da análise de variância não discriminou os genótipos, em relação ao ataque de *H. zea*, pelo menos em função da metodologia usada para avaliação dos danos da praga. Observou-se que entre os genótipos incluídos na categoria dos moderadamente resistentes, com média de danos variando de 1,75 a 2,25, destacaram-se como mais produtivos, Dentado Composto, Centralmex, CMS 04, Flint Composto e Azteca.

Tendo em vista que os danos de lagartas de *H. zea* não discriminaram os genótipos significativamente, muito embora se hajam diferenciado em termos de produtividade, decidiu-se pela não aceitação da hipótese proposta.

CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido, conclui-se que:

a) Dos genótipos que foram menos danificados, relativamente, o milho Dentado Composto, inclusive por haver sido o mais produtivo, manifesta uma tendência de maior resistência às lagartas de *H. zea*, relativamente aos demais genótipos testados, resultando, porém, falsa a hipótese segundo a qual, “dentre os genótipos de milho a serem testados, o Dentado Composto é o que apresenta maior fonte de resistência ao ataque da lagarta da espiga, *H. zea*”;

b) O desempenho dos dez genótipos de milho estudados, em relação à lagarta da espiga, *H. zea*, é semelhante, sofrendo todos, conseqüentemente, o mesmo nível de dano, inclusive o genótipo Flint Composto cujo dano médio que a referida praga lhe cometeu é relativamente menor;

c) O tamanho ou o comprimento da espiga de milho não tem influência sobre o comportamento de *H. zea*, pois todos os genótipos submetidos à ação desta praga apresentam o mesmo nível de dano;

d) Há uma relação negativa e significativa entre os danos de *H. zea* e o diâmetro da espiga, isto é, quanto maior a circunferência da espiga de milho, menor o dano que as lagartas dessa mariposa provocam na espiga;

e) Os genótipos de milho Dentado Composto, Centralmex, CMS 04, Flint Composto e Azteca, notadamente o primeiro, superam os demais em produtividade, não se correlacionando, porém, este parâmetro, com a interação genótipo/lagarta da espiga;

f) A cor dos estilos-estigmas da espiga de milho, no presente estudo, não se constitui um fator de preferência ou não-preferência para alimentação e postura de *H. zea* nos genótipos testados;

g) A hipótese segundo a qual “a altura de inserção da espiga na planta não tem influência sobre o ataque de *H. zea* à cultura do milho” foi confirmada;

h) Embora os genótipos de milho hajam tido o mesmo desempenho ao ataque de *H. zea*, aqueles cujas espigas resultaram menos danificadas, relativa e aparentemente, produziram mais grãos, porém, de maneira não significativa, revelando-se, assim, falsa a hipótese, segundo a qual, “os genótipos de milho menos atacados por *H. zea* são os mais produtivos”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AYALA OSUÑA, J, ARAUJO, S.M.C. de, LARA, F.M. & CAETANO, M. de. Análise e seleção dos caracteres associados à resistência à lagarta da espiga, *Heliothis zea* (Boddie, 1850) (*Lepidoptera: Noctuidae*) no Composto Dentado Jaboticabal, XI ciclo de seleção massal. An. Soc. Entomol. Brasil, Jaboticabal, v. 12, n. 2, p.175-185, 1983.
2. AYALA OSUÑA, J. & LARA, F.M. Comportamento do Composto Flint de milho em relação ao ataque de *Heliothis zea* (Boddie, 1850) e características da planta e espiga associadas à resistência. Científica, Jaboticabal, v. 7, n.2, p. 255-259, 1879.
3. BASTOS, J.A.M. Principais pragas das culturas e seus controles. 3 ed. São Paulo: Nobel, 1988. 329p.
4. CARVALHO, R.P.L. Danos e flutuação populacional de *Heliothis zea* (Boddie, 1850) e suscetibilidade de diferentes genótipos de milho. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1977. 107p. Tese Livre Docência.
5. CARVALHO, R.P.L. Pragas do Milho. In: PATERNIANI, E. & VIÉGAS, G.P. Melhoramento e Produção do Milho. 2 ed. Campinas, Fundação Cargill, 1987. v.2. p.637-712.
6. COLLINS, G.N. & KEMPTON, J.H. Breeding sweet corn resistant to the earworm. J.Agric.Res., Lahore, v. 11, n. 11, p. 549-572, 1917.
7. CRUZ, I. & TURPIN, F.T. Efeito de *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura do milho. Pesq. Agrop. Brasil, Brasília, v.17, n.3, p. 355-359, 1982.
8. CRUZ, I. & TURPIN, F.T. Yield impact of larval infestations of the fall armyworm (*Lepidoptera: Noctuidae*) to midwhorl growth stage of corn. J. Econ. Entomol., College Park, v.76, n. 5, p.1052-1054, 1983.
9. FERREIRA, E. Características do milho associadas com resistência à lagarta da espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850). Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 124p. Tese Mestrado.
10. KANIUKA, R.P. Exotic corn resists pest. Agric. Res., Washington, v. 22, n.2, p.7, 1973.
11. LARA, F.M. Princípios de resistência de plantas a insetos. Piracicaba: Livroceres, 1979. 207p.
12. LARA, F.M., AYALA OSUÑA, J., ARAUJO, S.M.C. de & BANZATTO, D.A. Avaliação de genótipos de milho para características agronômicas e resistência à *Heliothis zea* (Boddie, 1850) (*Lepidoptera: Noctuidae*). An. Soc. Entomo. Brasil, Jaboticabal, v.14, n.1, p.111-119, 1985.
13. LEIDERMAN, L. Observações sobre a suscetibilidade de cinco variedades de milho ao ataque de *Heliothis obsoleta* (Fabr., 1793) e *Diatraea sp.* O Biológico, São Paulo, v. 20, n. 5, p. 73-77, 1954.
14. LEMOS, M.A. Identificação de genótipos de milho, *Zea mays L.*, resistentes à *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797), *Heliothis zea* (Boddie, 1850) e *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855). Recife: UFRPE, 1979. 57p. Tese Professor Assistente.
15. LEMOS, M.A., ANUNCIAÇÃO FILHO, C.J., RAMALHO NETO, C.E., ARAUJO, A.D., ARAUJO, M.R.A. & LIRA, M. de A. Avaliação de cultivares de milho quanto ao ataque de *Spodoptera frugiperda* e *Heliothis zea*. Cad. Omega: Sér. Agron., Recife, v.1, n.1, p. 33-45, 1985.
16. PAINTER, R.H. Insect resistance in crop plants. New York: MacMillan, 1968. 520p.
17. PIMENTEL GOMES, F. Curso de Estatística Experimental. 10 ed. Piracicaba: Nobel, 1982. 468p.
18. RAMALHO NETO, C.E. Seleção entre e dentro de famílias de meio-irmãos no milho Dentado Composto, visando resistência à *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) e à *Heliothis zea* (Boddie, 1850). Recife: UFRPE, 1985. 95p.
19. ROSSETO, C.J. Resistência de milho a pragas da espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie), *Sitophilus zeamais* Motschulsky e *Sitotroga cerealella* (Olivier). Campinas: ESALQ, 1972. 111p. Tese Doutorado.
20. WIDSTROM, N.W. An evaluation of methods for measuring corn earworm injury. J. Econ. Entomol., College Park, v.60, n.3, p. 791-794, 1967.
21. WIDSTROM, N.W., McMILLAN, W.W. & WISEMAN, B.R. Resistance in corn to the corn earworm and the fall armyworm. IV. Earworm injury to corn inbreds related to climatic conditions and plant characteristics. J. Econ. Entomol., College Park, v. 63, n.3. p. 803-808, 1970.
22. WISEMAN, B.R., DAVIS, F.M. & WILLIAMS, W.P. Fall armyworm larval density and movement as an indication of non preference in resistant corn. Prot. Ecol., Amsterdam, v. 5, p. 135-141, 1983.
23. WISEMAN, B.R., McMILLAN, W.W. & WIDSTROM, N.W. Tolerance as a mechanism of resistance in corn to the corn earworm. J. Econ. Entomol., College Park, v. 65, n. 3, p. 835-837, 1972.
24. WISEMAN, B.R.; WIDSTROM, N.W. & WAISS JUNIOR, A.C. Resistance to corn earworm larvae in corn silks as related to larval growth suppression and recovery. J. Agric. Entomol., Clemson, v. 1, n. 1, p. 53-57, 1984.