

RESISTÊNCIA À HERBIVORIA CONTRA *Cerotoma arcuatus* OLIVIER, 1791 (Coleoptera: Chrysomelidae) EM GENOTIPOS DE SOJA

RESISTANCE AGAINST HERBIVORY *Cerotoma arcuatus* OLIVIER, 1791 (Coleoptera: Chrysomelidae) IN SOYBEAN GENOTYPES

Marcio Akio OOTANI¹; Cintia Ribeiro de SOUZA²; Diego de Macedo RODRIGUES²; Juciele Cardoso da SILVA²; Aurélio Vaz de MELO³; Raimundo Wagner de Souza AGUIAR³

1. Mestre em produção vegetal Universidade Federal do Tocantins- UFT, Campus Gurupi, Tocantins, Brasil, ootani667@uft.edu.br; 2.

Mestre em produção vegetal Universidade Federal do Tocantins- UFT, Campus Gurupi, Tocantins, Brasil; 3. Professor, Doutor, Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Gurupi, TO, Brasil.

RESUMO: Objetivou-se neste trabalho avaliar níveis de herbivoria de *Cerotoma arcuatus* Olivier, 1791 (Coleoptera: Chrysomelidae) em genótipos de soja, comparando propriedades morfológicas como; densidade de tricomas (DT), espessura foliar (EF), número de *C. arcuatus* (NC) e área danificada (AD). O experimento foi realizado na Universidade Federal do Tocantins campo experimental de Gurupi-TO ano 2008/09, o delineamento experimental com 18 genótipos de soja EMGOPA-314, P98R91, P98Y51, MSOY-9988, P99R01, M8867RR, M9056RR, M8360RR, M8527RR, FTS-EsperançaRR, FTS-4188, C-M-015, CM-017, CM-136, CM-149, CM-102, A-7002 e MSOY-9350, semeadas em três épocas de plantio dia 03/12/08; 18/12/08; 02/01/09, cada parcela composta de três repetições, Sendo os genótipos de soja utilizados A parcela experimental foi composta por quatro linhas de 5,0 m de comprimento, com espaçamento entre linha de 0,45 m e 12 plantas m⁻¹ linear. Foram analisados a herbivoria da *C. arcuatus*, quantificação da área foliar danificada (AD) em porcentagem foi utilizada um programa de imagem para quantificar as áreas danificadas pela *C. arcuatus*. Na densidade de tricomas foi avaliada utilizando um microscópio estereoscópico e visualizados discos de 0,5 cm. A espessura foliar foi avaliada a massa seca pela área do disco. Numero de *C. arcuatus* foi realizado utilizando um saco plástico 100x100 avaliando três batidas por parcela. Os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. A matriz dos genótipos versus variáveis mais a produtividade de grãos (PD) foi submetida à correlação, análise multivariada por agrupamento hierárquico e análise de componentes principais (PCA). Neste trabalho demonstrou que a densidade de tricoma foi um dos parâmetros essenciais na diminuição da herbivoria e influenciou na produtividade de grãos.

PALAVRAS-CHAVE: Vaquinha preta. Tricoma. *Glycine max*. Resistência de insetos.

INTRODUÇÃO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] constitui um dos produtos agrícolas de maior importância para o Brasil, ocupando posição de destaque nas exportações do país, por ser uma cultura de grande interesse, foi estimada em produção de 75 milhões de toneladas safra de 2011/12 (CONAB, 2013). Esta cultura está sujeita, durante todo o seu ciclo, ao ataque de diferentes espécies de insetos, a vaquinha preta *Cerotoma arcuatus* Olivier, 1791 e *Diabrotica speciosa* Germar, 1824 (Coleoptera: Chrysomelidae) que estão entre os principais coleópteros desfolhadores encontrados na cultura da soja e do feijão (MENEZES Jr et al., 2003). Estudos em plantas de soja demonstraram que até 35 % de desfolhação o estágio fenológico R1 - R2, 15% no estágio R3 e aproximadamente 35% quando iniciar o R7 - R8. Acima destes níveis afeta negativamente os rendimentos da cultura podendo alcançar até 100 % de perdas causadas principalmente por agentes desfolhadores (YORINORI et al., 2005; PINHEIRO et al., 2005; BOERMA; WALKER, 2005).

No Brasil, o *C. arcuatus* tem sido observado frequentemente na Região Centro-Oeste, entretanto, há uma grande dificuldade no seu controle devido à ausência de conhecimento de sua bioecologia e do real dano causado (NAVA, 2003). No Estado do Tocantins, essa praga tem sido encontrada a espécie *C. arcuatus* ocasionando danos que prejudica o rendimento da cultura. Informações sobre a praga são de grande importância na aplicação de táticas e estratégias de controle (DIDONET et al., 2003).

A utilização de genótipos resistentes é uma das estratégias consideradas para o Manejo Integrado de Pragas (MIP) como; características morfológicas e produção de compostos secundários, contudo essa característica de defesa da planta, está relacionada com a densidade de tricomas da folha que pode reduzir a herbivoria de inseto pragas (TIAN et al., 2012; LOE et al., 2007; HANDLEY et al., 2005), proteção contra fitopatogenos (JULIATTI et al., 2013), forma uma barreira mecânica a afídeo, vetor vírus SMV (vírus de mosaico de feijão-soja), protege a planta de dano da irradiação solar e diminui a evapotranspiração da água (HOGLUND; LARSSON, 2005; AGRAWAL et al., 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar características morfológica relacionadas à resistência da planta contra herbivoria causado por *Cerotoma arcuatus* em diferentes genótipos de soja em Gurupi-TO.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram instalados no ano agrícola 2008/09 no campo experimental da Universidade Federal do Tocantins - UFT campus de Gurupi - TO (altitude de 280 m, latitude 11°43' S e longitude 49°04' W) em novembro de 2008.

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, com três épocas de plantio dia 03/12/08; 18/12/08; 08/01/09, sendo 18 genótipos de soja com três repetições por parcela, estratos da parte da planta (basal, mediano e apical). Os genótipos utilizados foram: EMGOPA-314, P98R91, P98Y51, MSOY-9988, P99R01, M8867RR, M9056RR, M8360RR, M8527RR, FTS-EsperançaRR, FTS-4188, CM-015, CM-017, CM-136, CM-149, CM-102, A7002 e MSOY-9350. A parcela experimental foi composta por quatro linhas de 5,0 m de comprimento, com espaçamento convencional 0,45 m entrelinha e 12 plantas m⁻¹ linear, sendo as avaliações realizadas somente nas duas linhas das centrais. O preparo do solo, correção de acidez, adubação e irrigação foram realizadas para todas as parcelas conforme exigências da cultura após prévia análise do solo (EMBRAPA, 2008).

Para a avaliação de herbivoria da *C. arcuatus* sobre as plantas de soja foi realizada a coleta das folhas de cinco plantas por parcela, aleatoriamente, duas folhas de cada estrato da planta (basal, mediano e apical), perfazendo um total de 30 folhas por parcela, 10 folhas por estrato. Em campo as folhas foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo, e posteriormente conservadas na geladeira.

Para avaliação de herbivoria 10 folhas de cada estrato foram dispostas sobre superfície branca, sob um vidro anti-reflexo, para mantê-las completamente abertas, e com uma régua graduada ao lado para servir de escala, para serem fotografadas com máquina digital na resolução de 3 megapixel. As fotos foram manipuladas utilizando-se o programa Image Pro-Plus 4.5. A área danificada em (cm⁻²) foi convertida em porcentagem de herbivoria, os danos isolados nas bordas ou raspagens nas folhas que não são características do hábito alimentar desse coleóptero, sendo a ocorrência de outros desfoliadores nas parcelas não foi significativa.

Na avaliação da densidade tricomas (DT) foi utilizado um microscópio estereoscópico com aumento 40 vezes. A contagem foi realizada em discos de 0,5 cm de diâmetro retirados de locais equidistantes da nervura central na face adaxial das folhas. Foram utilizados dois discos por estrato foliar (Apical, mediano e basal), totalizando seis discos por planta, sendo utilizadas médias dos valores contabilizados nos três épocas e estratos homogenizado, totalizando três repetições por parcela.

A espessura foliar (EF) foi realizada retirando se nove discos foliares de 1,9 cm de diâmetro (2,83 cm²) por parcela das 10 folhas por estrato os discos foram retirados em folhas escolhidas aleatoriamente e também em locais aleatórios na folha, os discos foram acondicionados em sacos de papel e mantidos em estufa de ventilação forçada à 70° C para secagem até atingirem peso constante, o que ocorreu por volta de 48h, para determinação da massa seca. Após a pesagem dos discos e foi calculada a espessura foliar em g por cm⁻².

A amostragem de espécimes números de *C. arcuatus* m⁻² foi realizada através de saco de polietileno transparente de 100 x 100 cm. Duas pessoas, uma segurando em cada extremidade do saco, de forma sincronizada e rápida, envolviam duas plantas por vez, as quais eram levemente tombadas e submetidas a batidas vigorosas, para que os insetos se desprendessem da planta e fossem coletados no interior do saco. Cuidadosamente, este era retirado das plantas e os espécimes coletados eram quantificados e mortos para evitar que estes se deslocassem para outras parcelas *C. arcuatus* foram efetuadas três amostragens, as batidas foram realizadas nas duas fileiras centrais das parcelas.

Os dados foram submetidos primeiramente à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo programa estatístico Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2010). As variáveis foram tabuladas em uma matriz com os genótipos, os dados foram analisados a correlação linear de Pearson, agrupamento hierárquico (Cluster) e análise de componentes principais (ACP) utilizando o programa Matlab 7.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a avaliação da herbivoria na cultura da soja causado por *Cerotoma arcuatus*, cujos resultados encontram-se representados na Tabela 1 o delineamento experimental em blocos casualizados a épocas e os estratos não tiveram significância sendo os dados homogenizados dentro

das repetições os resultados demonstraram maior porcentagem de área danificada da folha ocorreu no

genótipo CM-149 (9,16 %) e o contrário ocorreram no genótipo CM-015 (3,05 %).

Tabela 1. Médias geral DT, EF, NC e AD de genótipos de soja dos experimentos conduzidos em diferentes épocas de semeaduras nas cidades de Gurupi -To na safra 2008/09.

Genótipos	DT	EF	NC	AD
ENGOPA-314	49,11 b	330,58 ab	2,33 ab	5,59 bcd
P98R91	36,02 cde	339,13 ab	4,33 ab	5,25 bcde
P98Y51	30,88 def	291,84 ab	3,00 ab	3,73 Ef
MSOY-9988	76,22 a	314,64 ab	4,33 ab	3,95 cde
P99R01	33,69 cdef	334,93 ab	2,66 ab	6,79 B
M8867RR	33,72 cdef	293,61 ab	3,66 ab	3,61 Ef
M9056RR	38,75 bcd	317,43 ab	3,00 ab	3,69 Ef
M8360RR	28,00 def	353,60 ab	2,33 ab	3,71 Ef
M8527RR	30,02 def	327,37 ab	5,00 a	4,51 cdef
FTS-EsperançaRR	31,94 def	379,58 a	1,33 b	5,82 Ab
FTS-4188	23,30 f	275,41 ab	2,66 ab	5,32 bcde
CM-015	33,83 cdef	346,54 ab	3,00 ab	3,05 F
CM-017	25,77 ef	289,50 ab	5,33 a	4,51 cdef
CM-136	21,38 f	298,70 ab	4,66 ab	5,05 bcde
CM-149	24,05 ef	304,23 ab	5,00 a	9,16 a
CM-102	38,25 bcd	314,09 ab	3,33 ab	4,44 cdef
A-7002	45,05 bc	252,78 b	3,66 ab	5,14 bcde
MSOY-9350	44,88 bc	309,50 ab	4,00 ab	5,33 bcde
Media	35,82	315,25	3,53	4,92
DNS _{5%}	12,58	289,20	3,33	1,82
CV(%)	38,40	20,05	30,65	46,26

Gurupi - TO, épocas de plantio dia 03/12/08; 18/12/08; 02/01/09, sendo. Densidade de Tricomas (DT) (tricomas cm⁻²); Espessura Foliar (EF) (g cm⁻²); Número de *C. arcuatus* (NC) m⁻² e Área de Danificada (AD) porcentagem; Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey com 5 % de probabilidade.

Os transgênicos M8867RR (3,61 %) M9056RR (3,69 %) e M8360RR (3,71 %) obtiveram resistência média, exceto a cultivar M8527RR (4,51 %) com número médio de insetos igual cinco, que confere resistência parcial comparado com os genótipos MSOY-9988 (4,33 insetos m⁻²) e EMGOPA-314 (2,33 insetos m⁻²), entretanto a cultivar FTS-EsperançaRR (1,33 insetos m⁻²) que obteve a menor resistência. Mostrando que

genótipos muito próximos da identidade genética possuem características morfológicas idênticas indicando que a resistência de plantas não está apenas em uma característica, mas sim em diversas, tanto biológicas, fisiológicas e como morfológicas.

Quanto ao número de *C. arcuatus* presentes entre os genótipos de soja, o que apresentou maior numero foi o CM-017 (5,33 insetos m⁻²) e CM-149 (5,00 insetos m⁻²) e o oposto foi observado no

genótipo FTS-EsperançaRR (1,33 insetos m⁻²). Da mesma forma o genótipo M8527RR (5,00 insetos m⁻²), apresentou abundância desses crisomelídeo nas parcelas, contudo o tecido foliar foi menos comprometido. Desse modo, pode estar ocorrendo flutuação populacional desses insetos entre as parcelas ou estão sendo regulados por inimigos naturais, já que a entomofauna na cultura da soja é muito ampla.

Segundo os resultados de Cortesero et al. (2000) que verificaram que a população de *C. arcuatus* respondeu de forma semelhante em cultivares convencionais e transgênicos em relação ao sistema de controle de plantas daninhas (sem controle, controle mecânico e controle químico tradicional), que não alteraram a ocorrência de algumas espécies de insetos-praga e inimigos naturais na parte aérea da soja.

O genótipo CM-149 que corresponde à maior porcentagem da área danificada e conseqüentemente ao maior número de *C. arcuatus*, contudo apresentou densidade reduzida de tricomas, demonstra que essas formações epidérmicas interferem no dano ocasionado pela *C. arcuatus*. Sabe-se que a herbivoria é uma interação do tipo benéfica/prejudicial, isto é, benéfica para o consumidor herbívoro e prejudicial para a planta hospedeira (FÜRSTENBERG-HÄGG, et al., 2013). No entanto, através do processo evolutivo, os insetos desenvolveram mecanismos para quebrar as estratégias da planta impedindo o seu ataque com o intuito de se alimentarem e uma dessas táticas para se protegerem são as defesas constitutivas.

Através do processo evolutivo, os insetos desenvolveram mecanismos para quebrar as estratégias da planta impedindo o seu ataque com o intuito de se alimentarem e uma dessas táticas para se protegerem são as defesas constitutivas. Os tricomas são adaptações vantajosas para plantas de ambientes secos, com muita luz ou vento, podendo reduzir a perda de água por transpiração, esses apêndices epidérmicos reduzem a preferência ou o desempenho dos herbívoros (TIAN et al., 2012).

O dano causado pela *C. arcuatus* afeta a fotossíntese, já que ocorre o seu decréscimo em função da área foliar lesada e como resultado, a produção poderá ser minimizada, porém, pode depender do genótipo utilizado, idade da cultura, intensidade e duração do ataque, tudo isso pode contribuir com perdas no rendimento. Entretanto, tecidos destruídos podem ser repostos mais rapidamente e com menor custo energético em ambientes onde há recursos abundantes e menor competição (FÜRSTENBERG-HÄGG, et al., 2013).

Para a densidade de tricomas (DT) presentes nas folhas, os genótipos MSOY-9988 (76,22 tricomas cm⁻²), ENGOPA-314 (49,11 tricomas cm⁻²) e A7002 (45,05 tricomas cm⁻²) tiveram destaque, apresentando maior pilosidade, onde foi observada correlação negativa (-0,2124- 0,3974) para da área danificada e número de *C. arcuatus*, sendo que para espessura da folha teve correlação negativa (-0,0174-0,9454), portanto a espessura da folha não tem influência na diminuição do nível de inseto e dano da área foliar. Enquanto que os genótipos FTS-4188 (23,30 tricomas cm⁻²) e CM-136 (21,38 tricomas cm⁻²) proporcionaram densidade menor de tricomas, e o dano da área foliar correspondeu a valores variando em 5,32 a 5,05 %, sendo que o número de *C. arcuatus* teve pouca influência, mas os maiores valores de tricomas não diferiram da maioria dos genótipos (P98Y51, P99R01, M8867RR, M8360RR, M8527RR, FTS-Esperança RR, CM-015, CM-017 e CM-149).

O genótipo que se destacou com uma densidade maior de tricomas, em contraste, apresentou menor dano na lâmina foliar pelo *C. arcuatus*. Desta forma, os tricomas interferem de alguma forma contra o ataque dos insetos, já que um grande número de genótipos apresentou dano menor da área foliar, tricomas foliares exercem um papel fundamental na defesa de plantas, principalmente em relação a insetos fitófagos (FIRDAUS et al., 2012).

De acordo com Kivimäki et al. (2007) a elevada densidade de tricomas prejudica na questão do tempo em que os coleópteros usam para se alimentarem, uma vez que o maior tempo é destinado à remoção dessas estruturas e assim o tempo empregado no consumo de alimento é reduzido. Da mesma forma, Fürstenberg-Hägg et al. (2013) afirma que barreiras físicas como alta densidade de tricomas em plantas, os artrópodes normalmente tendem a abandonar os seus esforços de consumir, ingerir ou pôr ovos nessas plantas e procuram mesmo que estejam separados, outras plantas com menos pilosidade e que seja palatável, Contudo, deve-se considerar que nem sempre os tricomas protegem as plantas de insetos pragas.

Em relação à espessura da folha de soja o genótipo FTS-Esperança RR exibe lâmina foliar mais espessa e o genótipo A-7002 apresenta uma menor espessura foliar, apesar de diferirem estatisticamente dos demais genótipos. Estudos demonstram que diferentes fatores ambientais podem influenciar positivamente ou negativamente a espessura da folha (LEAL-COSTA et al., 2009). E um desses fatores é a luz, sendo de grande importância no desenvolvimento e crescimento dos

vegetais. A soja apresentou a maior taxa de produção de biomassa seca total ao longo do seu ciclo e também o maior índice de área foliar entre as leguminosas cultivadas, evidenciando maior capacidade em captar luz e em sombrear plantas (SANTOS et al., 2003).

Os genótipos (CM) foram os que obtiveram a relação mais baixa para densidade de tricomas, área danificada e número de *C. arcuatus*, contudo somente a cultivar CM-149 com 9,16% de área danificada e o número médio desse inseto foi igual a cinco. Os demais genótipos tiveram maior relação entre densidade de tricomas, dano da área foliar danificada e número de *C. arcuatus* correlação negativa com dano e número de *C. arcuatus* (HANDLEY et al., 2005; HARE; ELLE 2002), a espessura foliar foi irrelevante para resistência de plantas contra fitofagos, contudo é significativa para fitopatogenos devido a produção de suberina e metabolitos secundários (MORRIS et al., 1989).

Na Tabela 2 demonstrou a correlação entre as variáveis da soja densidade de tricomas (DT) foi

positiva para espessura foliar (EF) e produtividade (PD) (+0,0187** e +0,3291**) e negativa para área de danificada (AD) e número de *C. arcuatus* (NC) com (-0,0262** e -0,2124**) na avaliação da espessura foliar (EF) a correlação foram negativa para área danificada (AD-NS), número de *C. arcuatus* (NC) e produtividade (PD) com (-0,4466**, -0,1388** e -0,0174**), no número de *C. arcuatus* (NC) a correlação foi positiva área de danificada (AD-NS) (+0,1372*) e negativamente para a produtividade (PD) (-0,2280**) o número de *C. arcuatus* (NC) teve correlação negativa produtividade (PD) (-0,0280**), onde a produtividade demonstrou positivamente a densidade de tricoma e negativamente para Espessura Foliar (EF), Área Danificada (AD) e Número de *C. arcuatus* (NC). Danos causados por muitos insetos herbívoros apresentam correlação é negativa para densidade de tricomas (HANDLEY et al., 2005).

Tabela 2. Correlação linear de Pearson em genótipos de soja entre as variáveis: DT, EF, NC, AD e PD em genótipos de soja dos experimentos conduzidos em diferentes épocas de semeaduras nas cidades de Gurupi -To na safra 2008/09.

Variáveis	DT	EF	NC	AD	PD
DT	1	-----	-----	-----	-----
Ns	-----				
EF	+0,0187**	1	-----	-----	-----
Ns	0,9412	-----			
NC	-0,0262**	-0,4466**	1	-----	-----
Ns	0,9177	0,0631	-----		
AD	-0,2124**	-0,0174**	+0,1372**	1	-----
Ns	0,3974	0,9453	0,5871	-----	
PD	+0,3291**	-0,1388**	-0,2280**	-0,0289**	1
Ns	0,1823	0,5827	0,3627	0,9092	-----

Densidade de Tricomas (DT), Espessura Foliar (EF), Área Danificada (AD), Número de *C. arcuatus* (NC), Produtividade (PD) e Nível de significância (Ns); **Correlação é significativo ao nível de 0,01 %; *Correlação é significativo ao nível de 0,05%

Na análise de agrupamento hierárquico pela distância de Mahalanobis (Cluster) foi agrupado por similaridade onde obteve oito grupos distintos o grupo A foi formado pelos genótipos (M8527, MSOY-9350, P98R91, P98Y51, M8867RR, M-9056RR, CM-102, CM-015, M8360RR e P99R01) com 68 % de similaridade; o grupo B (EMGOPA-314) 65%; grupo C (A-7002) 60%; grupo D (CM-017 e CM-136) 59%, grupo E (FTS-EsperançaRR) 57%, grupo F (FTS-4188) 55%, grupo G (CM-149) 35%, grupo H (MSOY-9988) 30% (Figura 1).

As similaridades dos grupos C (A-7002) e B (EMGOPA-314) foram de 60 e 65% foi relacionado aos valores de maior produtividade de grãos, enquanto o grupo H (MSOY-9988) com similaridade 30% teve os maiores valores de número de tricomas 76,22 tricomas cm⁻², ao contrário com os menores números de tricoma foi o grupo G (CM-149) com similaridade de 35% com maiores valores da área foliar danificada com 9,16 % esses genótipos que agruparam em C, B e H, poderiam ser utilizados no melhoramento genético para resistência a herbivoria a *C. arcuatus*.

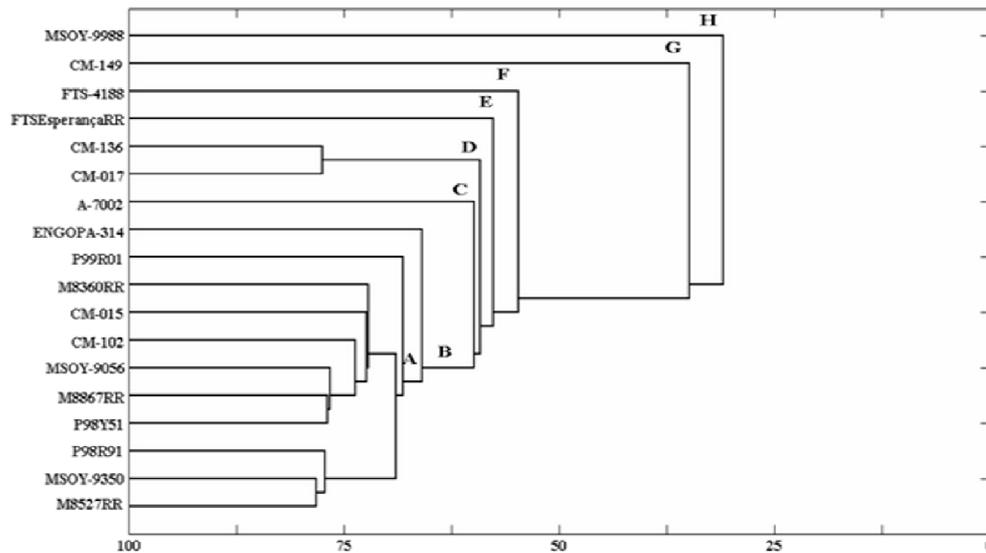


Figura 1. Dendrograma representativo do agrupamento por similaridade das variáveis para os 18 genótipos de soja cultivados em Gurupi-TO, safra 2008/09, o agrupamento foi obtido pela técnica do vizinho mais próximo, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis.

No processo evolutivo, os insetos desenvolvem mecanismos para quebrar as estratégias da planta impedindo o seu ataque com o intuito de se alimentarem e uma dessas táticas para se protegerem são as defesas constitutivas (AGRAWAL, 2004). Especificamente os tricomas, que são adaptações vantajosas para plantas de ambientes secos, com muita luz ou vento, podendo reduzir a perda de água por transpiração (TIAN et al., 2012).

Para análise de componentes principais (Figura 2) demonstra que genótipos (A-7002, ENGOPA-314 e MSOY-9988) foram influenciada pelos maiores valores das variáveis produtividade (PD) e densidade de tricoma (DT) apresentaram similaridade para resistência a *C. arcuatus* agrupado em (B, C e H), para área danificada o genótipo (CM-149) foi agrupado isoladamente em (G) pelo maior área danificada e para número de *C. arcuatus*. Os genótipos (CM-017 e CM-136) agrupando em (D) com teve influência positivamente baixa para o número de tricomas e negativa para a maioria das variáveis agrupando em (A, E e F) para os genótipos (FTS-EsperançaRR, M8360RR, CM-015, M8527RR, MSOY-9350, P98R91, P98Y51, M8867RR, M-9056RR, CM-102, CM-015, M8360RR, P99R01 e FTS-4188).

O genótipo CM-149 que corresponde à maior área danificada e conseqüentemente com maior número de *Cerotoma arcuatus* apresentaram densidade reduzida de tricomas, pois essas estruturas exercem um papel fundamental na defesa

de plantas, principalmente em relação a insetos desfoliadores (TIAN et al., 2012). Dalin et al. (2004) afirma que barreiras físicas como alta densidade de tricomas em plantas, os artrópodes normalmente tendem a procura planta com menos pilosa e mais palatável. Contudo, deve-se considerar que nem sempre os tricomas protegem as plantas de insetos pragas, foi observado que a *Bemisia tabaci* preferiu ovopositar em genótipos de soja com alta densidade de tricomas (LIMA; LARA, 2004). Por tanto, são necessários estudos mais específicos na determinação das reais das vantagens e desvantagens da densidade de tricomas na proteção de plantas.

Enquanto que os genótipos CM-136 e FTS-4188 proporcionaram densidade menor de tricomas, e o dano da área foliar correspondeu a valores variando em 5,32 a 5,05%, sendo que o número de *C. arcuatus* teve pouca influência, mas os maiores valores de tricomas não diferiram da maioria dos genótipos (P98Y51, P99R01, M8867RR, M8360RR, M8527RR, FTS-EsperançaRR, CM-015, CM-017, CM-149). Não obstante, entre os genótipos que apresentou elevada influência negativa para área danificada e número de *C. arcuatus*, a espessura da planta teve pouca expressão na resistência da planta. A baixa densidade de tricomas denota que esses cultivares teve baixíssima resistência, entretanto, somente a CM-015 teve herbivoria baixa tendo média relação com densidade de tricomas.

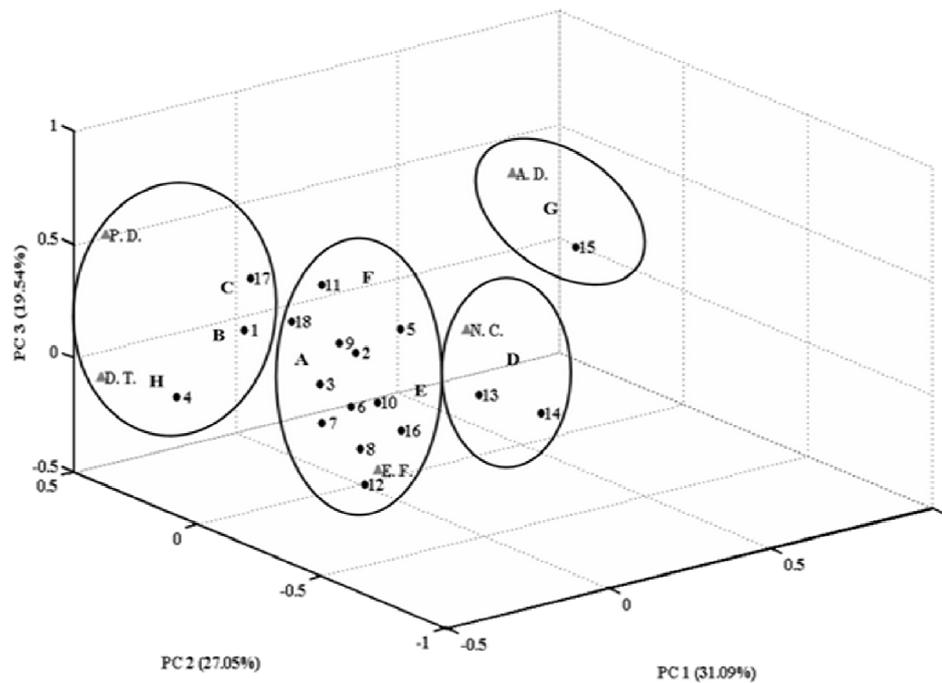


Figura 2. Análise de componentes principais (ACP) Componentes Principais (PC) com cinco variáveis: Densidade de tricomas (DT), Espessura Foliar (EF), Número de *C. arcuatus* (NC), Área Danificada (AD) e Produtividade (PD). Dezoito genótipos cultivados em Gurupi-TO, safra 2008/09: 1 (ENGOPA-314), 2 (P98R91), 3 (P98Y51), 4 (MSOY-9988), 5 (P99R01), 6 (M8867RR), 7 (M-9056RR), 8 (M8360RR), 9 (M8527RR9), 10 (FTS-EsperançaRR), 11 (FTS-4188), 12 (CM-015), 13- (CM-017), 14 (CM-136), 15 (CM-149), 16 (CM-102), 17 (A-7002) e 18 (MSOY-9350).

CONCLUSÃO

A densidade de tricomas dos genótipos MSOY-9988, ENGOPA-314 e A-7002 teve papel importante na produtividade de grãos na planta,

contra herbivoria da *Cerotoma arcuatus*, ao contrário da espessura da folha, mostrando que na resistência de planta podem estar envolvidas em diversas características morfofisiológicas.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate levels of herbivory *Cerotoma arcuatus* Olivier, 1791 (Coleoptera: Chrysomelidae) in soybean genotypes, comparing morphological properties such as; trichome density (TD), leaf thickness (EF), number of *C. arcuatus* (NC) and the damaged area (AD). The experiment was conducted at the Federal University of Tocantins experimental field Gurupi-TO 2008/09, the experimental design with 18 soybean genotypes EMGOPA-314, P98R91, P98Y51, MSOY-9988, P99R01, M8867RR, M9056RR, M8360RR, M8527RR, EsperançaRR-FTS, FTS-4188, CM-015, CM-017, CM-136, CM-149, CM-102, A-7002- and MSOY 9350 on three sowing dates day 03/12/08; 18 / 12/08, 02/01/09, each plot consisted of three replicates Being soybean genotypes used the experimental plot consisted of four rows 5.0 m long with row spacing of 0.45 m 12 m⁻¹ linear plants. Were analyzed herbivory of *C. arcuatus*, quantification of leaf area damaged (AD) in percentage was used a program image to quantify the areas damaged by *C. arcuatus*. In trichome density was assessed using a stereoscopic microscope and viewed discs of 0.5 cm. The leaf thickness was measured dry mass by the area of the disc. Number of *C. arcuatus* was performed using a plastic bag 100x100 evaluating three beats per plot. The data were submitted to ANOVA and means were compared by Tukey test at 5% probability. The array of genotypes versus more variable grain yield (PD) was subjected to correlation, multivariate hierarchical clustering and principal component analysis (PCA). This work demonstrated that the density of trichomes was one of the key parameters in reducing herbivory and influence on grain yield in soybean genotypes.

KEYWORDS: Brazilian leaf beetles. Trichomes. Thickness. Soybean.

REFERÊNCIAS

- AGRAWAL, A. A. Resistance and susceptibility of milkweed: competition, root herbivory, and plant genetic variation. **Ecology**, London, v. 85, n. 8, p. 2118-2133, 2004.
- AGRAWAL, A. A.; CONNER, J. K.; STINCHCOMBE, J. R. Evolution of plant resistance and tolerance to frost damage. **Ecology Letters**, California, v. 7, n. 12, p. 1199-1208, 2004.
- BOERMA, H. R.; WALKER, D. R. Discovery and utilization of QTLs for insect resistance in soybean, **Genetica**, Netherlands, v. 123, v. 1-2, p. 181-189, 2005.
- CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, Brasília, 2013 Disponível em: <
http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_06_06_09_09_27_boletim_graos_-_junho_2013.pdf
 > Acesso em; 04 ago. 2013.
- CORTESERO, A. M.; STAPEL, J. O.; LEWIS, W. J. Understanding and manipulating plant attributes to enhance biological control. **Biological Control**, v. 17, n.1, p. 35-49, 2000.
- DALIN, P.; BJORKMAN, C.; EKLUND, K. Leaf beetle grazing does not induce willow trichome defence in the coppicing willow *Salix viminalis*. **Agricultural and Forest Entomology**, London, v. 6, n. 2, p. 105-109, 2004.
- DIDONET, J; SARMENTO, R A.; AGUIAR, R. W. S.; SANTOS, G. R.; ERASMO. E. A. L. Abundância de pragas e inimigos naturais em soja na região de Gurupi, Brasil. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Costa Rica, v. 69, p. 50-57, 2003.
- EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil - 2008**. - Londrina, 2008: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, n.12, p. 85-97, 2008.
- FERREIRA, D. F. SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.
- FIRDAUS, S.; ADRIAAN, W.; HEUSDEN, V.; HIDAYATI N.; SUPENA, E. D. J.; VISSER, R. G. F.; VOSMAN, B. Resistance to *Bemisia tabaci* in tomato wild relatives. **Euphytica**, Netherlands, v. 187, n.1, p. 31-45, 2012.
- FÜRSTENBERG-HÄGG, J.; ZAGROBELNY, M. ; BAK, S. Plant Defense against Insect Herbivores. **International Journal of Molecular Sciences**, Switzerland, v. 14, n.5, p. 10242-10297, 2013.
- HANDLEY, R.; EKBOM B, A.; GREN, J. Variation in trichome density and resistance against a specialist insect herbivore in natural populations of *Arabidopsis thaliana*, **Evolutionary Ecology**, Netherlands, v. 30, n. 3, p. 284-292, 2005.
- HARE, J. D.; ELLE, E. Variable impact of diverse insect herbivores on dimorphic *Datura wrightii*, **Ecology**, New York, v. 83, n. 10, p. 2711-2720, 2002.
- HOGLUND, S.; LARSSON, S. Abiotic induction of susceptibility in insect-resistant willow. **Entomologia experimentalis et applicata**, Malden, v. 115, n. 1, p. 89-96, 2005.
- JULIATTI, F. C.; SAGATA, E.; JULIATTI, B. C. M. Ranqueamento de genótipos de soja com resistência parcial por diferentes métodos de inoculação de *Sclerotinia sclerotiorum* submetidos a análise de correlação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 3, p. 681-689, 2013.
- KIVIMÄKI, M.; KÄRKKÄINEN, K.; GAUDEAL, M.; LOE, G.; ÂGERN, J. Gene, phenotype and function: *Glabrous1* and resistance to herbivory in natural populations of *Arabidopsis lyrata*. **Molecular Ecology**, London, v. 16, p. 453-462, 2007.

- LEAL-COSTA, M. V.; ARAGÃO, F. J. L.; REINERT, F.; TAVARES, E. S. Anatomia foliar de plantas transgênicas e não transgênicas de *Glycine max* (L.) Merrill (Fabaceae). **Revista brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 23-31, 2008.
- LIMA, C. S.; LARA, F. M. Resistência de Genótipos de Soja à Mosca Branca *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 71-75, 2004.
- LOE, G.; TORA, N. G. P.; GAUDEUL, M.; AGREN, J. Trichome production and spatio temporal variation in herbivory in the perennial herb *Arabidopsis lyrata*, **Oikos**, Hoboken, v. 116, n. 1, p. 134-142, 2007.
- MENEZES Jr, A. O.; SIMÕES H. C.; SOUZA, A. M.; TAKADA, R. M. Flutuação populacional de insetos associados ao feijão-vagem c.v. UEL-1 em quatro épocas de plantio e seu efeito sobre as características produtivas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 283-288, 2003.
- MORRIS, S. C.; FORBESSMITH, M. R.; SCRIVEN, F. M. Determination of optimum conditions for suberization, wound periderm formation, cellular desiccation and pathogen resistance in wounded *Solanum tuberosum* tubers. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Michigan, v. 35, p. 177-190, 1989.
- NAVA, D. E.; HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P. Danos causados por diferentes densidades de larvas de *Ceratomyxa arcuatus* em plantas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1217-1222, 2003.
- PINHEIRO, J. B.; VELLO N. A.; ROSSETTO, C. J.; ZUCCHI, M. I. Potential of soybean genotypes as insect resistance sources. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 5, n. 3, p. 294-301, 2005.
- SANTOS, J. B.; PROCÓPIO, S.O.; SILVA, A. A.; COSTA, L. C. Captação e aproveitamento da radiação solar pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 1, p. 147-153, 2003.
- TIAN, D.; TOOKER, J.; PEIFFER, M.; CHUNG, H. S.; FELTON, G.W. Role of trichomes in defense against herbivores: comparison of herbivore response to woolly and hairless trichome mutants in tomato (*Solanum lycopersicum*). **Planta**, v. 236, n.4, p. 1053-1066, 2012.
- YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; HARTMAN, G. L.; GODOY, C. V.; NUNES Jr., J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001-2003. **Plant Disease**, Minnesota, v. 89, n. 6, p. 675-677, 2005.